



Universidad Autónoma
de Baja California

"2026, Año de la Educación para la Construcción de la Paz"

FACULTAD DE CIENCIAS

Oficio No. 521/2026-1

DR. LUIS ENRIQUE PALAFOX MAESTRE

Rector de la Universidad Autónoma de Baja California

Presente

Estimado Sr. Rector:

Anteponiendo un cordial saludo, por medio del presente y en respuesta al Oficio No. 692/2026-1 emitido por la Secretaría General de nuestra máxima casa de estudios, me permito someter a su consideración la Propuesta de Modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Física, que se oferta en la Facultad de Ciencias, con la finalidad de que sea incluida en el orden del día de la Sesión Ordinaria del H. Consejo Universitario, a efecto de que sea turnada a la Comisión correspondientes para su revisión y posterior dictamen.

En ese sentido, sírvase encontrar adjunto; el Acta de la Sesión Ordinaria de Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias, el documento de propuesta y el oficio de validación de la Coordinación General de Formación Profesional.

Sin otro particular, le agradezco la fina atención y le envío un afectuoso saludo.

ATENTAMENTE

Ensenada, Baja California, 24 de abril de 2026

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"

DIRECTOR

DR. ALBERTO LEOPOLDO MORÁN Y SOLARES



Universidad Autónoma
de Baja California

24 ABR 2026

RECTORÍA

RECIBIDO

C.c.p. Archivo.
ALMYS/ljmp



Universidad Autónoma
de Baja California

"2026, Año de la Educación para la Construcción de la Paz"

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL

Oficio núm. 126/2026-1

Asunto: Validación de Programa Educativo

DR. ALBERTO LEOPOLDO MORÁN Y SOLARES

Director de la Facultad de Ciencias

Ensenada, B.C.

Presente. -

En atención a la solicitud para la creación del Programa Educativo de **Licenciatura en Física**, y derivado de la revisión técnica realizada por esta Coordinación General a mi cargo, me permito comunicarle lo siguiente:

Una vez analizada la propuesta y habiéndose verificado el cumplimiento de los requisitos académicos y curriculares, así como la pertinencia del plan de estudios propuesto, esta **Coordinación General de Formación Profesional otorga su VALIDACIÓN** al citado programa.

Lo anterior, en cumplimiento de lo instruido por la Secretaría General mediante el oficio circular **OF.CIR. 692-2026**, relativo a la integración del orden del día de la segunda sesión ordinaria del H. Consejo Universitario del presente año.

Se le recuerda que, para la integración del expediente definitivo que deberá remitirse a la Secretaría General a más tardar el **24 de abril**, es necesario adjuntar a este oficio la totalidad de la documentación probatoria, incluyendo el Acta de Consejo Técnico de su unidad académica y la propuesta curricular completa.

Sin más por el momento, agradezco su compromiso con la excelencia académica de la Facultad a su digno cargo y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Mexicali, Baja California, a 24 de abril de 2026

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"

COORDINADORA GENERAL

DRA. YESSICA ESPINOSA DÍAZ

Universidad Autónoma
de Baja California

24 de abril de 2026

Coordinación General
de Formación Profesional

DESPACHADO



Universidad Autónoma
de Baja California

RECTORÍA
COORDINACIÓN GENERAL
DE FORMACIÓN PROFESIONAL

C.c.p. Dr. Luis Enrique Palafox Maestre. Rector de la UABC.
C.c.p. M.I. Edith Montiel Ayala. Secretaria General.
C.c.p. Minutario
YED/liliana

Recibido:
24.04.2026

SESIÓN ORDINARIA DE CONSEJO TÉCNICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
15 de abril de 2026

Siendo las 12:00 horas del miércoles 15 de abril de 2026, las y los integrantes del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias se reunieron en sesión ordinaria en el Audiovisual A de la Facultad de Ciencias para atender la convocatoria emitida por el Presidente, Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares, bajo el siguiente:

ORDEN DEL DÍA

1. Apertura de la sesión.
2. Lista de asistencia y declaración del quórum legal.
3. Elección de dos escrutadores, uno por el personal académico y otro por el alumnado.
4. Lectura y aprobación del orden del día.
5. Lectura y aprobación del Acta de la sesión anterior.
6. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Biología.
7. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Física.
8. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa de Ciencias Computacionales.
9. Presentación del informe de la Comisión Especial sobre la propuesta del Reglamento para la Colección de Vertebrados de la Facultad de Ciencias.
10. Asuntos generales.
11. Clausura de la sesión.

----- **DESAHOGO DEL ORDEN DEL DÍA** -----

1. Apertura de la sesión

El Presidente del Consejo, Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares, da la bienvenida a la sesión del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias y explica el proceder de los principales puntos a tratar en la sesión.

2. Lista de asistencia y declaración del quórum legal

Se cuenta con la presencia de nueve propietarios y tres suplentes que fungen como propietarios, por lo que se declara el quórum legal.

3. Elección de dos escrutadores, uno por el personal académico y otro por el alumnado

El Presidente solicita propuestas para la elección de las o los escrutadores para la sesión, recordando que su conformación debe incluir un representante del personal académico y uno por parte del alumnado. Por parte del alumnado se propone a Laura Esther Oropeza Guerrero, mientras que por parte del personal académico se propone al Dr. Raúl Casillas Figueroa. Al no haber más propuestas, se somete a votación y se aprueba por unanimidad.

4. Lectura y aprobación del orden del día

El Presidente le solicita al Secretario dé lectura al orden del día. Se somete a votación el orden del día y se aprueba por unanimidad.

5. Lectura y aprobación del Acta de la sesión anterior

El Presidente del Consejo recuerda que, con base en un acuerdo previo, se envió con antelación el Acta de la sesión anterior para su revisión, procediendo a preguntar si existe alguna observación o comentario. Al no haber comentarios, el Presidente somete a votación la aprobación del Acta de la sesión anterior y se aprueba por unanimidad.

6. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Biología

Para el desahogo de este punto, el Presidente del Consejo solicitó al pleno la autorización para la integración a la sesión del Dr. Ulises Gregorio Pacheco Bardullas y del Dr. Manuel Iván Ocegueda Miramontes, con el propósito de presentar las propuestas de modificación de los programas educativos de Biología y Física, respectivamente. La solicitud fue aprobada por unanimidad. Se hace constar que la Dra. María Victoria Meza Kubo participó en su carácter de integrante del Consejo Técnico y como responsable de presentar la propuesta de Ciencias Computacionales.

Acto seguido, el Presidente solicitó al Dr. Pacheco la presentación de la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Biología. Durante su intervención, se destacó que la propuesta tiene como objetivo consolidar un perfil de egreso acorde con las exigencias actuales en áreas como conservación, biología molecular, biotecnología, biodiversidad, ecología, así como la gestión y manejo de recursos naturales. En la fase de discusión, se abordó la pertinencia de eliminar el tronco común, señalando que la modificación busca fortalecer una estructura curricular sólida y actualizada, que permita al alumnado adquirir dominio de diversas metodologías desde el inicio de su formación. Asimismo, se reflexionó sobre los momentos adecuados para incorporar certificaciones adicionales al plan de estudios.

Concluida la presentación y discusión, la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Biología fue sometida a votación, siendo aprobada con diez votos a favor y dos abstenciones.

7. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Física

Para el desahogo de este punto, el Presidente del Consejo solicitó al Dr. Manuel Iván Ocegueda Miramontes la presentación de la propuesta de modificación del plan de

[Handwritten signature]

Ulises De la Rosa

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

estudios de la Licenciatura en Física. Durante su intervención, se expuso que la propuesta se fundamenta en los resultados de evaluaciones internas y externas del programa educativo, así como en su pertinencia social y contexto profesional, incorporando además la retroalimentación de personas empleadoras y egresadas. En la discusión, se analizó la selección de certificaciones y la posibilidad de su actualización o incorporación en etapas posteriores del plan de estudios.

Concluido el análisis, la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Física fue sometida a votación, siendo aprobada con once votos a favor y una abstención.

8. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Ciencias Computacionales

Para el desahogo de este punto, el Presidente del Consejo solicitó a la Dra. María Victoria Meza Kubo la presentación de la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Ciencias Computacionales. Durante su intervención, se señaló que la propuesta se sustenta en un diagnóstico interno y externo del programa educativo, orientado al fortalecimiento de habilidades técnicas y habilidades blandas, así como a la vinculación mediante proyectos interdisciplinarios y al desarrollo de competencias transversales. Con base en estos elementos, se planteó una actualización disciplinar del programa.

Concluido el análisis, la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Ciencias Computacionales fue sometida a votación, siendo aprobada con ocho votos a favor, un voto en contra y tres abstenciones.

9. Presentación del informe de la Comisión Especial sobre la propuesta del Reglamento para la Colección de Vertebrados de la Facultad de Ciencias.

El Presidente solicita propuestas para abordar los puntos faltantes del orden del día, con el propósito de respetar el acuerdo de que el tiempo de la sesión no exceda dos horas. Se propusieron las siguientes opciones:

- Dejar la sesión abierta para concluir los puntos faltantes del orden del día.
- Cerrar la sesión actual y convocar a una nueva sesión ordinaria el día 22 de abril de 2026 para concluir los puntos faltantes del orden del día.

Se someten a votación las propuestas y se aprueba por unanimidad cerrar la sesión actual y convocar a una nueva sesión ordinaria el día 22 de abril de 2026 para concluir los puntos faltantes del orden del día.

10. Asuntos generales.

No se presentaron temas para asuntos generales.

Wanda De la Rosa

R. L. L. L. L.

R. L. L. L. L.

11. Clausura de la sesión

Siendo las 14:00 horas se da por concluida la sesión. Se anexa lista de asistencia.



Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares
Presidente del Consejo Técnico



Dr. José Israel Paez Ornelas
Secretario del Consejo Técnico



Dr. Raúl Casillas Figueroa
Escrutador



Laura Esther Oropeza Guerrero
Escrutadora



C4K



Unica de la casa

R. Paez

Asesora

Unica



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

"2026, Año de la Educación para la Construcción de la Paz"

Licenciatura en Física

Propuesta de modificación del plan de estudios y cambio de denominación que presenta la Facultad de Ciencias, Ensenada.

Ensenada, Baja California, México. Mayo de 2026

**Propuesta de modificación del Plan de Estudios 2017-2 y
cambio de denominación de Físico a Licenciatura en Física**
Facultad de Ciencias



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

DIRECTORIO

Dr. Luis Enrique Palafox Maestre
Rector

M.I. Edith Montiel Ayala
Secretaria General

Dra. Lus Mercedes López Acuña
Vicerrectora campus Ensenada

Dra. Haydeé Gómez Llanos Juárez
Vicerrectora campus Tijuana

Dr. Jesús Adolfo Soto Curiel
Vicerrector campus Mexicali

Dra. Yessica Espinosa Díaz
Coordinadora General de Formación Profesional

Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares
Director de la Facultad de Ciencias

Dr. Antelmo Castro López
Jefe del Departamento de Diseño Curricular



PROYECTO DE MODIFICACIÓN CURRICULAR

Coordinador

Dr. Manuel Iván Ocegueda Miramontes

Comité de Diseño Curricular

Dr. Ramón Carrillo Bastos
Dra. Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Dr. Víctor Manuel Rico Botero
Dr. Roberto Romo Martínez
Dr. Juan Crisostomo Tapia Mercado
Dr. Manuel Iván Ocegueda Miramontes
Dr. Claudio Ismael Valencia Yaves
Dr. Jorge Alberto Villavicencio Aguilar

Coordinación metodológica y técnica del diseño curricular

Dr. Antelmo Castro López
Dra. Yessica Espinosa Díaz

Diseño de programas de unidad de aprendizaje

Adina Jordán Arámburo
Adrián Enciso Almanza
Alejandro Osuna González
Brenda Leticia De La Rosa Navarro
Carlos Yee Romero
Claudia Lara Silva
Claudio Ismael Valencia Yaves
Dulio Valdespino Padilla
Elmer Cruz Mendoza
Eloísa del Carmen García Canseco
Evelio Martínez Martínez
Everardo Gutiérrez López
Fernando Nieto Guadarrama
Fernando Rojas Íñiguez
Francisco Antonio Domínguez Serna

Guillermo Daniel Jiménez Gómez
Héctor Francisco Ortiz Kerbertt
Jonathan Lozano de la Parra
Jonathan Verdugo Olachea
Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
José Alejandro Osuna González
José Ángel González Fraga
José Ariel Camacho Gutiérrez
José Israel Páez Ornelas
Juan Crisóstomo Tapia Mercado
Julio Román Durán Camacho
Luis Eduardo Ochoa Tinajero
Mahmoud Asmar
Manet Estefanía Peña Salinas
Manuel Iván Ocegueda Miramontes
María Victoria Meza Kubo
Miguel Ángel González Mandujano
Patricia Guadalupe Núñez Pérez
Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Ramón Carrillo Bastos
Raúl Casillas Figueroa
Roberto Romo Martínez
Roberto Vázquez Meza
Rosa Ana De Luca Zuria
Selene Solorza Calderón

Conducción y acompañamiento en el diseño de programas de unidad de aprendizaje

Lic. Verónica Elizabeth Rosas Rojas
Lic. Ana Luisa Ramírez Jiménez
Mtra. Brianda Guadalupe García Guerrero
Mtra. Melissa Zuno Bolaños
Mtra. Itzel Ashanty Moreno Heras

Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares
Director de la Facultad de Ciencias

Dra. Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Subdirectora de la Facultad de Ciencias

Índice

1. Introducción	9
2. Justificación	13
2.1. Fundamentación social	15
2.2. Fundamentación de la profesión	18
2.3. Fundamentación institucional	22
3. Filosofía y enfoque educativo	32
3.1. Articulación institucional y del programa educativo	36
4. Plan de estudios	40
4.1. Perfil de ingreso	40
4.2. Perfil de egreso	41
4.3. Campo profesional	42
4.4. Mapa curricular	44
4.5. Distribución de créditos y de unidades de aprendizaje	45
4.6. Características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación	46
4.7. Características de las unidades de aprendizaje por áreas de conocimiento	49
4.8. Tipología de las unidades de aprendizaje	52
4.9. Equivalencias de las unidades de aprendizaje	57
5. Estructura y componentes formativos del plan de estudios	59
5.1. Etapas de formación	60
5.1.1. Etapa básica	60
5.1.2. Etapa disciplinaria	61
5.1.3. Etapa terminal	61
5.2. Promoción de competencia en el idioma inglés	62
5.3. Promoción del uso de la TI e IA para el desarrollo de la profesión	63
5.4. Promoción de habilidades blandas para el ejercicio de la profesión	66
5.5. Propuesta de certificados	68
5.6. Bienestar estudiantil	69

6. Modalidades de aprendizaje y obtención de créditos	71
6.1. Modalidades curriculares (ruta estructurada del plan de estudios)	71
6.1.1. Unidades de aprendizaje obligatorias	72
6.1.2. Unidades de aprendizaje optativas	73
6.1.3. Otros cursos optativos.....	73
6.2. Otras Modalidades de Aprendizaje y Obtención de Créditos (OMAS)	74
6.2.1. Estudios independientes	75
6.2.2. Ayudantía docente	76
6.2.3. Ayudantía de investigación	77
6.2.4. Ejercicio investigativo.....	77
6.2.5. Ayudantía de laboratorio	78
6.2.6. Apoyo a actividades de extensión y vinculación	79
6.2.7. Proyectos de vinculación con valor en créditos (PVVC)	80
6.2.8. Programa de emprendedores universitarios	84
6.2.9. Unidades de aprendizaje por asesoría académica	85
6.2.10. Actividades para la formación en valores.....	86
6.2.11. Movilidad e intercambio estudiantil	89
6.2.12. Actividades artísticas, culturales y deportivas.....	91
6.2.13. Cursos intersemestrales	92
6.3. Modalidades obligatorias y requisitos institucionales de egreso	93
6.3.1. Servicio social comunitario y profesional.....	93
6.3.2. Prácticas profesionales	94
6.3.3. Lengua extranjera	95
6.3.4. Modalidades de titulación	98
7. Condiciones institucionales para la operación del plan de estudios	101
7.1. Difusión del programa educativo	102
7.2. Planta académica.....	103
7.3. Cuerpos académicos.....	105
7.4. Infraestructura, materiales y equipamiento	107
7.5. Recursos bibliográficos y de información	122
7.6. Programa de Tutoría Académica.....	124

7.7. Servicios de apoyo al estudiantado.....	126
8. Sistema de evaluación y aseguramiento de la calidad	135
9. Proceso de validación curricular del plan de estudios	141
9.1. Evaluación por pares externos	141
9.1.1. Atención a las observaciones de evaluadores externos	146
9.2. Aprobación del Consejo Técnico.....	150
9.3. Validación por la Coordinación General de Formación Profesional	154
10. Referencias	155
11. Anexos.....	159
11.1. Anexo 1. Formatos metodológicos	159
11.2. Anexo 2. Programas de unidad de aprendizaje.....	164
11.3. Anexo 3. Evaluación externa e interna del programa educativo.....	967

1. Introducción

La Física ha transitado, desde sus orígenes como una disciplina filosófica orientada a comprender los fenómenos naturales, hacia un campo científico altamente especializado que articula teorías, modelos matemáticos y experimentación para explicar las leyes fundamentales del universo. Su evolución ha estado marcada por avances paradigmáticos, como la mecánica clásica, la teoría electromagnética, la relatividad y la mecánica cuántica, así como por el desarrollo de instrumentación avanzada, simulación computacional y tecnologías de medición de alta precisión. En el contexto contemporáneo, la Física se consolida no solo como una ciencia básica, sino también como un pilar estratégico para el desarrollo científico, tecnológico e industrial, con impactos directos en múltiples sectores de la sociedad (Halliday et al., 2014; Serway y Jewett, 2018).

En un mundo globalizado y profundamente influido por la ciencia y la tecnología, la Física desempeña un papel central en la comprensión y resolución de problemáticas complejas de escala global. Fenómenos como el cambio climático, la transición energética, el desarrollo de nuevos materiales, la exploración espacial y la revolución digital requieren del conocimiento físico para su análisis y abordaje. En este escenario, la formación universitaria en Física enfrenta el desafío de preparar profesionales capaces de integrar fundamentos teóricos sólidos con habilidades experimentales y computacionales, así como de participar en equipos interdisciplinarios que contribuyan a la generación de conocimiento y a la innovación tecnológica (OECD, 2019; UNESCO, 2021).

En el contexto de México, la Física ha sido un componente clave en el fortalecimiento del sistema científico nacional, contribuyendo al desarrollo de áreas estratégicas como la energía, la electrónica, las telecomunicaciones, la instrumentación científica y la investigación básica. Instituciones de educación superior y centros de investigación han impulsado la formación de físicos que participan tanto en la academia como en el sector productivo, enfrentando retos asociados a la innovación, la transferencia tecnológica y la soberanía científica. No obstante, persisten desafíos

importantes, como la necesidad de ampliar la vinculación entre la formación universitaria y los sectores industriales, así como de fortalecer la cultura científica y la divulgación del conocimiento en la sociedad (CONACYT, 2020; Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2018).

Las tendencias actuales que definen la profesión del físico incluyen el uso intensivo de herramientas computacionales, el análisis de grandes volúmenes de datos (big data), la simulación numérica, la inteligencia artificial aplicada a la investigación científica y el desarrollo de tecnologías emergentes como la computación cuántica, la nanotecnología y la física de materiales avanzados. Asimismo, la investigación interdisciplinaria y la colaboración internacional se consolidan como elementos esenciales para el avance del conocimiento científico, lo que demanda perfiles profesionales con competencias en comunicación científica, trabajo colaborativo y adaptación a entornos altamente dinámicos (National Research Council, 2013; World Economic Forum, 2020).

La relevancia de la Física adquiere una dimensión particular en Baja California, una región estratégica por su ubicación fronteriza y su vinculación con ecosistemas de innovación científica y tecnológica a nivel internacional. La cercanía con centros de investigación, universidades y sectores industriales en la región fronteriza favorece el desarrollo de proyectos en áreas como la física aplicada, la ingeniería, la energía y la tecnología avanzada. Asimismo, la región enfrenta desafíos específicos relacionados con la sostenibilidad energética, la gestión de recursos naturales, la adaptación al cambio climático y el desarrollo de infraestructura tecnológica, lo que exige profesionales capaces de aplicar el conocimiento físico en contextos reales y contribuir al desarrollo regional con una perspectiva global (INEGI, 2022; Gobierno de Baja California, 2021).

Entre las tendencias emergentes en la formación universitaria en Física destacan la incorporación de enfoques basados en competencias, el aprendizaje activo y basado en problemas, la integración de laboratorios virtuales y remotos, y el fortalecimiento de la formación en programación, análisis de datos y modelación matemática. Paralelamente, los futuros egresados deberán enfrentar desafíos complejos, como la rápida evolución tecnológica, la necesidad de actualización constante, la competencia en mercados

laborales globales y la responsabilidad ética en el desarrollo y aplicación del conocimiento científico. Esto demanda una formación integral que articule teoría, experimentación, innovación y compromiso social (Redish & Hammer, 2009; UNESCO, 2021).

En este marco, la Licenciatura en Física requirió una revisión curricular en atención a las transformaciones del campo científico y a las demandas del contexto nacional y regional. En congruencia con el compromiso de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) de formar profesionales competentes y pertinentes, el Plan de Estudios 2017-2, después de 8 años de operación, se sometió a un proceso de evaluación externa e interna con el propósito de determinar su pertinencia (Serna y Castro, 2018). Los hallazgos obtenidos orientaron su modificación, dando lugar a una propuesta curricular enfocada en fortalecer la coherencia, pertinencia y flexibilidad del plan de estudios, promoviendo una formación integral que prepare profesionales capaces de comprender, modelar y transformar la realidad a través del conocimiento físico, en atención a los retos contemporáneos de la ciencia, la tecnología y la innovación.

En este documento se presenta el nuevo Plan de Estudios 2027-1 de la Licenciatura en Física, diseñada bajo la filosofía institucional, el enfoque basado en competencias y la flexibilidad curricular que orientan el desarrollo de programas educativos de la UABC (2018), y sustentada en una estructura académica y administrativa pertinente para su operación.

Para su análisis y valoración, el documento se organiza en apartados que integran de manera articulada los fundamentos, componentes y condiciones de operación del plan de estudios. Se presenta, en primer término, la introducción; posteriormente, la justificación sustentada en las fundamentaciones social, de la profesión e institucional. Enseguida, se expone la filosofía y el enfoque pedagógico, así como su articulación institucional. El apartado correspondiente al plan de estudios desarrolla sus elementos sustantivos, incluyendo perfiles, campo profesional y organización curricular. De manera complementaria, se describen la estructura y componentes formativos, las modalidades de aprendizaje y obtención de créditos, y los requisitos institucionales de egreso.

Asimismo, se presentan las condiciones institucionales para la operación del plan de estudios, el sistema de evaluación y aseguramiento de la calidad, y el proceso de validación curricular que respalda la propuesta. Finalmente, se incluyen las referencias y anexos que documentan y sustentan el desarrollo metodológico, académico y normativo del plan de estudios.

2. Justificación

Desde un contexto internacional, en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para la Agenda 2030, se observa la importancia de priorizar la calidad de la educación en todos los niveles, reconociendo el papel de la educación superior como vínculo para el crecimiento económico y reductor de la desigualdad.

El Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2023 - 2027 de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), dentro de sus políticas transversales plantea la importancia de enfocar y orientar los esfuerzos de los miembros de la comunidad universitaria hacia la excelencia e innovación educativa, y presenta en sus prioridades institucionales la relevancia de formular esquemas para la modificación oportuna de los programas de estudio que permitan favorecer los perfiles de egreso para el desarrollo de competencias transversales de alcance global (UABC, 2023).

La información que se toma como base para justificar esta propuesta, de modificación de plan de estudios, corresponde a los estudios de evaluación externa e interna del programa educativo. Los estudios se realizaron con apego a la metodología establecida por la UABC para fundamentar la creación, modificación o actualización de programas educativos de licenciatura (UABC, 2017).

La presente fundamentación de la modificación del plan de estudios de Física de la Universidad Autónoma de Baja California se sustenta en los hallazgos obtenidos en la evaluación externa e interna del programa educativo (Luna Serrano y García Arizmendi, 2024), realizada con el propósito de identificar fortalezas, áreas de mejora y elementos estratégicos que orienten su actualización o modificación. Dicha evaluación se organizó en dos grandes dimensiones complementarias: la evaluación externa, centrada en la pertinencia social y en los referentes de la profesión, y la evaluación interna, enfocada en el análisis de fundamentos y condiciones de operación, currículo, trayectoria escolar, personal académico, infraestructura y servicios.

Desde la perspectiva externa, los resultados muestran que la física mantiene una alta relevancia social y científica, debido a su contribución en la investigación, la educación, el desarrollo tecnológico, la innovación industrial, la atención de problemas ambientales y la salud. Asimismo, el análisis del mercado laboral evidencia transformaciones asociadas con la digitalización, la interdisciplina y la creciente demanda de habilidades analíticas, tecnológicas, creativas y de resolución de problemas complejos. A ello se suma que las personas empleadoras y egresadas reconocen la solidez teórica de la formación recibida, pero también señalan la necesidad de fortalecer la vinculación con sectores productivos, la formación práctica, el uso de herramientas computacionales y experimentales, así como ciertas competencias para responder con mayor flexibilidad a los escenarios laborales actuales y futuros.

Por otra parte, la evaluación de referentes permitió reconocer tendencias contemporáneas de la profesión, mejores prácticas nacionales e internacionales y la necesidad de mantener una formación pertinente frente a campos emergentes y contextos cambiantes. En conjunto, estos hallazgos sugieren que el programa educativo de Física requiere una actualización que conserve sus fortalezas disciplinares, pero que al mismo tiempo incorpore ajustes orientados a una mayor pertinencia social, académica y profesional.

En el ámbito interno, la evaluación confirma que el programa cuenta con bases institucionales y académicas valiosas: alineación con el modelo educativo universitario, una planta docente con alta habilitación, y una estructura curricular que ha permitido formar personas egresadas con competencias reconocidas en diversos espacios de investigación, docencia e inserción profesional. No obstante, también se identifican áreas de mejora relacionadas con la organización y actualización curricular, la experiencia formativa práctica, la atención a la trayectoria escolar, el fortalecimiento de apoyos estudiantiles, la disponibilidad de recursos para la enseñanza y la necesidad de responder con mayor dinamismo a nuevas demandas de formación.

En este contexto, la modificación del plan de estudios se justifica como una decisión académica e institucional orientada a fortalecer la calidad, la pertinencia y la proyección del programa educativo de Física. No se trata solamente de ajustar

contenidos, sino de revisar integralmente la propuesta formativa para asegurar que continúe respondiendo a las necesidades sociales, a la evolución de la profesión y a las condiciones institucionales que sostienen su operación. A partir de ello, en los apartados siguientes se desarrolla la fundamentación social, de la profesión e institucional que da soporte a dicha modificación.

2.1. Fundamentación social

La modificación del plan de estudios de Física se justifica, en primer término, por la necesidad de mantener y fortalecer la pertinencia social del programa educativo frente a un contexto mundial, nacional y regional caracterizado por transformaciones aceleradas en los ámbitos científico, tecnológico, económico, ambiental y educativo. La evaluación externa del programa fue diseñada precisamente para valorar esa pertinencia social y sustentar la modificación o actualización del plan de estudios, mediante cuatro análisis: necesidades sociales, mercado laboral, estudio de personas egresadas y oferta y demanda.

El análisis de necesidades sociales muestra que las sociedades contemporáneas enfrentan retos complejos asociados con el crecimiento poblacional, el envejecimiento demográfico, la desigualdad, la pobreza, la necesidad de aprendizaje permanente, la transformación digital y la demanda de nuevas capacidades para desenvolverse en contextos inciertos y cambiantes. En ese escenario, la educación superior tiene la responsabilidad de formar profesionistas capaces de comprender fenómenos complejos, generar conocimiento, intervenir críticamente en su entorno y contribuir al bienestar social desde una perspectiva científica y ética. El propio documento de evaluación sitúa estas problemáticas en escalas estatal, regional, nacional e internacional, y subraya que la formación profesional debe responder a ellas con visión prospectiva.

En el caso de México, la evaluación recupera un conjunto de condiciones sociales que refuerzan la necesidad de revisar la formación profesional en física: persistencia del rezago educativo, desigualdad en ingresos, retos en salud, envejecimiento de la población, creciente uso de tecnologías digitales y nuevas exigencias para la inserción laboral y el desarrollo de las personas jóvenes. También se documenta que las personas

jóvenes valoran cada vez más el equilibrio entre vida personal y trabajo, las oportunidades de aprendizaje, la estabilidad económica y la participación en la solución de problemas con impacto social y ambiental (Deloitte, 2022). Estas condiciones obligan a que la formación universitaria no se limite a la transmisión disciplinar, sino que articule capacidades científicas, tecnológicas, analíticas y humanas acordes con el presente y el futuro.

En ese marco, la física conserva una relevancia social amplia y estratégica. De acuerdo con la evaluación externa y fuentes especializadas (Grant et al., 2022; MIT, 2024; Foro Económico Mundial [WEF], 2024), esta disciplina atiende necesidades sociales vinculadas con la investigación científica, la educación y formación científica, el desarrollo tecnológico, la resolución de problemas globales, el desarrollo industrial y económico, así como la salud y la medicina. La física contribuye no sólo al avance del conocimiento sobre la naturaleza y el universo, sino también al diseño de soluciones concretas en campos como la energía, la electrónica, las telecomunicaciones, la informática, la instrumentación, la modelación de sistemas complejos y las tecnologías de diagnóstico y tratamiento médico. Por ello, el programa educativo de Física no puede entenderse como una formación encerrada en lo teórico, sino como una propuesta con capacidad de incidir en múltiples problemas contemporáneos de alto valor social.

La pertinencia social del programa también se confirma en el análisis del mercado laboral. La evaluación identifica que la transformación digital seguirá impactando de manera decisiva a las organizaciones y a la vida cotidiana, y que los perfiles profesionales con formación sólida en análisis, resolución de problemas, uso de tecnología y aprendizaje continuo tendrán una demanda creciente. Para el caso de física, se señala que las personas egresadas pueden insertarse en investigación, docencia, posgrado, consultoría, industrias de alta tecnología y otros ámbitos donde se requieren capacidades matemáticas, analíticas, experimentales y computacionales. Además, se documenta que el área de Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística presenta ingresos competitivos y que la Licenciatura en Física ofrece posibilidades reales tanto de inserción laboral como de continuidad académica.

Un elemento especialmente relevante de la fundamentación social es la voz de las personas empleadoras. Para recabar esta información, la evaluación reporta la aplicación de un cuestionario, el cual fue respondido por el 32% del total de personas empleadoras contactadas. Entre las personas participantes, el 18% correspondió al sexo femenino y el 82% al sexo masculino. En cuanto al grado máximo de estudios, el 62.5% contaba con doctorado, 12.5% con maestría y el 25% con licenciatura. Asimismo, el 50% pertenecía al sector público y el otro 50% al sector privado sin ánimo de lucro. En lo que respecta a los resultados obtenidos, la encuesta reveló que una proporción importante de las personas empleadoras considera que las personas egresadas del programa educativo de Física cumplen con el perfil de egreso y responden a las demandas actuales y futuras del mercado laboral o del posgrado. Al mismo tiempo, sus respuestas permiten identificar áreas claras de fortalecimiento: pensamiento crítico y analítico, resolución de problemas complejos, creatividad, resiliencia, tolerancia al estrés y flexibilidad, así como uso de herramientas teóricas, computacionales y experimentales. También aparece de forma reiterada la necesidad de robustecer la vinculación con la industria y de ampliar experiencias formativas que acerquen al estudiantado a contextos de aplicación profesional. Estas observaciones son socialmente significativas porque muestran que la formación actual posee fortalezas, pero requiere ajustes para responder mejor a escenarios laborales y sociales emergentes.

Las expresiones de las personas egresadas refuerzan esta lectura. El estudio correspondiente señala que participó el 27% del total de personas egresadas del programa educativo de Física. De las personas participantes, el 43.3% correspondió al sexo femenino y 56.6% al sexo masculino. El grupo de edad con mayor frecuencia fue el de 26 a 30 años, al concentrar el 33.3% de los casos. Respecto al lugar de residencia, 60% de las personas encuestadas manifestaron radicar en Baja California, 10% en otra entidad de la República Mexicana y 30% en el extranjero. Asimismo, 63.3% de las personas egresadas reportaron tener estado civil soltero(a). La encuesta arrojó que existe una inserción relevante de las personas egresadas en sectores como investigación, educación, industria, salud y servicios profesionales. Asimismo, reportan que el plan de estudios contribuyó de manera importante al desarrollo de competencias profesionales, pensamiento crítico, creatividad y solución de problemas. También reconocen que la

formación recibida les ha dado base para aprender en el trabajo, realizar tareas profesionales y mejorar sus perspectivas y desarrollo personal. Sin embargo, entre sus recomendaciones aparece la conveniencia de fortalecer la tecnología para la enseñanza, el material de apoyo, las tutorías y algunos contenidos o áreas emergentes, así como una mejor articulación entre la formación y ciertos espacios de práctica. Esto sugiere que la pertinencia social del programa no depende solo de conservar su solidez disciplinar, sino de actualizarla para que dialogue mejor con los trayectos reales de inserción y desarrollo de sus egresadas y egresados.

Desde esta perspectiva, la necesidad de modificar el plan de estudios se fundamenta socialmente en dos aspectos principales. Por un lado, el programa educativo de Física sigue siendo pertinente porque forma profesionistas con capacidades indispensables para comprender fenómenos complejos, desarrollar conocimiento, innovar y aportar soluciones en ámbitos estratégicos para la sociedad. Por otro lado, el contexto actual exige reforzar ciertos componentes de la formación: mayor vinculación con problemas del entorno, fortalecimiento de habilidades tecnológicas y experimentales, consolidación de competencias transversales, y una mejor articulación entre la formación académica y los escenarios contemporáneos de desempeño profesional. La modificación curricular se vuelve entonces una acción necesaria para sostener la responsabilidad social universitaria del programa y para asegurar que su contribución al desarrollo científico, educativo, económico y tecnológico continúe siendo relevante y oportuna.

2.2. Fundamentación de la profesión

La modificación del plan de estudios de Física se fundamenta, desde la perspectiva de la profesión, en la necesidad de mantener la vigencia y pertinencia de una formación disciplinaria que se desarrolla en un entorno globalizado, interconectado y en acelerada transformación científica y tecnológica. La evaluación de referentes del programa se propuso precisamente analizar la profesión, su evolución, sus campos de acción y los referentes nacionales e internacionales que permiten sustentar la creación, modificación o actualización del programa educativo. Para ello, se integraron tres análisis: la profesión

y su prospectiva, el análisis comparativo de programas educativos y el análisis de organismos nacionales e internacionales.

El análisis de la profesión y su prospectiva muestra que la física se desarrolla hoy en un contexto marcado por el avance acelerado de la ciencia y la tecnología, donde áreas como la inteligencia artificial, la nanotecnología, la computación cuántica, las energías renovables y el trabajo interdisciplinario han modificado las expectativas formativas y los horizontes de desempeño profesional. En ese escenario, la física no se reduce a una disciplina cerrada sobre sí misma, sino que se articula de forma cada vez más estrecha con campos como la biología, la medicina, la informática, la ingeniería y las ciencias de materiales (IEEE, 2023). La evaluación concluye, en este sentido, que el entorno de la profesión exige conocimientos especializados, capacidad de adaptación, apertura interdisciplinaria y respuesta frente a desafíos contemporáneos, entre ellos el cambio climático, la digitalización y la creciente complejidad de los sistemas tecnológicos y sociales.

En cuanto a las prácticas profesionales, el documento señala que las y los físicos realizan investigación sobre las propiedades de los materiales y desarrollan trabajo experimental para estudiar la estructura y el comportamiento de la materia en distintas condiciones. Asimismo, reconoce que las personas egresadas del programa educativo de Física se desempeñan también en actividades de docencia en el área de las ciencias. A ello se suma que el mercado laboral actual ya no se limita a los espacios tradicionales de investigación y enseñanza, sino que se ha ampliado hacia la industria tecnológica, la consultoría, las finanzas, la informática, la biología y la medicina. Esta ampliación de campos de acción obliga a revisar la formación profesional para asegurar que preserve su solidez disciplinaria, pero que también favorezca una mejor transferencia de saberes hacia contextos diversos y cambiantes de aplicación.

La evaluación también identifica profesiones afines con las que la licenciatura comparte ejercicio y práctica profesional, entre ellas Física y Matemáticas, Física Aplicada, Matemáticas e Ingeniería en Física Aplicada. Este dato es relevante porque sitúa al programa educativo de Física en un espacio de diálogo y competencia académica con otras formaciones que, sin ser idénticas, comparten problemas, lenguajes y ámbitos de

desempeño. En consecuencia, la modificación del plan de estudios debe considerar con claridad qué rasgos distinguen a la formación en física de la UABC, cuáles fortalezas disciplinares deben conservarse y cuáles componentes conviene fortalecer para mantener su identidad profesional en un entorno académico cada vez más diverso.

Desde la perspectiva de la evolución de la profesión, el documento recuerda que la física ha experimentado una expansión histórica constante. A nivel internacional, señala que desde la antigua Grecia hasta el siglo XX surgieron nuevas ramas como la física de altas energías, la física atómica y nuclear, la física del estado sólido y la astrofísica. En México, por su parte, se identifican desarrollos en áreas como astrofísica, partículas y campos, fluidos, física estadística, geofísica, materia condensada, física médica y física nuclear. Esta evolución confirma que la profesión no permanece estática: produce nuevas especializaciones, incorpora nuevas metodologías y redefine sus objetos de estudio conforme avanzan la ciencia y la tecnología. En consecuencia, un plan de estudios que aspire a seguir siendo pertinente no puede permanecer inalterado, sino que debe actualizarse a la luz de esas transformaciones disciplinarias.

La prospectiva de la profesión refuerza esta necesidad. El análisis indica que la física seguirá teniendo un crecimiento significativo en sectores tecnológicos como la nanotecnología, la energía renovable y la computación cuántica, al tiempo que ampliará su integración con otras disciplinas como biología, medicina y química. Además, se destaca que la investigación y la docencia continuarán siendo campos importantes, y que las y los físicos serán demandados para atender problemas globales de alta complejidad. También se subraya que en México persisten áreas de oportunidad en campos como astrofísica, óptica, física de fluidos, física estadística, física médica y física nuclear. Todo ello sugiere que la formación profesional debe ofrecer una base suficientemente robusta para sostener el núcleo de la disciplina, pero también lo bastante flexible para responder a ámbitos emergentes y a nuevas trayectorias de desarrollo académico y profesional.

A esta evolución de la profesión se suma el análisis de las habilidades requeridas para el trabajo futuro. La evaluación recupera que, además del dominio disciplinar, los perfiles profesionales demandarán pensamiento analítico y creativo, resiliencia, flexibilidad (Foro Económico Mundial, 2021), agilidad, curiosidad, aprendizaje a lo largo

de la vida, literacidad tecnológica, liderazgo, escucha activa y control de calidad. Este hallazgo es especialmente importante para la modificación curricular, porque muestra que el fortalecimiento del programa no pasa únicamente por añadir contenidos, sino por revisar de qué manera el currículo favorece el desarrollo de competencias complejas que articulen conocimiento científico, capacidades tecnológicas, pensamiento crítico y disposición para el aprendizaje continuo.

El análisis comparativo de programas educativos aporta elementos adicionales de gran valor. En los programas nacionales e internacionales revisados, especialmente en instituciones de alto prestigio, se observan prácticas formativas que refuerzan la investigación temprana, la experiencia de laboratorio, el desarrollo de habilidades matemáticas y analíticas, el uso de herramientas computacionales, la escritura académica y la vinculación con áreas interdisciplinarias. El documento destaca, por ejemplo, que programas como los de Caltech, Berkeley, MIT, Princeton y Harvard enfatizan la experiencia en investigación, la resolución de problemas, la preparación para estudios de posgrado, las habilidades experimentales y computacionales, así como la apertura a trayectorias laborales en investigación, industria de alta tecnología, consultoría, medicina, ingeniería, derecho o políticas públicas. Estas referencias no deben ser trasladadas mecánicamente al contexto local, pero sí ofrecen criterios valiosos para identificar prácticas y estrategias que pueden enriquecer la actualización del programa.

De manera complementaria, el análisis de organismos nacionales e internacionales muestra una situación interesante: aunque existen instancias como CAPEF y CENEVAL vinculadas con evaluación y acreditación, no se identificaron lineamientos específicos que determinen de forma cerrada el contenido que debe considerarse en la Licenciatura en Física, y además no existe un EGEL Plus para esta disciplina. Esto implica que la modificación del plan de estudios debe descansar, más que en una pauta externa rígida, en una lectura cuidadosa de la evolución de la profesión, de sus mejores prácticas formativas y de las necesidades reales del contexto científico y laboral. Lejos de ser una limitación, esto abre la posibilidad de construir una propuesta

curricular con mayor sentido estratégico, siempre que se sostenga en evidencia y en una visión clara del perfil profesional que se desea formar.

En conjunto, la fundamentación de la profesión permite afirmar que la modificación del plan de estudios de Física es necesaria para responder a una profesión en expansión, diversificación y reconfiguración permanente. La física conserva un núcleo disciplinario sólido e indispensable, pero sus campos de acción, sus formas de práctica y las competencias asociadas a su ejercicio profesional exigen una revisión curricular periódica. En este sentido, la actualización del programa debe orientarse a conservar la rigurosidad teórica y metodológica que caracteriza a la disciplina, al tiempo que fortalece la formación experimental, computacional, interdisciplinaria y de vinculación con problemas contemporáneos. De esta manera, la licenciatura podrá seguir formando profesionistas capaces de participar con solvencia en la investigación, la docencia, el desarrollo tecnológico y otros espacios emergentes de desempeño profesional.

2.3. Fundamentación institucional

La modificación del plan de estudios de Física se sustenta institucionalmente en los resultados de la evaluación interna del programa educativo, cuyo propósito fue determinar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, cambio e innovación para fundamentar su modificación o actualización. Dicha evaluación interna se estructuró en cuatro estudios: fundamentos y condiciones de operación del programa educativo, evaluación del currículo, evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes y evaluación del personal académico, infraestructura y servicios. Esta organización permite valorar al programa no sólo desde su diseño curricular, sino también desde las condiciones institucionales que hacen posible su operación cotidiana y su desarrollo académico.

En primer término, la fundamentación institucional se apoya en que el programa cuenta con bases formales de operación y con alineación a la normatividad y a las políticas universitarias. La evaluación del currículo señala expresamente que el plan de estudios 2017-2 se sustenta en el Modelo Educativo de la UABC, en el Plan de Desarrollo Institucional y en la Guía Metodológica para la Creación y Modificación de Programas

Educativos, además de apegarse al Estatuto Escolar; por ello, se reconoce que el programa educativo de Física dispone de un plan alineado a las políticas institucionales de la universidad. Esta alineación constituye una fortaleza relevante, ya que muestra que la propuesta formativa no opera de manera aislada, sino articulada con el marco educativo y organizacional de la institución.

Al mismo tiempo, la propia evaluación interna deja ver que contar con bases institucionales sólidas no excluye la necesidad de actualización. El estudio metodológico señala que, para valorar la operación y los resultados del programa, se integró trabajo documental y empírico, con participación de personas coordinadoras, académicas, egresadas y empleadoras, y que sus opiniones se orientaron a identificar fortalezas y áreas de mejora. Asimismo, en la evaluación interna participaron 12 académicos y académicas, equivalentes al 40% de la población considerada, lo cual ofrece una base suficiente para recuperar la perspectiva del personal docente sobre el funcionamiento del programa.

En lo relativo al currículo, la evaluación interna reconoce elementos valiosos de la estructura vigente. El mapa curricular se organiza en tres etapas de formación —básica, disciplinaria y terminal— y articula competencias orientadas al uso de principios de la física, metodologías cuantitativas, elementos de cómputo y técnicas experimentales para la resolución de problemas. Este rasgo confirma que el programa posee una arquitectura formativa coherente con la naturaleza disciplinaria de la física y con los propósitos institucionales de formación por competencias. Sin embargo, precisamente porque la evaluación revisa el plan, las asignaturas, el mapa curricular y la tecnología educativa para el aprendizaje, abre también la posibilidad de reordenar, fortalecer o actualizar componentes de la propuesta para responder mejor a necesidades contemporáneas de formación.

La trayectoria escolar del estudiantado constituye otro fundamento institucional central para la modificación del plan de estudios. La evaluación interna contempló específicamente el análisis del proceso de ingreso, los indicadores de trayectoria escolar, la participación en programas de apoyo y los resultados del estudiantado en distintas modalidades y eventos. Esto es importante porque permite valorar el programa desde su

desempeño real, no sólo desde su formulación ideal. Las conclusiones de este estudio muestran áreas que requieren atención institucional, por ejemplo, la necesidad de identificar y revisar el contexto pedagógico de las unidades de aprendizaje con mayor rezago por reprobación, reforzar estrategias de apoyo académico, fortalecer técnicas de estudio y gestión del tiempo, y considerar variables de contexto como nivel socioeconómico, motivación y bienestar físico y psicológico. También se señala la conveniencia de ampliar estrategias de apoyo a estudiantes en condición de vulnerabilidad, promover la movilidad estudiantil, fortalecer el servicio de tutoría comunitaria y ampliar la intervención del área de orientación educativa y psicopedagógica.

Estas observaciones son institucionalmente muy significativas porque muestran que la modificación curricular no debe concebirse únicamente como ajuste de contenidos, sino también como respuesta a trayectorias escolares concretas y a condiciones de acompañamiento estudiantil. En otras palabras, la institución cuenta con evidencia de que el fortalecimiento del programa pasa por revisar cómo aprende el estudiantado, dónde se concentran las dificultades, qué apoyos funcionan y cuáles necesitan robustecerse. Desde esta perspectiva, la modificación del plan de estudios puede contribuir a una mejor articulación entre exigencia académica, acompañamiento formativo y permanencia estudiantil.

Es importante señalar que la evaluación de la trayectoria escolar se basó en el análisis de fuentes documentales e institucionales: estadísticas de matrícula, indicadores de rezago por reprobación, datos de deserción y eficiencia terminal, así como registros de participación en programas de apoyo, tutorías y servicios de orientación. De esta manera, la población de referencia comprende el total de estudiantes matriculados en el programa educativo de Física en el período 2019-2 a 2023-2, cuyos datos fueron obtenidos del Sistema de Indicadores y Estadísticas Institucionales de la UABC

Otro componente decisivo de la fundamentación institucional es la calidad y habilitación del personal académico. La evaluación del personal académico reporta que el programa educativo de Física cuenta con 8 profesores y profesoras de tiempo completo y 11 de asignatura; además, el 100% de las y los profesores de tiempo completo posee

estudios de doctorado, y 75% pertenece al SNII y cuenta con perfil PRODEP. A ello se suma que la universidad ofrece actualización didáctico-pedagógica y disciplinaria a través del Programa Flexible de Formación y Desarrollo Docente, con cursos sobre modelo educativo, competencias para la docencia universitaria, innovación educativa, tecnologías de la información y otros temas relevantes. Estos datos muestran que el programa dispone de una planta académica sólida y altamente habilitada, lo cual constituye una fortaleza institucional de gran peso para emprender una modificación curricular con sustento académico real.

Junto con la habilitación docente, la evaluación también documenta producción académica, organización del trabajo colegiado y líneas de generación y aplicación del conocimiento vinculadas con el programa. Se reporta producción en artículos indexados, libros, simposios, foros, congresos nacionales e internacionales, así como participación en proyectos de investigación. Además, se señala que la Facultad de Ciencias cuenta con normatividad y estructura organizativa precisas, con coordinaciones y responsables de área para formación profesional, extensión y vinculación, investigación y posgrado, orientación educativa, servicio social, prácticas profesionales, movilidad estudiantil, formación docente y seguimiento de egresados. También se registran cuerpos académicos y líneas de investigación cuya transferencia fortalece al programa. Todo ello indica que el programa educativo de Física se inserta en una estructura institucional capaz de sostener procesos formativos, colegiados y de investigación, aunque la propia evaluación recomienda seguir promoviendo cursos de formación pedagógica para el personal académico.

En cuanto a infraestructura académica, física y servicios de apoyo, la evaluación interna también ofrece fundamentos claros. El estudio correspondiente fue diseñado para valorar aulas, laboratorios, biblioteca, espacios para docentes, seguridad, conectividad, becas, servicios estudiantiles y tránsito a la vida profesional. En sus conclusiones se reconoce que el programa educativo de Física cuenta con 13 aulas en condiciones óptimas para el desarrollo de las actividades académicas. Asimismo, se documentan apoyos institucionales relevantes, como el sistema integral de tutorías, la orientación educativa y psicológica, distintos tipos de becas, prácticas profesionales, proyectos de

vinculación con valor en créditos, intercambios académicos, bolsa de trabajo, ferias de empleo, talleres de emprendimiento e incubación de empresas. Estas condiciones muestran que el programa no opera en vacío, sino dentro de una red institucional de soporte que favorece la formación integral y el tránsito a la vida profesional.

Sin embargo, también en este ámbito la evaluación identifica áreas de mejora que justifican la modificación del plan de estudios y de sus condiciones de implementación. Entre ellas se encuentran la necesidad de realizar convenios con instituciones como UNAM y CICESE para compartir laboratorios y biblioteca, analizar la idoneidad del equipo de cómputo y software, y atender limitaciones de accesibilidad, como el acceso restringido al segundo piso para personas con discapacidad. Estas observaciones son importantes porque recuerdan que la calidad de un programa no depende sólo del diseño curricular, sino de las condiciones materiales, de inclusión y de soporte académico que acompañan su realización.

La fundamentación institucional también se fortalece con la lectura conjunta de las recomendaciones de las personas egresadas y de los hallazgos internos. Las personas egresadas reconocen la calidad del profesorado, la secuencia adecuada de asignaturas y la proporción entre teoría y práctica; no obstante, también sugieren incrementar tecnología de enseñanza, material de apoyo y tutorías, además de ampliar o diversificar ciertas áreas de la física y mejorar condiciones de apoyo relacionadas con bienestar y salud mental. Aunque estas expresiones no sustituyen el análisis institucional, sí dialogan con él y refuerzan la necesidad de que la universidad revise no sólo qué enseña el programa, sino cómo acompaña la experiencia formativa de sus estudiantes.

En conjunto, la fundamentación institucional permite afirmar que la modificación del plan de estudios de Física no surge de una carencia estructural del programa, sino de una combinación de fortalezas consolidadas y áreas de mejora claramente identificadas. El programa dispone de alineación normativa, una planta académica altamente habilitada, trabajo colegiado, producción académica, estructura curricular definida y servicios institucionales de apoyo; pero, al mismo tiempo, enfrenta retos en actualización curricular, acompañamiento a trayectorias escolares, fortalecimiento de tutorías y apoyos, condiciones de infraestructura especializada, accesibilidad, vinculación

y mejora de recursos para la enseñanza y el aprendizaje. Por ello, la modificación curricular se justifica institucionalmente como una acción orientada a fortalecer la calidad, la pertinencia y la capacidad de respuesta del programa dentro del marco educativo de la UABC.

Tabla 1

Tabla comparativa de plan de estudios 2017-2 y la propuesta de modificación 2027-1

Componente curricular	Plan de estudios 2017-2 (vigente)	Plan de estudios 2027-1 (propuesta)
Estructura general del plan de estudios		
Total de créditos asociados a unidades de aprendizaje	340 créditos (245 obligatorios + 85 optativos)	318 (270 obligatorios+48 optativos)
Etapas de formación	Básica · Disciplinaria · Terminal	Básica · Disciplinaria · Terminal (sin cambio)
UA obligatorias	40 UA obligatorias	39 UA obligatorias
UA optativas registradas	22 UA optativas (plan original)	14 UA optativas registradas en la propuesta (ampliables durante vigencia)
Total de UA	62 UA	53 UA (plan base)
Prácticas profesionales	10 créditos	10 créditos
Tronco común		
Duración	2 periodos	1 periodo
Número de UA en tronco común	12 UA obligatorias (compartido con los programas educativos de Matemáticas Aplicadas, Ciencias Computacionales)	5 UA obligatorias (compartido con los programas educativos de Matemáticas Aplicadas, Ciencias Computacionales y Ciencia de Datos)
UA nuevas en tronco común	NA	• Principios de la Física (nueva) • Tecnología y Sociedad (nueva) • Matemáticas Superiores (nueva)
ETAPA BÁSICA (sin incluir el tronco común)		
UA obligatorias en etapa básica	5 UA obligatorias + 1 optativa	10 UA obligatorias + 2 optativas

Componente curricular	Plan de estudios 2017-2 (vigente)	Plan de estudios 2027-1 (propuesta)
Cambios en UA de esta etapa	NA	• Métodos Experimentales de la Física • Herramientas Computacionales de la Física
Etapa disciplinaria		
UA obligatorias	16 UA obligatorias + 2 optativas	16 UA obligatorias + 2 optativas
UA renombradas y actualizadas	NA	• Métodos Numéricos → Análisis Numérico • Física Térmica → Termodinámica
UA nuevas en esta etapa	NA	• Mecánica de Fluidos (sin equivalente en 2017-2)
Etapa terminal		
UA obligatorias	7 UA obligatorias + 5 optativas	8 UA obligatorias + 4 optativas
UA nuevas en esta etapa	NA	• Actividad de Investigación • Academic English for Science • Teoría Clásica de Campos • Física de los Medios Continuos
Certificados y trayectorias de especialización		
Programas de certificación	No contemplados	3 certificados ofertados por la Facultad, integrados por 3 UA optativas cada uno: • Computación Cuántica • Modelación de Materiales Cuánticos • Láseres y Procesamiento de Señales
Promoción de segunda lengua		
UA en inglés	No incluye UA en inglés	• Academic English for Science (UA obligatoria en etapa terminal) • Competencia en inglés desarrollada transversalmente en todas las etapas mediante bibliografía, recursos y actividades en ese idioma

Componente curricular	Plan de estudios 2017-2 (vigente)	Plan de estudios 2027-1 (propuesta)
Tecnologías de la información, computación e inteligencia artificial		
Integración de TIC en el currículo	Las competencias del área computacional se promueven en las siguientes UA específicas: Diseño de Algoritmos, Introducción a la Programación, Métodos Numéricos y Física Computacional.	Las competencias del área computacional se desarrollan en las siguientes unidades de aprendizaje: Diseño de Algoritmos, Tecnología y Sociedad, Herramientas Computacionales de la Física, Análisis Numérico y Física Computacional. De manera complementaria, estas competencias se fortalecen mediante actividades y tareas específicas en otras unidades de aprendizaje, tales como Principios de la Física, Mecánica, Sistema de Partículas, Álgebra Lineal, Laboratorio de Física y Electricidad y Magnetismo, entre otras.
Inteligencia Artificial	No contemplada	Uso crítico y responsable de IA integrado en varias UA (Principios de la Física, Sistemas de Partículas, Álgebra Lineal, Herramientas Computacionales, Óptica, entre otras)
Formación en habilidades blandas y valores		
Enfoque en habilidades blandas	Implícito en UA de humanidades (Comunicación Oral y Escrita, Historia e Impacto, Formación de Valores)	Se incorpora de manera transversal al plan de estudios al incluir actividades que requieren del trabajo en equipo, pensamiento crítico, comunicación científica, ética, inclusión y bienestar, en diversas UA a lo largo de la trayectoria escolar del estudiantado.
UA con enfoque de género e inclusión	No se contempla	• Mujeres en la Ciencia (optativa)

Componente curricular	Plan de estudios 2017-2 (vigente)	Plan de estudios 2027-1 (propuesta)
		• Pensamiento Crítico, Ciencia y Humanidades (optativa)
Perfil de egreso		
Número de competencias generales	4 competencias generales	5 competencias generales (se agrega: Comunicar resultados de manera clara en contextos académicos y profesionales)
Misión y visión del programa		
Misión	Formar profesionistas de excelencia y de alto nivel competitivo, capaces de aplicar sus conocimientos y habilidades en la física para enfrentar y resolver los retos propios de los entornos científico, académico, social e industrial, con una actitud ética, creativa, solidaria con la sociedad y respetando al medio ambiente.	Formar integralmente profesionistas en física con sólida preparación científica y alto nivel competitivo, capaces de comprender, modelar y explicar fenómenos naturales mediante el pensamiento crítico, el análisis cuantitativo y el uso de tecnologías de la información y la comunicación; así como de generar, aplicar, difundir y transferir conocimiento para atender problemáticas en los ámbitos científico, tecnológico, educativo e industrial, con responsabilidad social, compromiso ético, respeto al medio ambiente y en un marco de equidad, inclusión y reconocimiento de la diversidad.

Componente curricular	Plan de estudios 2017-2 (vigente)	Plan de estudios 2027-1 (propuesta)
Visión	Ser reconocido en el ámbito nacional por la calidad y formación integral de sus egresados y egresadas. El programa ha mantenido su acreditación y su plan de estudios actualizado. Ambos responden a la demanda de los diversos sectores de la sociedad, la academia y la industria en el entorno local, nacional e internacional. El personal académico en su totalidad cuenta con el grado de doctor, el perfil preferente del Programa para el Desarrollo Profesional Docente de la SEP (PRODEP), la distinción del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y está integrado en Cuerpos Académicos consolidados. El programa cuenta con laboratorios equipados y certificados para dar servicio a estudiantes y personal académico tanto en actividades de docencia como de investigación.	Ser un programa educativo reconocido a nivel nacional e internacional por la excelencia, innovación y vanguardia en la formación integral de profesionistas en física, la calidad y profesionalización de su planta académica y su contribución significativa a la generación, aplicación y transferencia del conocimiento científico, incorporando el uso de tecnologías de la información y la comunicación, con impacto social, tecnológico y sustentable, en un entorno educativo incluyente, equitativo y con pertinencia regional e intercultural.

Fuente: Elaboración propia.

3. Filosofía y enfoque educativo

El nuevo plan de estudios de la Licenciatura en Física se sustenta en la filosofía educativa de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), la cual concibe la educación superior como un proceso formativo integral orientado al desarrollo pleno de las personas, la generación y aplicación del conocimiento, y el compromiso con la transformación social. En este marco, la educación universitaria se entiende como un proceso intencional, sistemático y contextualizado que promueve la formación de profesionistas con capacidad crítica, responsabilidad ética y vocación de servicio.

La propuesta curricular se alinea con el Modelo Educativo institucional, que establece los principios, atributos y componentes que orientan la formación universitaria en la UABC (UABC, 2018). Este modelo se fundamenta en corrientes pedagógicas contemporáneas como el humanismo, el constructivismo y la educación a lo largo de la vida, reconociendo al estudiantado como el centro del proceso educativo y como sujeto activo en la construcción de su aprendizaje (UABC, 2018). Desde esta perspectiva, el aprendizaje no se limita a la adquisición de conocimientos, sino que implica la integración de saberes, el desarrollo de habilidades, la formación de valores y la capacidad de actuar de manera pertinente en contextos diversos.

El enfoque humanista orienta la formación hacia el reconocimiento de la dignidad humana, la equidad, la inclusión y el respeto a la diversidad, promoviendo una educación que atiende tanto las dimensiones cognitivas como socioemocionales y éticas del estudiantado. En el diseño del nuevo plan de estudios, este enfoque se traduce en la incorporación de contenidos, estrategias y experiencias formativas que favorecen la responsabilidad social, la sensibilidad ante problemáticas contemporáneas y la formación en valores, así como en la integración de espacios curriculares y modalidades de aprendizaje que promueven la participación activa del estudiantado en contextos reales y diversos. Asimismo, se refleja en el énfasis en el bienestar estudiantil, la atención a trayectorias académicas diferenciadas y la generación de ambientes educativos inclusivos y respetuosos.

Por su parte, el constructivismo fundamenta la organización de experiencias de aprendizaje en las que el conocimiento se construye de manera activa, a partir de la

interacción con el entorno, la reflexión crítica y la resolución de problemas. Este principio se concreta en el plan de estudios mediante la adopción de estrategias como las metodologías activas, el trabajo interdisciplinario, el análisis de casos y la vinculación con escenarios reales, que permiten al estudiantado integrar saberes y desarrollar competencias en situaciones auténticas. De igual forma, se refleja en la estructura progresiva del currículo, en la cual las unidades de aprendizaje están diseñadas para favorecer la construcción gradual del conocimiento, transitando desde fundamentos teóricos hacia su aplicación en contextos complejos.

La educación a lo largo de la vida, como principio transversal, impulsa el desarrollo de capacidades para el aprendizaje autónomo, la actualización continua y la adaptación a contextos cambiantes (UABC, 2018). En el nuevo plan de estudios, este principio se materializa a través de la flexibilidad curricular, la incorporación de unidades de aprendizaje optativas, la diversificación de las modalidades de aprendizaje con obtención de créditos (OMAS) y la promoción de competencias como el autoaprendizaje, la gestión del conocimiento y el uso crítico de tecnologías de la información. Asimismo, se fortalece mediante la integración de experiencias como la movilidad académica, la vinculación con el entorno profesional y el desarrollo de proyectos, que preparan al estudiantado para enfrentar los retos de un contexto dinámico y en constante transformación.

En congruencia con estos fundamentos, el programa educativo adopta un enfoque por competencias, entendido como un modelo formativo que integra de manera articulada conocimientos, habilidades, actitudes y valores en contextos de desempeño, orientando la formación hacia la capacidad de intervenir de manera pertinente en la solución de problemáticas complejas. Este enfoque no se limita a la adquisición de contenidos, sino que privilegia la aplicación del conocimiento, la toma de decisiones fundamentada y la actuación profesional en escenarios reales, favoreciendo la pertinencia y la vinculación con los ámbitos social, productivo y científico.

En el diseño del plan de estudios, este enfoque se traduce en una organización curricular intencionada, en la que cada unidad de aprendizaje contribuye al desarrollo progresivo de las competencias del perfil de egreso. Esto implica una secuencia formativa que transita desde la construcción de fundamentos conceptuales hacia su integración y

aplicación en contextos de mayor complejidad, asegurando la coherencia entre los distintos momentos de la trayectoria académica.

Asimismo, la operacionalización del enfoque por competencias se refleja en la definición de resultados de aprendizaje, en la alineación entre contenidos, actividades formativas y procesos de evaluación, y en la incorporación de experiencias que demandan del estudiantado la movilización integrada de saberes para resolver situaciones auténticas. En este sentido, la evaluación del aprendizaje se orienta a valorar el desempeño en contextos relevantes, mediante evidencias de aprendizaje que permitan identificar el nivel de logro de las competencias, más allá de la memorización de contenidos.

De manera complementaria, este enfoque se articula con la diversificación de escenarios formativos contemplados en el plan de estudios, incluyendo espacios áulicos, de laboratorio, de campo y de vinculación, así como otras modalidades de aprendizaje con obtención de créditos. Estos escenarios favorecen la transferencia del conocimiento, la interdisciplinariedad y la integración teoría-práctica, elementos esenciales para el desarrollo de competencias profesionales

El modelo educativo institucional establece, además, atributos fundamentales que se incorporan de manera transversal en el diseño curricular: la flexibilidad, la formación integral y el sistema de créditos. La flexibilidad curricular permite al estudiantado construir trayectorias formativas acordes con sus intereses, ritmos y necesidades, mediante la combinación de unidades de aprendizaje obligatorias, optativas y otras modalidades de aprendizaje con obtención de créditos. La formación integral favorece el desarrollo equilibrado de las dimensiones académica, ética, social, cultural y profesional. Por su parte, el sistema de créditos reconoce el trabajo académico del estudiantado en diversos contextos formativos, promoviendo la movilidad, la interdisciplinariedad y la diversificación de experiencias de aprendizaje.

El rol del personal docente es fundamental para la implementación efectiva de esta filosofía educativa. En el marco del Modelo Educativo de la UABC, el profesorado se concibe como facilitador, mediador y gestor del aprendizaje, responsable de diseñar experiencias educativas pertinentes, innovadoras y alineadas con las competencias del perfil de egreso (UABC, 2018). En el nuevo plan de estudios, esta función se traduce en

la planeación intencionada de unidades de aprendizaje orientadas al desarrollo de competencias, en las que el docente estructura actividades que integran saberes teóricos y prácticos, promueve el análisis interdisciplinario y vincula el aprendizaje con problemáticas reales del entorno.

Asimismo, el profesorado genera ambientes de aprendizaje activos y colaborativos mediante la implementación de estrategias de enseñanza y de aprendizaje, así como de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas, el análisis de casos, el trabajo en equipo y la integración de experiencias en laboratorio, campo y contextos de vinculación. En este sentido, el docente orienta, acompaña y retroalimenta de manera continua el proceso formativo, favoreciendo la reflexión crítica, la toma de decisiones informada y la aplicación del conocimiento en situaciones auténticas. Su labor también implica el uso pedagógico de tecnologías de la información e inteligencia artificial, la promoción del aprendizaje autónomo y el desarrollo de habilidades transversales en el estudiantado.

De igual forma, el personal docente participa activamente en los procesos de evaluación del aprendizaje desde un enfoque formativo, diseñando instrumentos que permitan valorar el logro de competencias en distintos niveles de complejidad, así como en la evaluación y mejora continua del plan de estudios. Esto incluye su integración en cuerpos académicos, proyectos de investigación, actividades de vinculación y espacios colegiados, desde donde contribuye a la actualización disciplinar, la innovación educativa y la pertinencia del programa frente a las necesidades del entorno.

Por su parte, el estudiantado es concebido como un agente activo, autónomo y corresponsable de su proceso formativo, capaz de gestionar su aprendizaje, tomar decisiones informadas y participar de manera crítica en la construcción del conocimiento. En la operación del nuevo plan de estudios, este papel se materializa en su participación activa en experiencias de aprendizaje que demandan análisis, reflexión, colaboración y aplicación del conocimiento en contextos reales, tales como proyectos interdisciplinarios, prácticas profesionales, actividades de vinculación y otras modalidades de aprendizaje con obtención de créditos.

Esta concepción implica que el estudiantado asume un rol protagónico en la construcción de su trayectoria académica, aprovechando la flexibilidad curricular para

orientar su formación de acuerdo con sus intereses y metas profesionales. Asimismo, desarrolla habilidades para aprender a aprender, trabajar en equipo, comunicarse de manera efectiva en distintos contextos y utilizar de manera crítica herramientas tecnológicas para la gestión del conocimiento.

De manera complementaria, el estudiantado participa en procesos de autoevaluación y coevaluación que fortalecen su capacidad reflexiva y su compromiso con la mejora continua, al tiempo que se involucra en experiencias de movilidad, investigación, emprendimiento y vinculación que amplían su formación y favorecen su inserción en el ámbito profesional. En este sentido, su formación no se limita al aula, sino que se construye a partir de una interacción constante con el entorno social, académico y productivo.

En este sentido, el perfil de egreso del plan de estudios no solo enuncia las competencias a desarrollar, sino que orienta de manera explícita la organización curricular, la selección de contenidos, las estrategias de enseñanza y los mecanismos de evaluación implementados a lo largo de la trayectoria formativa. De esta manera, los fundamentos filosóficos y el modelo educativo institucional se traducen en experiencias de aprendizaje concretas que permiten al estudiantado analizar, intervenir y proponer soluciones en contextos reales, asegurando la coherencia entre la intencionalidad formativa y los resultados del proceso educativo.

3.1. Articulación institucional y del programa educativo

En congruencia con este marco filosófico y educativo, el programa educativo se articula con los referentes institucionales y organizacionales que orientan el quehacer académico de la Universidad y de la unidad académica, asegurando la coherencia entre los principios educativos y la práctica formativa.

Misión y visión de la Universidad Autónoma de Baja California

Misión

Contribuir al desarrollo inclusivo y sostenible, al bienestar de la sociedad bajacaliforniana, la nación y del planeta, a través de la formación integral de profesionistas, de investigadoras, investigadores y ciudadanía comprometida con una cultura democrática; así como a la generación y difusión de la cultura, del conocimiento y de las tecnologías (UABC, 2023, p. 20).

Visión 2040

La UABC es una universidad líder e innovadora con reconocimiento a nivel nacional y global por ser un agente transformador de progreso social que contribuye a la realización plena del ser humano, al desarrollo incluyente y sostenible, a la profundización de la democracia y a la justicia social a través de la formación en licenciatura, posgrado y a lo largo de la vida, y de sus avances científicos, tecnológicos y culturales (UABC, 2023, p. 21).

Misión y visión de la Facultad de Ciencias

Misión

La misión de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California es formar profesionistas de excelencia y de alto nivel competitivo, capaces de aplicar sus conocimientos y habilidades para enfrentar y resolver los retos propios al entorno científico, actual y futuro. La Facultad de Ciencias impulsa la investigación científica en sus diferentes áreas. Además, busca generar conocimiento y extenderlo a la comunidad, llevándolo a su aplicación en el ámbito científico, académico y social. Todo esto con la finalidad de mejorar la calidad de vida en el entorno local, regional, nacional e internacional. Finalmente, fomenta a cada paso los valores culturales, el sentido ético, la responsabilidad social y el respeto al medio ambiente, a través de la extensión de la cultura, la difusión y divulgación del conocimiento. (Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, s. f.)

Visión

La visión de la Facultad de Ciencias es ser una institución reconocida por la competitividad y formación integral de sus egresados, destacada por la calidad y vigencia de sus planes de estudio que responden a la demanda del ámbito científico de los diversos sectores de la sociedad y de la industria en el entorno local y nacional. En la actividad docente, busca tener niveles elevados de formación del personal académico, con un incremento del número de docentes con grado de maestría y doctorado, aprovechando la vinculación y convenios con sectores dedicados a la ciencia para la

formación y actualización constante de los académicos, lo que tiene un impacto favorable en las y los estudiantes, contribuyendo así a la producción científica e intelectual con base en el nuevo modelo educativo. Al estudiantado de la Facultad de Ciencias, además de su valor competitivo, lo destaca su valor que le asigna a la conducta ética, el esfuerzo permanente y el compromiso para responder a las cambiantes realidades de su entorno. Con esta visión, comprometida a contar con la acreditación de los programas de estudio de las carreras y de laboratorios certificados, se pretende la definición colectiva de programas estratégicos, en el marco de referencia de los nuevos paradigmas y considerando el estado actual de oportunidades, fortalezas y debilidades, para encauzarlas a la realización de su misión. (Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, s. f.)

Misión, visión y objetivos del programa educativo de Física

Misión

Formar integralmente profesionistas en física con sólida preparación científica y alto nivel competitivo, capaces de comprender, modelar y explicar fenómenos naturales mediante el pensamiento crítico, el análisis cuantitativo y el uso de tecnologías de la información y la comunicación; así como de generar, aplicar, difundir y transferir conocimiento para atender problemáticas en los ámbitos científico, tecnológico, educativo e industrial, con responsabilidad social, compromiso ético, respeto al medio ambiente y en un marco de equidad, inclusión y reconocimiento de la diversidad.

Visión

Ser un programa educativo reconocido a nivel nacional e internacional por la excelencia, innovación y vanguardia en la formación integral de profesionistas en física, la calidad y profesionalización de su planta académica y su contribución significativa a la generación, aplicación y transferencia del conocimiento científico, incorporando el uso de tecnologías de la información y la comunicación, con impacto social, tecnológico y sustentable, en un entorno educativo incluyente, equitativo y con pertinencia regional e intercultural.

En este nivel, la misión del programa educativo define su propósito formativo, orientado a la formación de profesionistas competentes, éticos y socialmente

responsables. La visión establece la proyección del programa en términos de calidad, pertinencia e impacto académico y social. Por su parte, los objetivos del programa orientan de manera operativa la organización del plan de estudios, las estrategias de enseñanza y los mecanismos de evaluación, asegurando la coherencia entre la intencionalidad formativa y la práctica educativa.

En resumen, la filosofía y el enfoque educativo que sustenta el programa educativo articula los principios del modelo educativo institucional con las necesidades del entorno y las características del campo profesional, consolidando una propuesta curricular pertinente, flexible e innovadora. Esta integración promueve que la formación del estudiantado no solo responda a estándares académicos de calidad, sino que también contribuya al desarrollo sostenible, la equidad social y la transformación responsable de la realidad.

4. Plan de estudios

La estructura del plan de estudios comprende los siguientes apartados: perfil de ingreso, perfil de egreso, campo profesional, características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación, características de las unidades de aprendizaje por áreas de conocimiento, mapa curricular, descripción cuantitativa del plan de estudios, tipología de las unidades de aprendizaje y equivalencia de las unidades de aprendizaje.

4.1. Perfil de ingreso

Quien desee ingresar al programa educativo de la Licenciatura en Física deberá contar con una formación básica que le permita abordar el estudio de los fenómenos naturales desde una perspectiva científica, crítica y reflexiva. También se espera que tenga interés por comprender y explicar la materia, la energía y sus interacciones mediante el razonamiento lógico, el lenguaje matemático, la observación y la experimentación. Además, es deseable que cuente con conocimientos generales en las siguientes áreas:

Conocimientos generales en las áreas de:

- Matemáticas
- Física
- Lógica
- Redacción de textos
- Computación y manejo básico de herramientas digitales

Habilidades para:

- Comunicación oral y escrita
- Razonamiento lógico y pensamiento abstracto
- Capacidad de análisis y síntesis
- Búsqueda, selección y organización de información relevante
- Manejo básico de software
- Aprendizaje autónomo
- Disposición para el uso académico de herramientas computacionales y nuevas tecnologías como apoyo al aprendizaje

Actitudes:

- Interés por la observación, comprensión y explicación de fenómenos físicos
- Curiosidad científica y disposición para aprender de manera continua
- Disciplina y constancia para el estudio
- Disposición para el trabajo individual y colaborativo en contextos diversos
- Apertura a la reflexión sobre el impacto social del conocimiento científico
- Disposición para convivir y aprender en ambientes incluyentes, con respeto a la diversidad
- Disposición para aprender inglés y para adaptarse al uso responsable de nuevas tecnologías

Valores:

- Honestidad académica
- Responsabilidad
- Respeto
- Sentido ético
- Equidad e inclusión
- Respeto a la diversidad y a la dignidad humana
- Compromiso social y con el bien común
- Respeto al medio ambiente

4.2. Perfil de egreso

Quien egrese del programa educativo de Física cuenta con una formación sólida en los fundamentos teóricos, matemáticos, experimentales y computacionales de la disciplina. Esta formación le permite comprender, modelar, analizar y explicar fenómenos naturales con rigor científico, sentido crítico y responsabilidad ética. Asimismo, aplica sus conocimientos para la solución de problemas en ámbitos científicos, tecnológicos, educativos e interdisciplinarios, y se desempeña con disposición para el aprendizaje continuo, el trabajo colaborativo, el uso responsable de nuevas tecnologías y el compromiso con el entorno social y ambiental. La persona egresada del programa educativo de Física es competente para:

1. Formular modelos de sistemas físicos a partir de la comprensión de fenómenos naturales, para analizar y resolver problemas de física con rigor científico.

2. Analizar fenómenos físicos mediante herramientas matemáticas, para describir, interpretar y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones.
3. Desarrollar y aplicar programas computacionales con base en principios fundamentales de la física, para la simulación, el modelado y el análisis de procesos físicos, con actitud crítica y uso responsable de la tecnología.
4. Diseñar, implementar y evaluar experimentos en distintas áreas de la física, mediante técnicas experimentales y computacionales, así como métodos de análisis de datos, con apego a las normas de seguridad, trabajo colaborativo y respeto al medio ambiente.
5. Comunicar resultados, argumentos y propuestas derivados del análisis y la investigación en física, de manera clara y fundamentada, en contextos académicos, científicos y profesionales, con objetividad y ética.

4.3. Campo profesional

Las personas egresadas del programa educativo de Física cuentan con una formación que les permite incorporarse en distintos ámbitos de los sectores público, privado, educativo, científico y tecnológico. Asimismo, pueden participar en proyectos interdisciplinarios orientados a la solución de problemas relacionados con la investigación, la docencia, el desarrollo tecnológico, el análisis de datos, la instrumentación, la modelación y la innovación. Su campo profesional comprende, entre otros, los siguientes espacios de desempeño:

Sector público:

- Laboratorios nacionales y centros públicos de investigación
- Instituciones de educación superior
- Hospitales y espacios vinculados con tecnologías para la salud
- Organismos gubernamentales y empresas paraestatales
- Dependencias y proyectos relacionados con energía, medio ambiente, comunicaciones y desarrollo científico y tecnológico

Sector privado:

- Empresas de base tecnológica
- Laboratorios de investigación y desarrollo
- Industria de manufactura y servicios especializados
- Empresas vinculadas con instrumentación, automatización, análisis de datos, desarrollo de software y tecnologías digitales
- Sectores relacionados con salud, dispositivos médicos, telecomunicaciones y soluciones tecnológicas
- Banca comercial (área de investigación y desarrollo)

Sector educativo y científico:

- Docencia en educación media superior y superior
- Apoyo a la formación científica y tecnológica
- Investigación básica y aplicada
- Estudios de posgrado y trayectoria académica en universidades y centros de investigación nacionales e internacionales

Ejercicio profesional independiente:

- Consultoría científica y tecnológica
- Asesoría técnica y análisis de problemas especializados
- Participación en proyectos interdisciplinarios con sectores social, productivo y gubernamental
- Servicios profesionales en modelación, análisis de datos, instrumentación y desarrollo de soluciones

4.4. Mapa curricular



PLAN 2027-1 LICENCIATURA EN FÍSICA

ETAPA BÁSICA						ETAPA DISCIPLINARIA						ETAPA TERMINAL											
Tronco Común																							
I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII									
Principios de la Física		Mecánica		Sistema de Partículas		Electricidad y Magnetismo		Mecánica de Fluidos		Termodinámica		Teoría Electromagnética		Mecánica Estadística									
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR				
02	03	--	--	07	03	03	--	--	09	02	02	--	--	06	03	03	--	--	09				
Cálculo Diferencial		Cálculo Integral		Cálculo Vectorial		Cálculo Avanzado		Física Moderna		Estructura de la Materia		Física de los Medios Continuos		Física Computacional									
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR				
03	03	--	--	09	02	04	--	--	08	03	02	--	--	06	02	--	03	--	07				
Diseño de Algoritmos		Álgebra Lineal		Ecuaciones Diferenciales Ordinarias		Probabilidad		Variable Compleja		Métodos Matemáticos de la Física		Mecánica Cuántica		Teoría Clásica de Campos									
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR				
02	--	03	--	07	02	04	--	--	08	03	03	--	--	09	02	02	--	00	06				
Matemáticas Superiores		Métodos Experimentales de la Física		Laboratorio de Física		Laboratorio de Electricidad y Magnetismo		Laboratorio de Óptica		Laboratorio de Termodinámica		Actividad de Investigación		Optativa									
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR				
03	03	--	--	09	01	01	02	--	05	00	--	03	--	03	00	03	--	--	Vr				
Tecnología y Sociedad		Herramientas Computacionales de la Física		Ondas y Fluidos		Análisis Numérico		Óptica		Mecánica Clásica		Academic English for Science		Optativa									
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR				
02	02	--	--	06	02	--	03	--	07	02	02	02	--	08	03	03	--	--	03				
Optativa		Optativa		Optativa		Circuitos Eléctricos		Optativa		Optativa		Optativa		Optativa									
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR				
--	--	--	--	Vr	--	--	--	--	Vr	01	--	03	--	05	--	--	--	--	Vr				
ÁREAS DE CONOCIMIENTO						Seriación obligatoria						300 Horas de Servicio Social Comunitario											
Física		Computacional																480 Horas de Servicio Social Profesional					
Matemáticas		Experimental																A2 Idioma extranjero					
						HC HORAS CLASE						270 Créditos Obligatorios						300 Horas de Servicio Social Comunitario					
						HL HORAS LABORATORIO						48 Créditos Optativos						480 Horas de Servicio Social Profesional					
						HT HORAS TALLER						10 Créditos de Prácticas Profesionales						A2 Idioma extranjero					
						HPC HORAS PRÁCTICA CAMPO						328 Créditos totales											
						CR CRÉDITOS																	

4.5. Distribución de créditos y de unidades de aprendizaje

Unidad académica: Facultad de Ciencias, Ensenada

Programa educativo: Licenciatura en Física

Grado académico: Licenciatura

Plan de estudios: 2027-1

Distribución de créditos obligatorios por etapa de formación

Etapas	Obligatorios	Optativos	Total	Porcentajes
Básica	108	12	120	36.60%
Disciplinaria	110	12	122	37.19%
Terminal	52	24	76	23.17%
Prácticas Profesionales	10	--	10	3.04%
Total	280	48	328	100%
Porcentajes	85.37%	14.63%	100%	

Distribución de créditos obligatorios por áreas de conocimiento

Área	Básica	Disciplinaria	Terminal	Total	Porcentajes
Física	29	55	45	129	47.78%
Computacional	20	8	7	35	12.96%
Matemáticas	51	33	--	84	31.11%
Experimental	8	14	--	22	8.15%
Total	108	110	52	270	100%
Porcentajes	40%	40.74%	19.26%	100%	

Distribución de unidades de aprendizaje por etapas de formación

Etapas	Obligatorias	Optativas	Total
Básica	15	2	17
Disciplinaria	16	2	18
Terminal	8	4	12
Total	39	8	47

*Para promover flexibilidad y brindar opciones de formación a las y los estudiantes, se integran en esta propuesta 14 unidades de aprendizaje optativas.

4.6. Características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación

Unidad académica: Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo: Licenciatura en Física
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-1

Clave*	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ**
<i>Etapas Básicas Obligatoria</i>								
01	Principios de Física	02	03	--	--	02	07	
02	Diseño de Algoritmos	02	--	03	--	02	07	
03	Cálculo Diferencial	03	03	--	--	03	09	
04	Matemáticas Superiores	03	03	--	--	03	09	
05	Tecnología y Sociedad	02	02	--	--	02	06	
06	Mecánica	03	03	--	--	03	09	
07	Cálculo Integral	02	04	--	--	02	08	
08	Álgebra Lineal	02	04	--	--	02	08	
09	Métodos Experimentales de la Física	01	01	02	--	01	05	
10	Herramientas Computacionales de la Física	02	--	03	--	02	07	
11	Sistema de Partículas	02	03	--	--	02	07	
12	Cálculo Vectorial	03	02	--	--	03	08	
13	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	03	03	--	--	03	09	
14	Laboratorio de Física	--	--	03	--	--	03	
15	Ondas y Fluidos	02	02	--	--	02	06	
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
<i>Etapas Disciplinaria Obligatoria</i>								
16	Electricidad y Magnetismo	03	03	--	--	03	09	
17	Cálculo Avanzado	03	02	--	--	03	08	
18	Probabilidad	03	02	--	--	03	08	
19	Laboratorio de Electricidad y Magnetismo	--	--	03	--	--	03	
20	Análisis Numérico	02	02	02	--	02	08	
21	Circuitos Eléctricos	01	--	03	--	01	05	
22	Mecánica de Fluidos	02	02	--	--	02	06	
23	Física Moderna	03	02	--	--	03	08	
24	Variable Compleja	03	02	--	--	03	08	

Clave*	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ**
25	Laboratorio de Óptica	--	--	03	--	--	03	
26	Óptica	03	03	--	--	03	09	
27	Termodinámica	03	02	--	--	03	08	
28	Estructura de la Materia	02	02	--	--	02	06	23
29	Métodos Matemáticos de la Física	03	03	--	--	03	09	
30	Laboratorio de Termodinámica	--	--	03	--	--	03	
31	Mecánica Clásica	03	03	--	--	03	09	
	Optativa	--	--	--	--	--	Vr	
	Optativa	--	--	--	--	--	Vr	
Etapas Terminal Obligatoria								
32	Teoría Electromagnética	03	03	--	--	03	09	
33	Física de los Medios Continuos	02	02	--	--	02	06	
34	Mecánica Cuántica	03	03	--	--	03	09	
35	Actividad en Investigación	--	03	--	--	--	03	
36	Academic English for Science	--	03	--	--	--	03	
37	Mecánica Estadística	03	03	--	--	03	09	
38	Física Computacional	02	--	03	--	02	07	
39	Teoría Clásica de Campos	02	02	--	--	02	06	
	Prácticas Profesionales	--	--	--	10	--	10	
	Optativa	--	--	--	--	--	Vr	
	Optativa	--	--	--	--	--	Vr	
	Optativa	--	--	--	--	--	Vr	
	Optativa	--	--	--	--	--	Vr	
Etapas Básica Optativa								
40	Álgebra Lineal Avanzada para las Ciencias Físicas	02	02	--	--	02	06	
41	Introducción a la Astrobiología	02	--	02	--	02	06	
42	Pensamiento Crítico, Ciencia y Humanidades	02	02	--	--	02	06	
43	Teoría de Grupos y Simetrías en la Física	02	02	--	--	02	06	
Etapas Disciplinaria Optativa								
44	La transformada de Fourier y sus Aplicaciones	02	02	--	--	02	06	
45	Información Cuántica	02	02	--	--	02	06	
46	Introducción a los Láseres	03	--	--	--	03	06	
47	Mujeres en la Ciencia	02	02	--	--	02	06	
48	Óptica de Fourier	02	02	--	--	02	06	

Clave*	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ**
<i>Etapas Terminal Optativa</i>								
49	Introducción a la Geofísica	02	--	--	02	02	06	
50	Física del Estado Sólido	02	02	--	--	02	06	
51	Introducción a la Física Médica	03	--	--	--	03	06	
52	Mecánica Cuántica Avanzada	02	02	--	--	02	06	
53	Procesamiento Digital de Imágenes	02	--	04	--	02	08	

*No es la clave oficial, es una numeración consecutiva asignada para el control, orden y organización de las asignaturas. Cuando el plan de estudios se apruebe por el H. Consejo Universitario, se procede al registro oficial en el Sistema Integral de Planes y Programas de Estudio y Autoevaluación y se le asigna la clave.

**Estas unidades de aprendizaje pueden impartirse en inglés de acuerdo con las condiciones de la unidad académica. El programa de unidad de aprendizaje se diseñó en español e inglés. Esto atiende a las políticas institucionales sobre la promoción de una segunda lengua, principalmente el inglés.

*** Nomenclatura:

HC: Horas Clase

HT: Horas Taller

HL: Horas Laboratorio

HPC: Horas Prácticas de Campo

HE: Horas Extra clase

CR: Créditos

RQ: Requisitos.

Vr. Variable

4.7. Características de las unidades de aprendizaje por áreas de conocimiento

Unidad académica: Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo: Licenciatura en Física
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-1

Área: Física								
Clave	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ
01	Principios de Física	02	03	--	--	02	07	
06	Mecánica	03	03	--	--	03	09	
11	Sistema de Partículas	02	03	--	--	02	07	
15	Ondas y Fluidos	02	02	--	--	02	06	
16	Electricidad y Magnetismo	03	03	--	--	03	09	
22	Mecánica de Fluidos	02	02	--	--	02	06	
23	Física Moderna	03	02	--	--	03	08	
26	Óptica	03	03	--	--	03	09	
27	Termodinámica	03	02	--	--	03	08	
28	Estructura de la Materia	02	02	--	--	02	06	23
31	Mecánica Clásica	03	03	--	--	03	09	
32	Teoría Electromagnética	03	03	--	--	03	09	
33	Física de los Medios Continuos	02	02	--	--	02	06	
34	Mecánica Cuántica	03	03	--	--	03	09	
35	Actividad en Investigación	--	03	--	--	--	03	
36	Academic English for Science	--	03	--	--	--	03	
37	Mecánica Estadística	03	03	--	--	03	09	
39	Teoría Clásica de Campos	02	02	--	--	02	06	
Unidades de Aprendizaje Optativas								
41	Introducción a la Astrobiología	02	--	02	--	02	06	
42	Pensamiento Crítico, Ciencia y Humanidades	02	02	--	--	02	06	
44	La transformada de Fourier y sus Aplicaciones	02	02	--	--	02	06	
46	Introducción a los Láseres	03	--	--	--	03	06	
47	Mujeres en la Ciencia	02	02	--	--	02	06	
48	Óptica de Fourier	02	02	--	--	02	06	
49	Introducción a la Geofísica	02	--	--	02	02	06	
50	Física del Estado Sólido	02	02	--	--	02	06	
51	Introducción a la Física Médica	03	--	--	--	03	06	
52	Mecánica Cuántica Avanzada	02	02	--	--	02	06	

Área: Computacional								
Clave	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ
02	Diseño de Algoritmos	02	--	03	--	02	07	
05	Tecnología y Sociedad	02	02	--	--	02	06	
10	Herramientas Computacionales de la Física	02	--	03	--	02	07	
20	Análisis Numérico	02	02	02	--	02	08	
38	Física Computacional	02	--	03	--	02	07	
Unidades de Aprendizaje Optativas								
53	Procesamiento Digital de Imágenes	02	--	04	--	02	08	

Área: Matemáticas								
Clave	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ
03	Cálculo Diferencial	03	03	--	--	03	09	
04	Matemáticas Superiores	03	03	--	--	03	09	
07	Cálculo Integral	02	04	--	--	02	08	
08	Álgebra Lineal	02	04	--	--	02	08	
12	Cálculo Vectorial	03	02	--	--	03	08	
13	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	03	03	--	--	03	09	
17	Cálculo Avanzado	03	02	--	--	03	08	
18	Probabilidad	03	02	--	--	03	08	
24	Variable Compleja	03	02	--	--	03	08	
29	Métodos Matemáticos de la Física	03	03	--	--	03	09	
Unidades de Aprendizaje Optativas								
40	Álgebra Lineal Avanzada para las Ciencias Físicas	02	02	--	--	02	06	
43	Teoría de Grupos y Simetrías en la Física	02	02	--	--	02	06	
45	Información Cuántica	02	02	--	--	02	06	

Área: Experimental								
Clave	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ
09	Métodos Experimentales de la Física	01	01	02	--	01	05	
14	Laboratorio de Física	--	--	03	--	--	03	

Área: Experimental								
Clave	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ
19	Laboratorio de Electricidad y Magnetismo	--	--	03	--	--	03	
21	Circuitos Eléctricos	01	--	03	--	01	05	
25	Laboratorio de Óptica	--	--	03	--	--	03	
30	Laboratorio de Termodinámica	--	--	03	--	--	03	

4.8. Tipología de las unidades de aprendizaje

Unidad académica: Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo: Licenciatura en Física
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-1

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	<i>Etapas Básicas Obligatorias</i>		
01	Principios de Física	3	
	Taller de Principios de Física	2	
02	Diseño de Algoritmos	3	
	Laboratorio de Diseño de Algoritmos	2	
03	Cálculo Diferencial	3	
	Taller de Cálculo Diferencial	2	
04	Matemáticas Superiores	3	
	Taller de Matemáticas Superiores	2	
05	Tecnología y Sociedad	3	
	Taller de Tecnología y Sociedad	2	
06	Mecánica	3	
	Taller de Mecánica	2	
07	Cálculo Integral	3	
	Taller de Cálculo Integral	2	
08	Álgebra Lineal	3	
	Taller de Álgebra Lineal	2	
09	Métodos Experimentales de la Física	3	
	Taller de Métodos Experimentales de la Física	2	
	Laboratorio de Métodos Experimentales de la Física	2	
10	Herramientas Computacionales de la Física	3	
	Laboratorio de Herramientas Computacionales de la Física	2	
11	Sistema de Partículas	3	
	Taller de Sistema de Partículas	2	
12	Cálculo Vectorial	3	
	Taller de Cálculo Vectorial	2	
13	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	3	
	Taller de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	2	
14	Laboratorio de Física	—	No tiene HC
	Laboratorio de Física	2	
15	Ondas y Fluidos	3	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	Taller de Ondas y Fluidos	2	
	<i>Etapas Disciplinarias Obligatorias</i>		
16	Electricidad y Magnetismo	3	
	Taller de Electricidad y Magnetismo	2	
17	Cálculo Avanzado	3	
	Taller de Cálculo Avanzado	2	
18	Probabilidad	3	
	Taller de Probabilidad	2	
19	Laboratorio de Electricidad y Magnetismo	–	No tiene HC
	Laboratorio de Electricidad y Magnetismo	2	
20	Análisis Numérico	3	
	Taller de Análisis Numérico	2	
	Laboratorio de Análisis Numérico	2	
21	Circuitos Eléctricos	3	
	Laboratorio de Circuitos Eléctricos	2	
22	Mecánica de Fluidos	3	
	Taller de Mecánica de Fluidos	2	
23	Física Moderna	3	
	Taller de Física Moderna	2	
24	Variable Compleja	3	
	Taller de Variable Compleja	2	
25	Laboratorio de Óptica	–	No tiene HC
	Laboratorio de Óptica	2	
26	Óptica	3	
	Taller de Óptica	2	
27	Termodinámica	3	
	Taller de Termodinámica	2	
28	Estructura de la Materia	3	
	Taller de Estructura de la Materia	2	
29	Métodos Matemáticos de la Física	3	
	Taller de Métodos Matemáticos de la Física	2	
30	Laboratorio de Termodinámica	–	No tiene HC
	Laboratorio de Termodinámica	2	
31	Mecánica Clásica	3	
	Taller de Mecánica Clásica	2	
	<i>Etapas Terminales Obligatorias</i>		
32	Teoría Electromagnética	3	
	Taller de Teoría Electromagnética	2	
33	Física de los Medios Continuos	3	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	Taller de Física de los Medios Continuos	2	
34	Mecánica Cuántica	3	
	Taller de Mecánica Cuántica	2	
35	Actividad en Investigación	–	No tiene HC
	Taller de Actividad en Investigación	2	
36	Academic English for Science	–	No tiene HC
	Workshop of Academic English for Science	2	
37	Mecánica Estadística	3	
	Taller de Mecánica Estadística	2	
38	Física Computacional	3	
	Laboratorio de Física Computacional	2	
39	Teoría Clásica de Campos	3	
	Taller de Teoría Clásica de Campos	2	
	<i>Etapa Básica Optativa</i>		
40	Álgebra Lineal Avanzada para las Ciencias Físicas	3	
	Taller de Álgebra Lineal Avanzada para las Ciencias Físicas	2	
41	Introducción a la Astrobiología	3	
	Laboratorio de Introducción a la Astrobiología	2	
42	Pensamiento Crítico, Ciencia y Humanidades	3	
	Taller de Pensamiento Crítico, Ciencia y Humanidades	2	
43	Teoría de Grupos y Simetrías en la Física	3	
	Taller de Teoría de Grupos y Simetrías en la Física	2	
	<i>Etapa Disciplinaria Optativa</i>		
44	La transformada de Fourier y sus Aplicaciones	3	
	Taller de La transformada de Fourier y sus Aplicaciones	2	
45	Información Cuántica	3	
	Taller de Información Cuántica	2	
46	Introducción a los Láseres	3	
47	Mujeres en la Ciencia	3	
	Taller de Mujeres en la Ciencia	2	
48	Óptica de Fourier	3	
	Taller de Óptica de Fourier	2	
	<i>Etapa Terminal Optativa</i>		
49	Introducción a la Geofísica	3	
	Práctica de campo de Introducción a la Geofísica	1	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
50	Física del Estado Sólido	3	
	Taller de Física del Estado Sólido	2	
51	Introducción a la Física Médica	3	
52	Mecánica Cuántica Avanzada	3	
	Taller de Mecánica Cuántica Avanzada	2	
53	Procesamiento Digital de Imágenes	3	
	Laboratorio de Procesamiento Digital de Imágenes	2	

La tipología de las asignaturas se refiere a los parámetros que se toman en cuenta para la realización eficiente del proceso de aprendizaje integral, tomando en consideración la forma en cómo ésta se desarrolla de acuerdo a sus características, es decir, teóricas o prácticas (laboratorio, taller, clínica o práctica de campo etc.), el equipo necesario, material requerido y espacios físicos en los que se deberá desarrollar el curso, todo ello determinará la cantidad de estudiantes que podrán atenderse por grupo.

De acuerdo con la Guía Metodológica para la Creación, Modificación y Actualización de los Programas Educativos de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC, 2010), existen tres tipologías y es importante precisar, que será el rango normal el que deberá predominar para la formación de los grupos; los casos de límite superior e inferior sólo deberán considerarse cuando la situación así lo amerite por las características propias de la asignatura. Así mismo, se deberá considerar la infraestructura de la unidad académica, evitando asignar un tipo 3 (grupo numeroso) a un laboratorio con capacidad de 10 a 12 estudiantes cuya característica es horas clase (HC) y horas laboratorio (HL). La tipología se designará tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo 1. Está considerado para aquellas actividades de la enseñanza en las que se requiere la manipulación de instrumentos, animales o personas, en donde la responsabilidad de asegurar el adecuado manejo de los elementos es del o la docente y donde, además, es indispensable la supervisión de la ejecución del estudiantado de manera directa y continua (clínica y práctica). El rango correspondiente a este tipo es: rango normal = 6 a 10 estudiantes.
- Tipo 2. Está diseñado para cumplir con una amplia gama de actividades de

enseñanza aprendizaje, en donde se requiere una relación estrecha para la supervisión o asesoría docente. Presupone una actividad predominante del estudiantado y un seguimiento vigilante e instrucción correctiva docente (talleres, laboratorios). rango normal = 12 a 20 estudiantes.

- Tipo 3. Son asignaturas básicamente teóricas en las cuales predominan las técnicas expositivas; la actividad se lleva a cabo dentro del aula y requiere un seguimiento grupal en el proceso de aprendizaje integral: rango normal = 24 a 40 estudiantes.

4.9. Equivalencias de las unidades de aprendizaje

Unidad académica: Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo: Licenciatura en Física
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-1

Clave	Unidad de aprendizaje Plan 2027-1	Clave	Unidad de aprendizaje Plan 2017-2
	<i>Etapas Básica Obligatoria</i>		
01	Principios de Física	–	Sin equivalencia
02	Diseño de Algoritmos	23815	Diseño de Algoritmos
03	Cálculo Diferencial	23816	Cálculo Diferencial
04	Matemáticas Superiores	–	Sin equivalencia
05	Tecnología y Sociedad	–	Sin equivalencia
06	Mecánica	23824	Mecánica
07	Cálculo Integral	23822	Cálculo Integral
08	Álgebra Lineal	23823	Álgebra Lineal
09	Métodos Experimentales de la Física	23825	Métodos Experimentales
10	Herramientas Computacionales de la Física	23821	Introducción a la Programación
11	Sistema de Partículas	24806	Sistema de Partículas
12	Cálculo Vectorial	23828	Cálculo Vectorial
13	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	23834	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias
14	Laboratorio de Física	24828	Laboratorio de Física
15	Ondas y Fluidos	24805	Ondas y Fluidos
	<i>Etapas Disciplinaria Obligatoria</i>		
16	Electricidad y Magnetismo	24814	Electricidad y Magnetismo
17	Cálculo Avanzado	24790	Cálculo Avanzado
18	Probabilidad	23829	Probabilidad
19	Laboratorio de Electricidad y Magnetismo	24815	Laboratorio de Electricidad y Magnetismo
20	Análisis Numérico	23841	Métodos Numéricos
21	Circuitos Eléctricos	23869	Circuitos Eléctricos
22	Mecánica de Fluidos	–	Sin equivalencia
23	Física Moderna	24818	Física Moderna
24	Variable Compleja	24792	Variable Compleja
25	Laboratorio de Óptica	24817	Laboratorio de Óptica
26	Óptica	24816	Óptica
27	Termodinámica	24829	Física Térmica

Clave	Unidad de aprendizaje Plan 2027-1	Clave	Unidad de aprendizaje Plan 2017-2
28	Estructura de la Materia	24833	Estructura de la Materia
29	Métodos Matemáticos de la Física	24831	Métodos Matemáticos de la Física
30	Laboratorio de Termodinámica	24830	Laboratorio de Termodinámica
31	Mecánica Clásica	24832	Mecánica Clásica
	<i>Etapas Terminal Obligatoria</i>		
32	Teoría Electromagnética	24835	Teoría Electromagnética
33	Física de los Medios Continuos	24841	Medios Deformables
34	Mecánica Cuántica	24837	Mecánica Cuántica
35	Actividad en Investigación	–	Sin equivalencia
36	Academic English for Science	–	Sin equivalencia
37	Mecánica Estadística	24840	Mecánica Estadística
38	Física Computacional	24839	Física Computacional
39	Teoría Clásica de Campos	–	Sin equivalencia
	<i>Etapas Básicas Optativas</i>		
40	Álgebra Lineal Avanzada para las Ciencias Físicas	–	Sin equivalencia
41	Introducción a la Astrobiología	42913	Introducción a la Astrobiología
42	Pensamiento Crítico, Ciencia y Humanidades	–	Sin equivalencia
43	Teoría de Grupos y Simetrías en la Física	–	Sin equivalencia
	<i>Etapas Disciplinarias Optativas</i>		
44	La transformada de Fourier y sus Aplicaciones	42712	Introducción a la Transformada de Fourier y sus Aplicaciones
45	Información Cuántica	–	Sin equivalencia
46	Introducción a los Láseres	–	Sin equivalencia
47	Mujeres en la Ciencia	47479	Mujeres en la Ciencia
48	Óptica de Fourier	–	Sin equivalencia
	<i>Etapas Terminal Optativas</i>		
49	Introducción a la Geofísica	52299	Principios de Geofísica
50	Física del Estado Sólido	–	Sin equivalencia
51	Introducción a la Física Médica	–	Sin equivalencia
52	Mecánica Cuántica Avanzada	24844	Mecánica Cuántica II
53	Procesamiento Digital de Imágenes	–	Sin equivalencia

5. Estructura y componentes formativos del plan de estudios

El presente capítulo expone la estructura y los componentes formativos del plan de estudios, los cuales han sido diseñados estratégicamente para garantizar una formación pertinente, integral y alineada con las exigencias actuales del entorno social, profesional y disciplinar. La propuesta curricular responde a un enfoque por competencias, orientado a la formación de profesionistas capaces de analizar, intervenir y transformar su contexto mediante la integración de conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

La organización del plan de estudios en etapas de formación —básica, disciplinaria y terminal— permite estructurar trayectorias académicas coherentes y progresivas, que transitan desde la adquisición de fundamentos hasta la aplicación del conocimiento en escenarios reales. Esta estructura favorece el desarrollo gradual de competencias, fortaleciendo la vinculación con el entorno y facilitando una transición efectiva hacia el ejercicio profesional.

De manera estratégica, el plan incorpora componentes formativos transversales que responden a las tendencias contemporáneas de la educación superior y a las demandas del campo profesional, tales como el fortalecimiento del idioma inglés, el uso crítico y pertinente de las tecnologías de la información y la inteligencia artificial, así como el desarrollo de habilidades blandas orientadas al liderazgo, la comunicación y la toma de decisiones en contextos complejos.

Asimismo, la propuesta integra mecanismos de flexibilidad curricular, mediante la optatividad orientada a la obtención de certificados y la diversificación de experiencias de aprendizaje, lo que permite al estudiantado construir trayectorias académicas pertinentes y diferenciadas. De igual forma, se incorpora el bienestar estudiantil como un eje central, reconociendo su impacto en la permanencia, el rendimiento académico y la formación integral.

El programa educativo de Física tiene dos componentes fundamentales. El primero se mantiene en apego a la metodología curricular de la UABC basado en un modelo flexible con un enfoque en competencias. El segundo consiste en la formación sólida en las áreas de Física, Computacional, Matemáticas y Experimental.

5.1. Etapas de formación

El plan de estudios está compuesto de tres etapas de formación donde se procura dosificar la complejidad de unidades de aprendizaje y contenidos buscando desarrollar y proporcionar al estudiantado las competencias propias de la Física, las cuales serán verificables y extrapolables a la práctica profesional real que se gesta en el entorno, mismas que podrán ser adecuadas de acuerdo con la evolución y desarrollo de la ciencia y tecnología de su disciplina.

5.1.1. Etapa básica

La etapa de formación básica abarca los tres primeros periodos escolares del plan de estudios e incluye 15 unidades de aprendizaje obligatorias y 2 unidades de aprendizaje optativas. Estas asignaturas contribuyen a la formación básica, elemental e integral del estudiantado, con un enfoque principalmente formativo que facilita la adquisición de conocimientos de diversas disciplinas. Este enfoque promueve competencias contextualizadoras, metodológicas, instrumentales y cuantitativas esenciales para su desarrollo. En esta etapa, el estudiantado deberá completar 108 créditos obligatorios y 12 créditos optativos.

Desde esta etapa, el estudiantado tendrá la oportunidad de participar en cursos y actividades complementarias en áreas de deportes y cultura que fortalezcan su formación integral. Antes de finalizar la etapa básica, el estudiantado deberá acreditar 300 horas de servicio social comunitario. En caso de no cumplir con este requisito, durante la etapa disciplinaria, el número de asignaturas que podrán cursar estará limitado a tres, de acuerdo con el Reglamento de Servicio Social de la UABC.

Competencia de la etapa básica

Aplicar los principios fundamentales de la física clásica mediante el razonamiento científico, el análisis cuantitativo, la interpretación de modelos matemáticos, el uso inicial de tecnologías de la información y la comunicación y la experimentación básica, para resolver problemas e interpretar fenómenos naturales con pensamiento crítico, responsabilidad y respeto al entorno, en un marco de equidad e inclusión.

5.1.2. Etapa disciplinaria

En la etapa disciplinaria, el estudiantado tiene la oportunidad de conocer, profundizar y enriquecerse de los conocimientos teórico-metodológicos y técnicos de la profesión orientados a un aprendizaje genérico del ejercicio profesional. Esta etapa comprende contenidos del programa y el nivel de conocimiento más complejo, desarrollándose en tres períodos intermedios. Esta etapa se compone de 18 unidades de aprendizaje: 16 obligatorias y 2 optativas, dividiendo sus créditos en 108 créditos obligatorios y 12 optativos.

En esta etapa, el estudiantado habiendo acreditado el servicio social comunitario o primera etapa, podrá iniciar su servicio social profesional al haber cubierto el 60% de avance en los créditos totales del plan de estudios y concluirlo en la etapa terminal de acuerdo con lo que establece el Reglamento de Servicio Social vigente.

Competencia de la etapa disciplinaria

Analizar fenómenos físicos mediante el uso de formalismos teóricos, métodos matemáticos, herramientas computacionales, el desarrollo básico de programas y técnicas experimentales, para explicar o predecir el comportamiento de sistemas físicos con rigor científico, actitud crítica, compromiso ético y respeto al ambiente.

5.1.3. Etapa terminal

La etapa terminal se establece en los últimos dos periodos del programa educativo, donde se refuerzan los conocimientos teórico-instrumentales específicos; se incrementan los trabajos prácticos; y se desarrolla la participación del estudiantado en el campo profesional, explorando las distintas orientaciones a través de la integración y

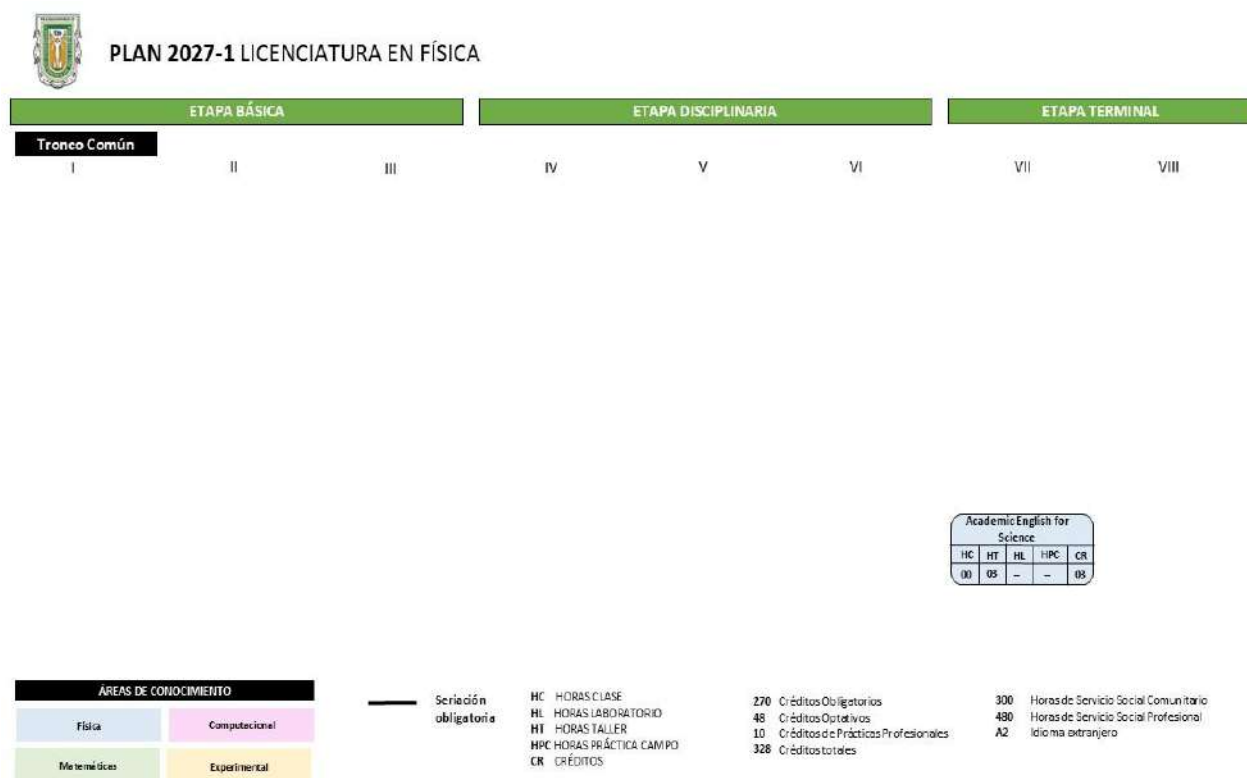
aplicación de los conocimientos adquiridos para enriquecerse en áreas afines y poder distinguir los aspectos relevantes de las técnicas y procedimientos que el perfil profesional requiere en la solución de problemas o generación de alternativas.

La etapa se compone de dos períodos que integran 8 unidades de aprendizaje obligatorias y 4 unidades de aprendizaje optativas con un total de 76 créditos, de los cuales 52 son obligatorios y 24 son optativos, además de 10 créditos obligatorios de las Prácticas Profesionales que el estudiantado debe realizar cuando haya cubierto el 70% de los créditos del plan de estudios, según lo establecido en el Reglamento General para la Prestación de Prácticas Profesionales vigente de la UABC. En esta etapa, el estudiantado podrá realizar hasta dos proyectos de vinculación con valor en créditos con un mínimo de dos créditos optativos cada uno.

5.2. Promoción de competencia en el idioma inglés

La competencia en idioma inglés se desarrolla de manera explícita en la unidad de aprendizaje obligatoria *Academic English for Science*. Esta unidad de aprendizaje tiene como propósito que el estudiantado utilice el inglés en un contexto académico-científico. Su competencia central consiste en leer, escribir y presentar investigación científica en ese idioma. Para ello, incorpora prácticas específicas como la lectura crítica de artículos científicos en inglés, la elaboración de glosarios técnicos, la redacción de resúmenes e informes, y las presentaciones orales mediante la simulación de un congreso científico. De este modo, fortalece competencias de comunicación indispensables para la formación y proyección académica en el campo de la Física. No obstante, la competencia en idioma inglés también se desarrolla de manera transversal en la formación del estudiantado de Física, debido a que una parte importante de la bibliografía especializada, los artículos científicos y diversos recursos académicos en Física, Matemáticas y Computación se encuentran en ese idioma.

A continuación, se presentan las unidades de aprendizaje que promueven el desarrollo de competencia en el idioma inglés.



5.3. Promoción del uso de la TI e IA para el desarrollo de la profesión

En respuesta a los cambios en la disciplina y a las necesidades actuales de la formación científica, la propuesta curricular del programa educativo de Física incorpora de manera progresiva tecnologías de la información y, en unidades de aprendizaje específicas, el uso crítico y responsable de herramientas de inteligencia artificial. Esta integración no se concentra en una sola asignatura, sino que se distribuye a lo largo del trayecto formativo mediante actividades de programación, simulación, visualización de datos, modelado computacional, análisis experimental asistido por software y uso de recursos digitales especializados. De esta manera, el estudiantado fortalece competencias para la resolución de problemas, el análisis cuantitativo, la interpretación de fenómenos físicos y el trabajo con herramientas propias de la práctica científica actual. Las unidades de aprendizaje que promueven estas experiencias son las siguientes:

Tronco común

- *Principios de la Física* (IA + TI): integra simulaciones, Python/Colab y recursos de IA para el análisis de fenómenos físicos.
- *Diseño de Algoritmos* (TI): fortalece la base algorítmica para programación, modelado y resolución estructurada de problemas.
- *Tecnología y Sociedad* (TI): promueve el uso responsable de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), el respeto a la legalidad y la reflexión ética sobre su impacto social, así como conocimientos legales y normativos.

Etapa básica

- *Mecánica* (TI): utiliza Python/Jupyter, gráficas y simulaciones para representar y analizar el movimiento.
- *Sistemas de Partículas* (IA + TI): promueve pensamiento computacional con Python asistido por IA para modelar y validar fenómenos.
- *Álgebra Lineal* (IA + TI): incorpora prácticas computacionales con Python/Colab e IA como apoyo para verificar procedimientos.
- *Métodos Experimentales de la Física* (TI): integra herramientas digitales, graficación y análisis computacional de datos experimentales.
- *Laboratorio de Física* (TI): vincula técnicas instrumentales con software y ajuste computacional de datos.
- *Herramientas Computacionales de la Física* (IA + TI): constituye un curso eje para programación, visualización, simulación y uso crítico de IA en Python.

Etapa disciplinaria

- *Electricidad y Magnetismo* (TI): emplea recursos gráficos y computacionales para visualizar campos y modelar fenómenos.
- *Física Moderna* (TI): articula la resolución de problemas con talleres y simulaciones computacionales.
- *Laboratorio de Electricidad y Magnetismo* (TI): integra instrumentación, cálculo y

herramientas computacionales en prácticas experimentales.

- *Laboratorio de Óptica* (TI): utiliza análisis computacional e instrumental para documentar y explicar resultados experimentales.
- *Laboratorio de Termodinámica* (TI): emplea técnicas experimentales y computacionales para recolectar y analizar datos.
- *Análisis Numérico* (TI): desarrolla programación y solución computacional de problemas numéricos clásicos.
- *Óptica* (IA + TI): incorpora simulación y una práctica con IA para generar código en Python aplicado a ecuaciones de Fresnel.
- *Circuitos Eléctricos* (TI): se apoya en simuladores y software especializado para validar modelos de circuitos.

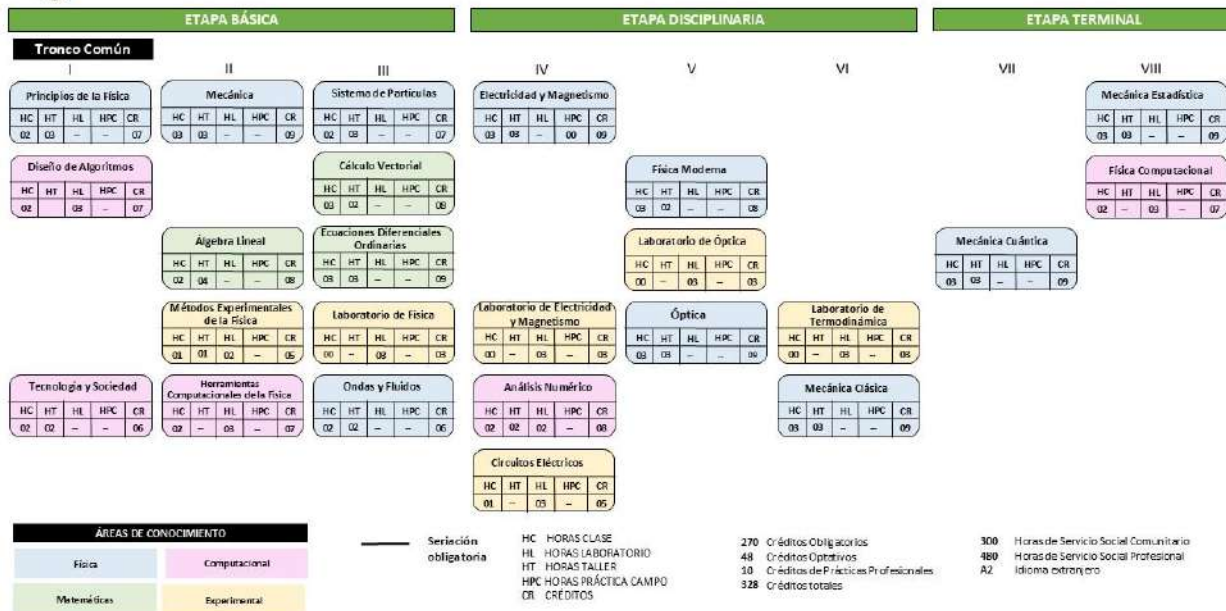
Etapas terminal

- *Mecánica Estadística* (TI): promueve simulación y programación para estudiar sistemas complejos y fenómenos macroscópicos.
- *Física Computacional* (TI): consolida el eje computacional del programa mediante la resolución de sistemas físicos complejos haciendo uso de métodos numéricos en diferencias finitas. Se abordan problemas cuya solución analítica es inviable o extremadamente costosa.
- *Mecánica Cuántica* (TI): trabaja con Python, Jupyter/Colab y paquetes especializados como Qiskit o QuTiP en prácticas del curso.

En seguida, se presentan las unidades de aprendizaje que promueven el uso de la tecnología e inteligencia artificial para el desarrollo de la profesión.



PLAN 2027-1 LICENCIATURA EN FÍSICA



5.4. Promoción de habilidades blandas para el ejercicio de la profesión

Las unidades de aprendizaje que promueven habilidades blandas se describen a continuación.

Tronco común

- *Principios de la Física*: introduce el trabajo en equipo, la comunicación de resultados, el desarrollo de proyectos integradores, el pensamiento crítico y la responsabilidad académica.
- *Tecnología y Sociedad*: promueve el análisis de dilemas éticos y actitudes de responsabilidad, integridad y compromiso social para la toma de decisiones en el área de las TIC.

Etapa básica

- *Mecánica*: fortalece el trabajo en equipo, la comunicación escrita y visual, y la colaboración efectiva en la resolución de problemas físicos.
- *Métodos Experimentales de la Física*: promueve el trabajo colaborativo, la creatividad, la disciplina, el análisis crítico y la responsabilidad mediante bitácoras,

diseño de experimentos y análisis de resultados.

- *Laboratorio de Física*: desarrolla la presentación oral, el trabajo colaborativo, la organización y el análisis crítico de datos experimentales.
- *Herramientas Computacionales para la Física*: favorece la comunicación clara, el pensamiento crítico, la creatividad, la responsabilidad y la ética académica a través de reportes, proyectos y validación de resultados.

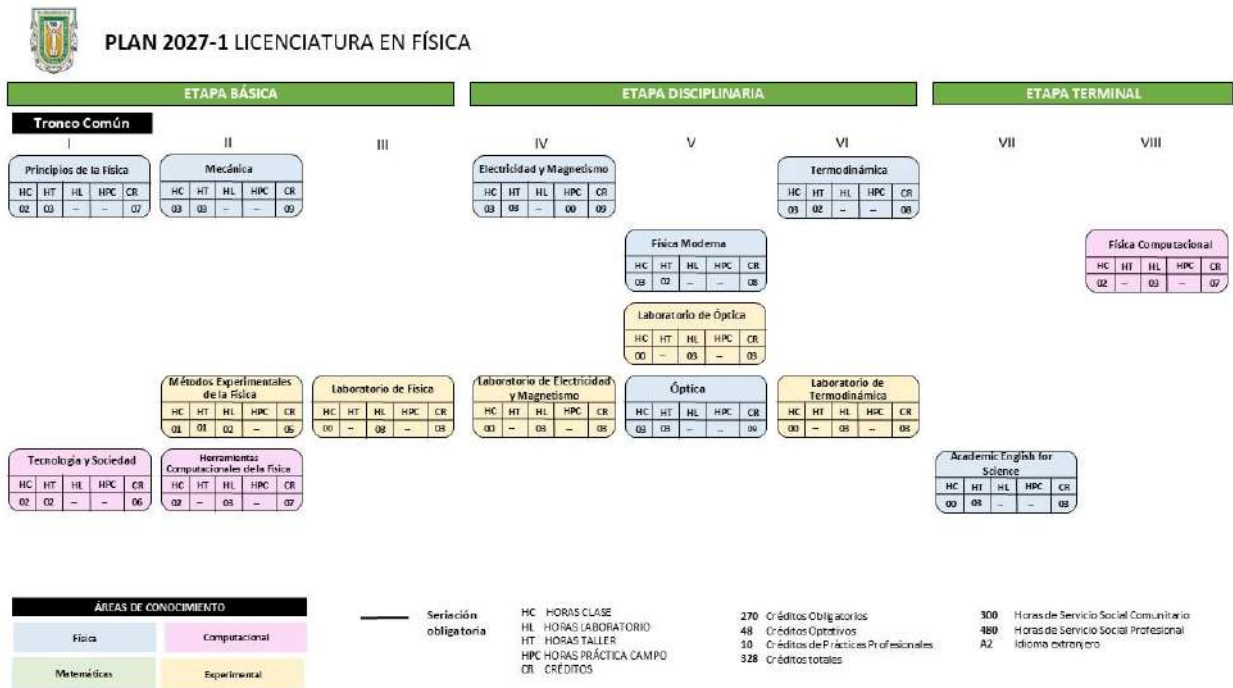
Etapas disciplinarias

- *Electricidad y Magnetismo*: articula la colaboración crítica, la reflexión, el autoaprendizaje y la responsabilidad académica en contextos de mayor complejidad conceptual.
- *Laboratorio de Electricidad y Magnetismo*: refuerza la creatividad, el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y la reflexión en la relación entre teoría y práctica experimental.
- *Laboratorio de Óptica*: hace explícitos el trabajo colaborativo, la discusión guiada y la argumentación técnica en el análisis de resultados experimentales.
- *Laboratorio de Termodinámica*: promueve el trabajo colaborativo, el respeto, la honestidad, la responsabilidad y la proactividad en el trabajo experimental.
- *Óptica, Física Moderna y Termodinámica*: favorecen la presentación de proyectos, la responsabilidad académica y una actitud crítica y reflexiva mediante actividades de síntesis y argumentación.

Etapas terminales

- *Actividad de Investigación*: fortalece la ética profesional, la responsabilidad, el pensamiento crítico y la comunicación de resultados en contextos de investigación.
- *Academic English for Science*: desarrolla la comunicación oral y escrita, el trabajo en equipo, la inclusión y la interacción profesional mediante lectura, escritura y presentaciones académicas en inglés.
- *Física Computacional*: impulsa el trabajo colaborativo, la presentación breve de resultados, la responsabilidad y la honestidad en proyectos de modelado computacional.

En seguida, se presentan las unidades de aprendizaje que fomentan el desarrollo de las habilidades blanda.



5.5. Propuesta de certificados

Con base en el plan de estudios del programa educativo de Licenciatura en Física promueve el desarrollo de competencias específicas emergentes mediante una estructura de optatividad flexible, diseñada para incentivar al estudiantado en la obtención de Certificados en áreas de alta demanda de la profesión como el modelado numérico, la instrumentación científica y tecnologías emergentes.

Certificado en Computación Cuántica

- Introducción al Entrelazamiento Cuántico
- Computación Cuántica
- Información Cuántica

Certificación en Modelación de Materiales Cuánticos

- Física del Estado Sólido
- Mecánica Cuántica Avanzada

- Teoría de Grupos y Simetrías en la Física

Certificación en Láseres y Procesamiento de Señales

- Introducción a los Láseres
- Óptica de Fourier
- La Transformada de Fourier y sus Aplicaciones

Adicionalmente, el estudiantado puede acceder a los convenios institucionales para la obtención de certificaciones profesionales a través de las convocatorias del *Centro de Investigación para el Aprendizaje Digital (CIAD)*, permitiendo que el alumnado acceda a credenciales emitidas por líderes de la industria tecnológica, como Google, IBM, Microsoft entre otros.

5.6. Bienestar estudiantil

El bienestar estudiantil se asume en el presente plan de estudios como un eje estratégico para favorecer la permanencia, el rendimiento académico y la formación integral del estudiantado. En congruencia con el Modelo Educativo de la Universidad Autónoma de Baja California, se promueve una experiencia formativa equilibrada que atiende dimensiones académicas, socioemocionales y de salud, reconociendo que las condiciones en que se desarrolla el aprendizaje inciden directamente en el logro del perfil de egreso.

En este sentido, el diseño curricular considera de manera explícita el equilibrio de la carga académica a lo largo de la trayectoria escolar, con el propósito de evitar la sobrecarga y favorecer procesos de aprendizaje significativos. Para ello, la organización del plan de estudios y de las unidades de aprendizaje toma en cuenta tanto las horas frente a docente como las horas de trabajo independiente (extraclase), asegurando que la dedicación semanal del estudiantado sea razonable, distribuida de forma progresiva y acorde con el nivel de complejidad de cada etapa de formación.

De manera operativa, la asignación de créditos y la planeación de las unidades de aprendizaje se fundamentan en una estimación del tiempo total de dedicación del estudiantado, considerando actividades como estudio independiente, desarrollo de proyectos, prácticas de laboratorio y campo, elaboración de evidencias de aprendizaje y participación en actividades colaborativas. Esta distribución permite que el estudiantado

disponga de tiempo suficiente para el cumplimiento de sus actividades académicas, así como para su desarrollo personal, descanso y participación en actividades complementarias.

Asimismo, la secuencia de unidades de aprendizaje en cada semestre se ha diseñado procurando una articulación equilibrada entre carga teórica y práctica, evitando concentraciones excesivas de actividades de alta demanda en periodos específicos. En la etapa básica se prioriza la adaptación al ritmo universitario y el desarrollo de hábitos de estudio; en la etapa disciplinaria se incrementa gradualmente la complejidad y la integración de saberes; y en la etapa terminal se favorece la dedicación a experiencias formativas en contextos reales, como prácticas profesionales y proyectos de vinculación, con una carga académica flexible que facilita la transición al ámbito laboral.

De manera complementaria, el programa educativo promueve el bienestar del estudiantado a través de estrategias institucionales como el acompañamiento tutorial, las asesorías académicas, la orientación educativa y psicopedagógica, así como el acceso a servicios de salud, actividades culturales, deportivas y de formación en valores. Estas acciones contribuyen a la atención oportuna de necesidades académicas y personales, fortaleciendo la permanencia y el éxito escolar.

Adicionalmente, se fomenta el desarrollo de habilidades para la gestión del tiempo, la autorregulación del aprendizaje y el equilibrio entre la vida académica y personal, mediante la incorporación de actividades formativas y el acompañamiento docente. El profesorado, en su función de facilitador del aprendizaje, considera la carga global del estudiantado al diseñar actividades y evidencias, promoviendo una distribución equilibrada del trabajo académico y evitando la saturación de tareas en periodos críticos.

En conjunto, el bienestar estudiantil se integra como un componente transversal del plan de estudios, que no solo busca reducir factores de riesgo asociados al rezago o abandono escolar, sino también generar condiciones favorables para el aprendizaje, el desarrollo integral y la formación de profesionistas.

6. Modalidades de aprendizaje y obtención de créditos

El plan de estudios de la Licenciatura en Física, integra diversas modalidades de aprendizaje orientadas a la obtención de créditos y al desarrollo de competencias del perfil de egreso, las cuales se organizan en función de su papel dentro de la trayectoria formativa del estudiantado.

En primer lugar, se encuentran las modalidades curriculares estructuradas, las cuales corresponden a la ruta formativa definida en el mapa curricular y están constituidas por las unidades de aprendizaje obligatorias, optativas y otros cursos optativos. Estas modalidades aseguran la formación disciplinar, metodológica y profesional del estudiantado, y representan el núcleo académico del programa educativo.

En segundo término, se incorporan las Otras Modalidades de Aprendizaje y Obtención de Créditos (OMAS), las cuales permiten la obtención de créditos optativos mediante experiencias formativas flexibles. Estas modalidades favorecen la diversificación de la trayectoria académica, la interdisciplinariedad, la vinculación con el entorno y el desarrollo de competencias en contextos reales, fortaleciendo la formación integral del estudiantado.

Finalmente, el plan de estudios contempla un conjunto de modalidades obligatorias y requisitos institucionales de egreso, tales como las prácticas profesionales, el servicio social en sus dos etapas y la acreditación de una lengua extranjera. Estas experiencias constituyen componentes formativos esenciales para la consolidación del perfil profesional, al articular la formación académica con el ejercicio práctico, la responsabilidad social y la proyección en contextos globales.

6.1. Modalidades curriculares (ruta estructurada del plan de estudios)

Las modalidades curriculares constituyen el eje estructural del plan de estudios, al definir la ruta formativa que el estudiantado sigue a lo largo de su trayectoria académica conforme al mapa curricular. Estas modalidades están integradas por las unidades de

aprendizaje obligatorias, optativas y otros cursos optativos, las cuales, en conjunto, garantizan el desarrollo progresivo de las competencias del perfil de egreso.

A través de estas modalidades, se articulan los fundamentos teóricos, metodológicos y aplicados del campo disciplinar, permitiendo la construcción de conocimientos y el desarrollo de habilidades en contextos académicos formales. Asimismo, ofrecen un equilibrio entre la formación común requerida y la posibilidad de orientar la trayectoria académica hacia intereses específicos, mediante la selección de espacios optativos. En este sentido, las modalidades curriculares aseguran la coherencia, secuencialidad y pertinencia del proceso formativo, constituyendo la base sobre la cual se integran las experiencias de aprendizaje complementarias y las estrategias de flexibilidad curricular del programa educativo.

6.1.1. Unidades de aprendizaje obligatorias

Las unidades de aprendizaje obligatorias se distribuyen en las tres etapas de formación que integran el plan de estudios de la Licenciatura en Física y constituyen el núcleo estructural de la formación académica. Su diseño responde de manera directa y explícita a las competencias profesionales y específicas definidas en el perfil de egreso, asegurando la coherencia entre la intención formativa del programa y las experiencias de aprendizaje que el estudiantado desarrolla a lo largo de su trayectoria.

En este sentido, cada unidad de aprendizaje ha sido concebida como un espacio formativo orientado al desarrollo progresivo de dichas competencias, integrando conocimientos, habilidades y actitudes que permiten al estudiantado avanzar de manera articulada desde los fundamentos disciplinares hasta la aplicación en contextos complejos. Esta alineación curricular garantiza que, en su conjunto, las unidades de aprendizaje obligatorias constituyan el principal mecanismo para el logro del perfil de egreso.

Asimismo, estas unidades deben ser cursadas y acreditadas de manera obligatoria por el estudiantado (UABC, 2018a), dado que representan los contenidos y experiencias esenciales para la formación profesional. Para este programa educativo, se integran 39 unidades de aprendizaje obligatorias, mediante las cuales el estudiantado obtiene 270

créditos de los 328 que conforman el nuevo plan de estudios, lo que evidencia su carácter central en el cumplimiento de la formación académica y profesional establecida.

6.1.2. Unidades de aprendizaje optativas

Las unidades de aprendizaje optativas han sido diseñadas en correspondencia con las competencias profesionales y específicas del perfil de egreso, permitiendo al estudiantado complementar, profundizar y orientar su formación hacia áreas de interés particular dentro del campo de la Física. En este sentido, estas unidades constituyen espacios curriculares estratégicos que favorecen la especialización, la integración de saberes y la construcción de trayectorias académicas pertinentes.

Asimismo, estas unidades se caracterizan por su flexibilidad, al adaptarse al proyecto académico del estudiantado con el acompañamiento de la tutoría, ofreciendo experiencias de aprendizaje que fortalecen su desempeño profesional en contextos diversos (UABC, 2018b). A través de ellas, el estudiantado puede articular conocimientos disciplinares con intereses específicos, contribuyendo al desarrollo integral de las competencias establecidas en el perfil de egreso.

En esta propuesta curricular se integran ocho espacios optativos en el mapa curricular, distribuidos en las etapas básica, disciplinaria y terminal, lo que permite una progresión formativa coherente y alineada con los distintos niveles de complejidad del proceso de aprendizaje. Estos espacios optativos permiten curricularmente la obtención de los 48 créditos optativos que debe cumplir de acuerdo con el plan de estudio, mismo que también podrán ser acreditados con las OMAS descritas en este apartado.

6.1.3. Otros cursos optativos

Los otros cursos optativos constituyen una modalidad curricular orientada a la incorporación de contenidos emergentes, innovaciones disciplinares y temas de relevancia contextual que complementan la formación del estudiantado (UABC, 2018). Estos cursos permiten mantener actualizado el plan de estudios frente a los avances científicos, tecnológicos y sociales, así como responder de manera oportuna a las demandas del entorno y del mercado laboral.

En este sentido, los otros cursos optativos amplían las posibilidades de formación al ofrecer experiencias de aprendizaje adicionales que fortalecen las competencias del perfil de egreso, particularmente en áreas de especialización, formación integral o contextualización disciplinar. Su diseño e incorporación se orienta a enriquecer la trayectoria académica del estudiantado, favoreciendo la pertinencia y actualidad del programa educativo.

Estos cursos podrán integrarse al plan de estudios conforme a los mecanismos institucionales vigentes de evaluación y aprobación académica, asegurando su calidad, pertinencia y viabilidad. Asimismo, se adscribirán a una etapa de formación específica y sus créditos serán considerados como parte de los créditos optativos correspondientes, manteniendo la coherencia curricular del programa educativo. Estos cursos optativos se deberán registrar ante el Departamento de Apoyo a la Docencia y la Investigación del campus

6.2. Otras Modalidades de Aprendizaje y Obtención de Créditos (OMAS)

Las Otras Modalidades de Aprendizaje y Obtención de Créditos (OMAS) constituyen un conjunto de experiencias formativas flexibles que complementan la ruta curricular estructurada, permitiendo al estudiantado diversificar su trayectoria académica mediante la obtención de créditos optativos en contextos distintos al aula tradicional. Estas modalidades se orientan al desarrollo de competencias del perfil de egreso a través de actividades académicas, de investigación, de vinculación y de formación integral.

Las OMAS favorecen la interdisciplinariedad, la autonomía en el aprendizaje y la vinculación con el entorno social y profesional, al posibilitar la participación del estudiantado en proyectos, actividades institucionales y experiencias en escenarios reales. Su implementación responde a los principios de flexibilidad curricular establecidos en el modelo educativo institucional, ofreciendo alternativas formativas que atienden intereses específicos, ritmos de aprendizaje y necesidades del contexto; fortalecen la formación integral del estudiantado, al complementar la formación disciplinar con experiencias que promueven el pensamiento crítico, la responsabilidad social, la innovación y la empleabilidad.

La operación de estas modalidades se rige por los *Criterios para la operación de diversas modalidades de aprendizaje con obtención de créditos*, emitidos por la Coordinación General de Vinculación y Cooperación Académica (CGVCA), los cuales establecen los lineamientos, mecanismos, procedimientos, temporalidades y condiciones académicas para su registro, desarrollo, seguimiento, evaluación y acreditación. En este sentido, la mayoría¹ de las OMAS deberán registrarse formalmente en el Sistema de Modalidades de Aprendizaje (SIMA), cumpliendo con los requisitos, formatos y procedimientos institucionales establecidos, siendo este registro una condición indispensable para su reconocimiento académico. Asimismo, la operación de estas modalidades es apoyada a nivel campus por el Departamento de Apoyo a la Extensión de la Cultura y la Vinculación (DAECV), instancia responsable de brindar acompañamiento en los procesos de registro, validación, seguimiento y evaluación, en coordinación con las unidades académicas y las instancias institucionales correspondientes.

6.2.1. Estudios independientes

Su propósito es fortalecer la capacidad del estudiantado para estudiar, analizar y aplicar de manera autónoma los fundamentos teóricos y prácticos de un área específica del conocimiento relacionada con su disciplina, mediante la elaboración y ejecución de un plan de trabajo supervisado que contribuya al desarrollo de competencias propias de su perfil profesional.

Es una alternativa de realizar estudios de interés disciplinario no sujeto a la asistencia a clases ni a un programa oficial de unidad de aprendizaje. En esta modalidad, el estudiantado se responsabiliza de manera personal de realizar las actividades descritas en un plan de trabajo que elabora bajo la supervisión y visto bueno de un docente titular que fungirá como asesor. El plan de trabajo debe ser coherente y contribuir a alguna de las competencias específicas del plan de estudios en una temática en

¹ Se excluyen la Movilidad e intercambio estudiantil, las Actividades artísticas, culturales y deportivas y los Cursos intersemestrales.

particular; las actividades contenidas en el plan de trabajo deben contribuir al logro de competencias y los conocimientos teórico-prácticos de la temática especificada.

El estudiantado podrá cursar un Estudio Independiente por periodo escolar, hasta dos a lo largo de su programa educativo. Cada Estudio Independiente tendrá un valor máximo de 6 créditos. En caso de que el estudiantado no acredite el Estudio Independiente, deberá inscribirse nuevamente en el mismo estudio, registrándose como parte de su carga académica.

6.2.2. Ayudantía docente

El propósito es fortalecer en el estudiantado el desarrollo de habilidades, conocimientos y herramientas teórico-metodológicas relacionadas con la labor docente, mediante la participación en actividades de apoyo académico que contribuyan al logro de las competencias profesionales del perfil de egreso y a las competencias específicas de su plan de estudios.

La Ayudantía Docente es una modalidad de aprendizaje que permite al estudiantado participar en actividades de apoyo académico dentro de una unidad de aprendizaje que ya hayan cursado y en la cual hayan demostrado un desempeño satisfactorio, con una calificación mínima de 80. Esta modalidad brinda al estudiantado la oportunidad de desarrollar habilidades vinculadas al quehacer docente mediante acciones supervisadas, tales como brindar asesorías al grupo, apoyar en la organización y distribución de materiales, colaborar en actividades de clase y acompañar procesos académicos definidos por el docente titular. Las actividades asignadas no sustituyen las funciones del personal docente, sino que constituyen un medio formativo para que el estudiante fortalezca su aprendizaje, desarrolle competencias profesionales y adquiera experiencia en ambientes educativos de manera responsable y guiada.

El estudiantado podrá cursar una Ayudantía Docente por periodo escolar, hasta dos a lo largo de su programa educativo. Cada ayudantía tendrá un valor máximo de 6 créditos cuando la unidad de aprendizaje exceda esta cantidad.

6.2.3. Ayudantía de investigación

Su propósito es fortalecer en el estudiantado el desarrollo de habilidades, conocimientos y herramientas teórico-metodológicas propias del quehacer científico, mediante su participación en actividades de investigación que promuevan el análisis crítico de información, el manejo riguroso de fuentes bibliográficas y la organización autónoma del trabajo académico. Esta modalidad contribuye directamente al perfil de egreso y al logro de las competencias profesionales y específicas definidas en el plan de estudios.

La Ayudantía de Investigación es una modalidad de aprendizaje orientada a proporcionar experiencias formativas en el ámbito de la investigación científica. A través de su participación en proyectos de investigación registrados y dirigidos por personal académico de la Universidad —o por investigadores de otras instituciones con las que exista colaboración formal—, el estudiantado se integra a procesos de análisis, diseño, ejecución o sistematización propios del trabajo científico.

Esta modalidad permite que las y los estudiantes desarrollen competencias investigativas fundamentales, fortalezcan su pensamiento crítico y amplíen su comprensión de los métodos y prácticas que sustentan la generación de conocimiento científico disciplinario y multidisciplinario.

La Ayudantía de Investigación tendrá un valor máximo de 6 créditos, conforme a lo establecido en el plan de estudios del programa educativo. El estudiantado podrá cursar una ayudantía por periodo escolar y acumular hasta dos ayudantías de este tipo en su trayectoria académica.

6.2.4. Ejercicio investigativo

El propósito es favorecer en el estudiantado el desarrollo de experiencias formativas que impulsen la iniciativa, la creatividad y el pensamiento crítico mediante la aplicación de conocimientos, habilidades y actitudes disciplinares en el campo de la investigación a través del aprendizaje autogestivo. Esta modalidad contribuye directamente al perfil de egreso y al fortalecimiento de las competencias profesionales y específicas establecidas en el plan de estudios.

El Ejercicio Investigativo es una modalidad de aprendizaje orientada a promover la creatividad, la capacidad analítica y el interés por la investigación científica a través de la elaboración de una propuesta formal de investigación. En este ejercicio, el estudiantado integra los fundamentos teóricos, metodológicos y técnicos propios de su área de formación para diseñar un proyecto que responda a una problemática pertinente de su interés; se desarrolla bajo la orientación de una o un profesor-investigador, quien supervisa y valida el cumplimiento de los objetivos académicos y metodológicos establecidos.

El Ejercicio Investigativo tendrá un valor de hasta 6 créditos, de acuerdo con la carga de trabajo académico establecida en el plan de estudios y los productos requeridos. El estudiantado podrá cursar un ejercicio investigativo por periodo escolar y un máximo de dos a lo largo de su programa educativo. En caso de no acreditar la modalidad, deberá reinscribirse al mismo Ejercicio Investigativo.

6.2.5. Ayudantía de laboratorio

El propósito es fortalecer en el estudiantado el desarrollo de habilidades, conocimientos y herramientas técnico-metodológicas propias del trabajo experimental, mediante su participación en actividades de apoyo en espacios de laboratorio que contribuyan al logro de las competencias profesionales del perfil de egreso y de las competencias específicas del plan de estudios.

La Ayudantía de Laboratorio es una modalidad de aprendizaje que permite al estudiantado participar en actividades de apoyo académico en unidades de aprendizaje que presentan un predominio de horas laboratorio respecto a las horas clase, y que previamente hayan cursado y acreditado con un desempeño satisfactorio, con una calificación mínima de 80. Esta modalidad brinda al estudiantado la oportunidad de desarrollar habilidades vinculadas al trabajo experimental y técnico mediante acciones supervisadas, tales como la preparación de materiales y equipos, apoyo en la organización de prácticas, acompañamiento en la ejecución de actividades experimentales, seguimiento de protocolos, y apoyo en el manejo adecuado de insumos, instrumentos y normas de seguridad en laboratorio. Las actividades asignadas no

sustituyen las funciones del personal docente, sino que constituyen un medio formativo para que el estudiantado fortalezca su aprendizaje, desarrolle competencias técnicas y metodológicas, y adquiera experiencia en ambientes de laboratorio de manera responsable, segura y guiada.

La Ayudantía de Laboratorio tendrá un valor máximo de hasta 6 créditos, conforme a lo establecido en la normatividad institucional vigente. El estudiantado podrá cursar esta modalidad conforme a las disposiciones institucionales, considerando que:

- Se podrá registrar una ayudantía por cada unidad de aprendizaje con predominio de horas laboratorio.
- Se permitirá la participación de un estudiante por grupo atendido en la unidad de aprendizaje correspondiente.
- Durante su trayectoria académica, el estudiantado podrá cursar hasta dos ayudantías, ya sea en modalidad docente, de laboratorio o una combinación de ambas, de acuerdo con la normatividad vigente.

6.2.6. Apoyo a actividades de extensión y vinculación

El propósito es promover en el estudiantado experiencias formativas que fortalezcan el desarrollo de habilidades, conocimientos y herramientas teórico-metodológicas en los ámbitos de la extensión y la vinculación universitaria. Esta modalidad busca contribuir al perfil de egreso mediante la participación en actividades orientadas a la atención de la comunidad, la comunicación oral y escrita, el trabajo colaborativo en equipos multidisciplinarios, la organización y planeación de eventos, así como otras acciones que favorezcan su integración al entorno social y profesional.

La modalidad Apoyo a Actividades de Extensión y Vinculación comprende la participación del estudiantado en acciones institucionales dirigidas a acercar el conocimiento científico, tecnológico, humanístico y cultural a los sectores social y productivo. Dichas acciones pueden involucrar actividades diversas relacionadas con la identificación de necesidades, la elaboración de propuestas, la asistencia en programas o proyectos de extensión, la interacción con comunidades y la promoción de la relación Universidad–sociedad. Estas actividades se desarrollan bajo la supervisión de una o un docente responsable y pueden estar integradas a un programa formal de vinculación,

asegurando su pertinencia académica y su contribución al desarrollo de competencias profesionales.

La modalidad de Apoyo a Actividades de Extensión y Vinculación tendrá un valor de hasta 6 créditos, de acuerdo con la carga académica y los productos establecidos en el plan de trabajo. El estudiantado podrá cursar una modalidad de extensión y vinculación por periodo escolar y un máximo de dos a lo largo de su trayectoria académica, salvo disposición distinta del plan de estudios. En caso de no acreditar la modalidad, el estudiante deberá reinscribirse en el mismo proyecto registrado durante el periodo inmediato siguiente.

6.2.7. Proyectos de vinculación con valor en créditos (PVVC)

Los Proyectos de Vinculación con Valor en Créditos (PVVC) constituyen una modalidad de aprendizaje orientada a la aplicación, integración y generación de conocimientos en contextos reales, mediante la atención de problemáticas específicas del sector social, productivo o gubernamental. Su propósito es fortalecer el desarrollo de competencias del perfil de egreso a través de la participación del estudiantado en procesos de intervención, investigación aplicada, asistencia técnica o extensión de servicios, en estrecha vinculación con actores externos (UABC, 2018a).

Esta modalidad se caracteriza por su naturaleza integradora, ya que permite articular, de manera simultánea, diversas modalidades de aprendizaje asociadas al currículo, favoreciendo la consolidación de saberes teóricos, metodológicos y prácticos en escenarios auténticos. En este sentido, los PVVC se desarrollan preferentemente en la etapa terminal del plan de estudios, cuando el estudiantado cuenta con los fundamentos disciplinares necesarios para enfrentar situaciones complejas de su campo profesional.

Los proyectos se implementan en colaboración con unidades receptoras pertenecientes a los sectores social y productivo, constituyéndose como espacios formativos donde el estudiantado participa en la solución de problemas reales o en la mejora de procesos, bajo la asesoría, supervisión y evaluación conjunta de un profesor o

profesora de tiempo completo o medio tiempo de la unidad académica, así como de un profesionista designado por la instancia receptora (UABC, 2018b).

En términos de su integración académica, los PVVC podrán conformarse por al menos una modalidad de aprendizaje vinculada al currículo, tales como prácticas profesionales, ejercicio investigativo, apoyo a actividades de extensión o estudios independientes, entre otras. El valor en créditos del proyecto corresponderá a la suma de los créditos de las modalidades que lo integran, más dos créditos adicionales asignados al registro del propio PVVC.

La operación de los PVVC se regirá por un conjunto de criterios y mecanismos institucionales que aseguran su pertinencia, calidad y viabilidad. Para su registro, el estudiantado deberá haber cubierto la totalidad de los créditos obligatorios de la etapa disciplinaria y contar con el servicio social profesional acreditado, o bien encontrarse inscrito en un programa de servicio social profesional con avances comprobables al momento de solicitar su incorporación al proyecto.

El desarrollo de los PVVC se realizará durante la etapa terminal del programa educativo, permitiéndose la inscripción de un proyecto por periodo escolar. Su registro deberá gestionarse en los periodos establecidos ante la instancia responsable de formación profesional y vinculación en el campus correspondiente, previa revisión y aprobación del responsable del programa educativo y de la coordinación correspondiente en la unidad académica.

Cada PVVC contará con la designación de un profesor o profesora responsable, quien tendrá a su cargo la supervisión académica y el seguimiento del proyecto. La evaluación del desempeño del estudiantado será de carácter integral, considerando las valoraciones emitidas tanto por la persona supervisora en la unidad receptora como por el profesorado responsable, así como los criterios adicionales definidos por la unidad académica.

En cuanto a la capacidad operativa, se establece que el profesorado de tiempo completo podrá fungir como responsable de hasta cinco proyectos, atendiendo un máximo de quince estudiantes en total, mientras que el profesorado de medio tiempo podrá coordinar hasta dos proyectos con un máximo de ocho estudiantes. En caso de que un proyecto exceda el número máximo de participantes, podrá asignarse más de un

docente responsable. Asimismo, se recomienda formalizar convenios de vinculación con las unidades receptoras, con el fin de asegurar condiciones adecuadas para el desarrollo de las actividades formativas.

El programa contempla la posibilidad de que el estudiantado curse un segundo PVVC, siempre que haya cumplido satisfactoriamente con el primero y que, en sus dos periodos escolares previos, no presente asignaturas reprobadas y mantenga un desempeño académico mínimo de 80 en evaluación ordinaria. Este segundo proyecto deberá registrarse en un periodo posterior a la conclusión del primero, privilegiando aquellos de mayor complejidad e integración (nivel III).

Para efectos de organización y seguimiento, los PVVC se clasifican en tres niveles, definidos en función del número de créditos, horas de dedicación y grado de integración curricular. Esta clasificación permite diferenciar el nivel de complejidad y profundidad de la experiencia formativa, favoreciendo una progresión en el desarrollo de competencias del estudiantado.

Finalmente, los Proyectos de Vinculación con Valor en Créditos se constituyen como un componente estratégico del plan de estudios, al favorecer la transición del ámbito académico al profesional, fortalecer la vinculación con el entorno y consolidar el desarrollo de competencias en contextos reales, contribuyendo de manera significativa al logro del perfil de egreso.

Ejemplo de PVVC Nivel 2

Nombre del proyecto: Proyecto de estudio y caracterización de anillos resonadores

Descripción: Este proyecto tiene como objetivo la simulación y caracterización experimental de anillos resonadores integrados, con el fin de evaluar su potencial como fuentes de luz comprimida y su aplicación en el procesamiento de información cuántica. Para ello, se realizarán simulaciones mediante las herramientas *Ansys Lumerical* (MODE, FDTD e INTERCONNECT) de dispositivos actualmente en proceso de fabricación. Posteriormente, dichos dispositivos serán caracterizados experimentalmente empleando un láser continuo (CW) sintonizable en el infrarrojo. Los resultados obtenidos permitirán contrastar las predicciones teóricas con las mediciones experimentales, analizar el

proceso de diseño y explorar posibles aplicaciones en esquemas fotónicos orientados al procesamiento de información cuántica.

Competencia General del Proyecto:

Analizar y caracterizar anillos resonadores integrados mediante simulaciones numéricas y mediciones experimentales, para evaluar su viabilidad como fuentes de luz comprimida y su posible integración en esquemas de procesamiento de información cuántica, con rigor científico, pensamiento crítico y responsabilidad ética.

Duración: 3 meses

Tabla 2

Ejemplo del PVVC: Proyecto de estudio y caracterización de anillos resonadores

Modalidades de Aprendizaje	Créditos	Carácter
Información cuántica	6	Optativo
Láseres	6	Optativo
PVVC Proyecto de estudio y caracterización de anillos resonadores.	2	Optativo
Total:	14	

Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo de PVVC Nivel 3

Nombre del proyecto: Proyecto sobre espectroscopía de grupos estelares cinemáticos.

Descripción: El proyecto tiene como objetivo realizar un estudio sistemático de las propiedades estelares a partir de datos espectroscópicos, con el fin de identificar tendencias en la actividad magnética en función de la edad y la masa de las estrellas. Para ello, se utilizarán datos del telescopio espacial Gaia para seleccionar grupos estelares jóvenes con coherencia espacial y cinemática. A partir de esta muestra inicial, se elegirán estrellas con información espectroscópica disponible, principalmente en la base de datos LAMOST-DR10. Mediante el uso de herramientas como SPTCLASS, CATTs y MESSAGE se estimarán, la temperatura estelar, un índice de actividad cromosférica, la masa y la edad estelar, respectivamente. Finalmente, los resultados

serán analizados e interpretados con el objetivo de identificar tendencias evolutivas y su dependencia con la masa estelar.

Competencia General del Proyecto: Emplear herramientas de Física teórica y aplicada para analizar bases de datos astronómicos, con el fin de determinar y estudiar propiedades de cuerpos estelares como masa, edad, temperatura e índice de actividad cromosférica, mediante el análisis de datos espectroscópicos, modelos evolutivos, simulaciones y el uso de paquetes computacionales especializados, con responsabilidad y actitud crítica.

Duración: 4 meses

Tabla 3

Ejemplo del PVVC: Proyecto sobre espectroscopía de grupos estelares cinemáticos

Modalidades de Aprendizaje	Créditos	Carácter
Introducción a la Astronomía	6	Optativo
Introducción a la Astrobiología	6	Optativo
La transformada de Fourier y sus aplicaciones	6	Optativo
Prácticas Profesionales	10	Obligatorio
PVVC Proyecto sobre espectroscopía de grupos estelares cinemáticos	2	Optativo
Total:	30	

Fuente: Elaboración propia.

6.2.8. Programa de emprendedores universitarios

El propósito es fortalecer en el estudiantado las habilidades de emprendimiento y liderazgo para crear y establecer una empresa. Con esta modalidad se busca apoyar a aquellos estudiantes que manifiesten inquietudes con proyectos innovadores por medio de un análisis del perfil emprendedor, la formulación de un plan de negocios, orientación para apoyo financiero y su validación académica, entre otros. El producto es la creación de una empresa que cumpla con tres criterios: (1) demostrar la viabilidad del negocio

mediante el Business Canvas Model e incluir el Plan de Negocios elaborado con metodología de la Incubadora Cimarrones Emprendedores UABC; (2) realizarse con la participación de hasta 4 alumnos adicionales que fungirán como socios, con proporción no menor a 20% cada uno y; (3) establecer la empresa mediante el acta constitutiva certificada por notario público y registro ante SAT.

La modalidad de Actividades para Emprendimiento podrá otorgar hasta seis créditos, de acuerdo con lo establecido en el plan de estudios y en la normatividad vigente. Dado que el proceso de creación y constitución formal de una empresa puede extenderse por más de un semestre, se recomienda que el proyecto sea registrado en SIMA únicamente cuando exista la certeza de que se completará el proceso, o bien cuando la empresa ya se encuentre establecida. Esto con el fin de evitar retrasos en la acreditación o la reprobación de la modalidad.

La acreditación estará sujeta a la entrega y validación de todos los productos requeridos, incluyendo el Business Model Canvas, el Plan de Negocios, la constitución legal de la empresa y el registro fiscal correspondiente, así como el cumplimiento de las actividades académicas y asesorías establecidas.

6.2.9. Unidades de aprendizaje por asesoría académica

El propósito es brindar al estudiantado una alternativa formativa que garantice la continuidad de su trayectoria académica mediante el acompañamiento docente en el desarrollo de unidades de aprendizaje obligatorias u optativas que, por condiciones de oferta académica, no se encuentren disponibles en el periodo correspondiente, contribuyendo al logro oportuno de las competencias del perfil de egreso.

Las Unidades de Aprendizaje por Asesoría Académica constituyen una modalidad de aprendizaje orientada a atender situaciones excepcionales en las que el estudiantado requiere cursar una unidad de aprendizaje obligatoria u optativa del plan de estudios que ha sido previamente autorizada por la unidad académica y que no se encuentra ofertada en el semestre en que se solicita.

Esta modalidad se desarrolla bajo un esquema de acompañamiento académico personalizado, en el cual el profesorado responsable orienta, supervisa y evalúa el proceso de aprendizaje del estudiantado, asegurando el cumplimiento de los contenidos,

objetivos y competencias establecidos en el programa de la unidad de aprendizaje correspondiente. Su implementación permite garantizar la continuidad académica, evitar rezagos en la trayectoria escolar y favorecer el avance oportuno hacia el egreso, manteniendo la calidad y rigor académico del proceso formativo.

Las unidades de aprendizaje cursadas bajo esta modalidad conservarán el valor en créditos establecido en el plan de estudios para cada unidad de aprendizaje correspondiente, ya sea obligatoria u optativa; cada estudiante podrá darse de alta en un máximo de dos unidades de aprendizaje por asesoría académica por semestre. Esta modalidad deberá solicitarse mediante oficio utilizando el formato vigente, con la información capturada por el profesorado responsable (nunca por el estudiantado), dirigido al Departamento de Apoyo a la Extensión de la Cultura y la Vinculación (DAECV) del campus correspondiente.

6.2.10. Actividades para la formación en valores

El propósito es fortalecer en el estudiantado la reflexión ética y axiológica mediante la participación en actividades que promuevan la vivencia y práctica de los valores universales y de la comunidad universitaria, contribuyendo así a su formación integral como personas, ciudadanos y profesionistas con responsabilidad social y sentido ético.

Esta modalidad busca propiciar espacios de aprendizaje y convivencia en los que las y los estudiantes reflexionen sobre los valores éticos y universales que orientan la conducta humana y la vida social. A través de experiencias formativas, de servicio, diálogo y trabajo colaborativo, se fomenta la práctica de los valores fundamentales de la Universidad Autónoma de Baja California —confianza, democracia, honestidad, humildad, justicia, lealtad, libertad, perseverancia, respeto, responsabilidad y solidaridad—, promoviendo así el desarrollo de una conciencia ética que fortalezca su compromiso ciudadano y profesional.

La modalidad de Actividades para la Formación en Valores otorga un valor de 6 créditos, los cuales podrán acreditarse exclusivamente durante la etapa básica del programa educativo. El otorgamiento de estos créditos no se rige por el esquema tradicional de “ocho actividades por un crédito”, debido a que esta modalidad corresponde

a un proceso formativo integral, orientado a la reflexión ética, la vivencia de valores y la participación en experiencias comunitarias y colaborativas.

Los 6 créditos se acreditarán una vez que el estudiantado: (1) participe en las actividades programadas por la unidad académica; (2) cumpla con la asistencia y los productos formativos o evidencias establecidas; y (3) · Sea evaluado conforme a los criterios definidos para la modalidad.

En el programa educativo de Física de la Facultad de Ciencias, la formación de valores se promueve de manera transversal mediante actividades académicas, de acompañamiento, divulgación, participación universitaria y vinculación con la comunidad. Estas acciones se desarrollan en congruencia con la misión institucional de la UABC, el Programa Institucional para la Cultura de la Paz y el compromiso de la Facultad con la formación integral, la inclusión, la responsabilidad social, el respeto al medio ambiente y la cultura científica. Con ello, se favorecen la reflexión ética y la práctica de valores en contextos reales de aprendizaje, convivencia y servicio.

Las actividades para la formación de valores se desarrollan, entre otras, a través de:

- Participación en la *Semana de Ciencias*, la *Expo Ciencia y Tecnología*, la *Noche de las Estrellas* y la *Noche de las Ciencias*, espacios en los que el estudiantado fortalece la responsabilidad social, la colaboración, la comunicación respetuosa, la creatividad y el compromiso con la divulgación del conocimiento científico.
- Asistencia y colaboración en el *Seminario de Física y Matemáticas “Dr. Alberto Rubio Méndez”* y en otros seminarios permanentes de la Facultad, que fomentan la escucha crítica, el respeto al intercambio de ideas, la reflexión académica y la cultura científica.
- Participación en espacios institucionales como la *Hora Universitaria*, orientados al análisis, la reflexión y el diálogo sobre temas académicos, científicos, culturales y sociales, favoreciendo la formación humanista y la convivencia respetuosa.
- Participación en celebraciones académicas e identitarias, como el *Día de la Física y del Físico*, el *Aniversario de la Licenciatura en Física* y el *Aniversario de la Facultad de Ciencias*, que fortalecen el sentido de pertenencia, la convivencia y la valoración de la trayectoria académica de la comunidad universitaria.
- Organización y participación en el *Congreso Estudiantil* que se realiza

semestralmente, como espacio de integración académica entre estudiantes de distintos niveles, que favorece el trabajo colaborativo, la argumentación fundamentada, la comunicación oral y escrita y el respeto entre pares.

- Participación en actividades de promoción de vocaciones científicas, con perspectiva de género y enfoque incluyente, como el *Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia* y el *Día de Ada Lovelace*, orientadas a fortalecer la equidad, la inclusión, la no discriminación y el reconocimiento de la diversidad en los espacios científicos.
- Oferta de la unidad de aprendizaje optativa *Mujeres en la Ciencia* que busca reconocer, desde una perspectiva interseccional, los desafíos y los avances de las mujeres científicas, para fomentar la igualdad y la equidad de género, la inclusión, el empoderamiento y el liderazgo de las mujeres en el desarrollo científico y tecnológico.
- Oferta de la unidad de aprendizaje optativa con enfoque humanista *Pensamiento Crítico, Ciencia y Humanidades*, que favorece la reflexión ética y la comprensión del impacto social del conocimiento científico.
- Colaboración en actividades de comunicación pública de la ciencia, tales como concursos, olimpiadas, presentaciones experimentales, demostraciones científicas y estrategias de divulgación como el planetario itinerante y el uso de telescopios astronómicos, que fortalecen la responsabilidad social, la creatividad, la comunicación científica y el vínculo con la comunidad.
- Participación en actividades de teatro científico, talleres escénicos y representaciones de divulgación, que promueven la creatividad, la empatía, la expresión respetuosa y la apropiación social del conocimiento.
- Integración en el Sistema Institucional de Tutorías, el Programa de Asesorías Académicas y el Programa de Orientación Educativa y Psicológica, que contribuyen a la disciplina, la perseverancia, la solidaridad, la corresponsabilidad y la atención oportuna de necesidades académicas y personales del estudiantado.
- Participación en actividades culturales, deportivas y de bienestar universitario, como torneos intramuros, actividades interfacultades, pausas activas, carreras atléticas y otras acciones de convivencia, que fortalecen el respeto, la cooperación, la salud integral y la convivencia armónica.
- Incorporación del estudiantado en proyectos de investigación, vinculación y servicio

social comunitario y profesional, mediante los cuales se fortalecen la honestidad académica, la ética profesional, el compromiso con el entorno y la responsabilidad en el uso del conocimiento.

A través de estas actividades, el programa educativo articula la formación científica del estudiantado con una práctica universitaria ética, incluyente, solidaria y socialmente responsable. De esta manera, fortalece valores como la honestidad, la responsabilidad, la equidad, la inclusión, la solidaridad, el compromiso social y el cuidado del medio ambiente.

6.2.11. Movilidad e intercambio estudiantil

El propósito es fortalecer la formación integral del estudiantado mediante su participación en experiencias académicas en otras instituciones de educación superior, nacionales o extranjeras, que contribuyan al desarrollo de competencias profesionales, interculturales y de adaptación a contextos diversos, en correspondencia con el perfil de egreso del programa educativo.

La movilidad e intercambio estudiantil es una modalidad de aprendizaje que permite al estudiantado cursar unidades de aprendizaje, realizar prácticas profesionales u otras actividades académicas en instituciones de educación superior distintas a su unidad académica de origen, ya sea en el ámbito intrainstitucional (entre programas, unidades académicas o dependencias de la UABC) o interinstitucional (en instituciones nacionales o extranjeras).

Esta modalidad incluye tanto esquemas de movilidad como de intercambio estudiantil, entendiéndose este último como una forma de movilidad que implica, de manera esencial, una acción recíproca entre instituciones. A través de estas experiencias, el estudiantado tiene la oportunidad de integrarse a contextos académicos, culturales y profesionales distintos, favoreciendo la adquisición de nuevas competencias, el fortalecimiento de la autonomía, la capacidad de adaptación y la maduración personal y académica (UABC, 2018b).

La movilidad intrauniversitaria permite al estudiantado cursar unidades de aprendizaje en otras unidades académicas de la propia Universidad, así como participar en proyectos académicos o de investigación, aprovechando los recursos institucionales

disponibles. Por su parte, la movilidad interuniversitaria se desarrolla mediante convenios de colaboración establecidos con instituciones de educación superior nacionales e internacionales, lo que posibilita el reconocimiento académico de las actividades realizadas a través de equivalencias, conversión o transferencia de créditos.

La operación de esta modalidad se sustenta en los mecanismos institucionales de vinculación y cooperación académica, a través de los cuales se promueven convocatorias, programas de intercambio y esquemas de acompañamiento al estudiantado. En este sentido, las unidades académicas fomentan activamente la participación en programas de movilidad, estableciendo estrategias que favorezcan el acceso, permanencia y aprovechamiento de estas experiencias formativas.

Las actividades realizadas en el marco de la movilidad e intercambio estudiantil podrán ser acreditadas mediante equivalencias, conversión o transferencia de créditos, conforme a la normatividad institucional vigente y a los dictámenes académicos correspondientes.

El número de créditos a otorgar dependerá de las unidades de aprendizaje cursadas, las actividades realizadas y su correspondencia con el plan de estudios del programa educativo. La acreditación estará sujeta a la validación por parte de la unidad académica, asegurando la pertinencia, equivalencia y calidad académica de las experiencias formativas desarrolladas.

Tabla 4

Universidades de países extranjeros con las que la Facultad de Ciencias establece convenios para movilidad.

País	Institución
España	Universidad de la Laguna
España	Universidad de Cantabria
Chile	Universidad Católica del Norte
Corea del Sur	Kyung Hee University
Estados Unidos	University of California San Diego (UCSD)
Argentina	Universidad de Buenos Aires

País	Institución
Francia	Université Claude Bernard Lyon 1
Italia	Università Degli Studi Di Perugia

Fuente: Página web de la Coordinación General de Vinculación y Cooperación Académica de la UABC (<https://cgvca.uabc.mx/convenios/cooperacion/>).

Tabla 5

Universidades de México con las que la Facultad de Ciencias establece convenios para movilidad

Estado	Institución
Ciudad de México	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
León	Universidad de Guanajuato
Puebla	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Jalisco	Universidad de Guadalajara
Sonora	Universidad de Sonora

Fuente: Página web de la Coordinación General de Vinculación y Cooperación Académica de la UABC (<https://cgvca.uabc.mx/convenios/cooperacion/>).

6.2.12. Actividades artísticas, culturales y deportivas

El propósito es brindar al estudiantado experiencias formativas que fortalezcan su desarrollo integral mediante la participación en actividades artísticas, culturales y deportivas. Esta modalidad busca fomentar la creatividad, la apreciación estética, la expresión artística, la identidad cultural, el trabajo colaborativo y la formación de hábitos de vida saludable, contribuyendo al desarrollo de competencias personales y profesionales acordes al perfil de egreso.

Las Actividades Artísticas, Culturales y Deportivas constituyen una modalidad formativa orientada a promover la participación del estudiantado en acciones relacionadas con el arte, la cultura y el deporte. Estas actividades incluyen talleres, grupos artísticos, programas de promoción cultural, prácticas deportivas y otros espacios que fortalecen las capacidades creativas, expresivas y físicas de quienes participan. El estudiantado puede cursar esta modalidad en su unidad académica de adscripción o en

otras unidades académicas de la UABC, de acuerdo con la oferta institucional y la programación de actividades curriculares establecidas.

La obtención de créditos dependerá del tipo de actividad cursada.

- a. Actividades Complementarias de Formación Integral (I, II y III):
 - Se otorga 1 crédito por cada ocho actividades complementarias registradas en el carnet correspondiente.
 - Se pueden obtener hasta 2 créditos por periodo escolar mediante esta vía.
- b. Actividad Deportiva I y II / Actividad Cultural I y II:
 - Se podrá obtener crédito siempre y cuando:
 - La participación sea individual.
 - La actividad no haya sido acreditada previamente por otra modalidad.
 - Exista aprobación del comité de la unidad académica.
 - La actividad esté debidamente registrada y avalada por la UABC.
- c. Cursos acreditables de la Facultad de Artes y la Facultad de Deportes:
 - El estudiantado puede cursar actividades ofertadas por estas facultades para la obtención de créditos, conforme a la normatividad vigente.

6.2.13. Cursos intersemestrales

Su objetivo es ofrecer al estudiantado la oportunidad de cursar unidades de aprendizaje obligatorias u optativas en un periodo intersemestral, con el propósito de favorecer el avance en su trayectoria académica y la regularización de su plan de estudios, conforme a la normatividad universitaria vigente.

Esta modalidad de aprendizaje se desarrolla en periodos intersemestrales y permite al estudiantado cursar unidades de aprendizaje con una carga intensiva y concentrada; está orientada a facilitar la continuidad académica, el aprovechamiento del tiempo entre ciclos escolares y la optimización del avance curricular. Por sus características, los cursos intersemestrales se imparten con un máximo de cinco horas presenciales por día, incluyendo actividades de clase, laboratorio o taller; no aplican para unidades de aprendizaje que contemplen prácticas de campo, y se ofertan bajo un esquema autofinanciable, conforme a lo establecido en el Estatuto Escolar de la UABC.

El estudiantado interesado deberá cumplir con los requisitos académicos y

administrativos determinados por la unidad académica correspondiente, pudiendo cursar hasta dos unidades de aprendizaje por periodo intersemestral, de acuerdo con las disposiciones institucionales; y obtendrá el número de créditos correspondiente a cada unidad de aprendizaje inscrita, conforme al plan de estudios de su programa educativo.

La acreditación de los créditos se otorgará una vez que el o la estudiante cumpla con los criterios de evaluación establecidos por el docente y apruebe el curso intersemestral. Los cursos intersemestrales no modifican el valor crediticio de las unidades de aprendizaje, dado que se rigen por los mismos programas, cargas horarias y criterios académicos establecidos para los periodos semestrales ordinarios.

6.3. Modalidades obligatorias y requisitos institucionales de egreso

El plan de estudios incorpora, además de las modalidades curriculares y flexibles, un conjunto de modalidades obligatorias y requisitos institucionales de egreso que constituyen componentes esenciales para la formación profesional del estudiantado. Estos incluyen las prácticas profesionales, el servicio social en sus etapas comunitaria y profesional, la acreditación de una lengua extranjera y mecanismos de titulación.

Estas modalidades tienen como propósito articular la formación académica con la experiencia en contextos reales, fortalecer la responsabilidad social universitaria y favorecer el desarrollo de competencias profesionales en escenarios laborales y globales. A través de su cumplimiento, el estudiantado consolida aprendizajes adquiridos a lo largo de su trayectoria, aplica conocimientos en situaciones auténticas y desarrolla habilidades clave para su inserción en el campo profesional.

En conjunto, estas modalidades aseguran que las personas egresadas cuenten con una formación integral, pertinente y alineada con las demandas del entorno, contribuyendo a su desempeño eficaz y ético en el ámbito profesional.

6.3.1. Servicio social comunitario y profesional

La Universidad Autónoma de Baja California, con fundamento en su Reglamento de Servicio Social vigente, establece como requisito para el estudiantado de licenciatura la realización del servicio social en dos etapas: comunitaria y profesional. Estas etapas tienen como propósito contribuir a la formación integral del estudiantado mediante la

aplicación de conocimientos en beneficio de la sociedad, particularmente de los sectores en condición de vulnerabilidad.

La primera etapa, denominada servicio social comunitario, comprende un mínimo de 300 horas y está orientada al fortalecimiento de la formación valoral y el compromiso social del estudiantado. De acuerdo con el reglamento, esta etapa puede iniciarse desde el ingreso a la universidad y se recomienda su realización durante la etapa básica del programa educativo. Asimismo, se establece que, al alcanzar el 40% de los créditos del plan de estudios sin haber acreditado esta etapa, la carga académica se verá limitada conforme a la normatividad institucional.

La segunda etapa, denominada servicio social profesional, comprende un mínimo de 480 horas, con una duración no menor a seis meses, y está orientada a la aplicación de conocimientos, habilidades y competencias propias del perfil profesional. Esta etapa podrá iniciarse una vez que el estudiantado haya acreditado el servicio social comunitario y cubierto al menos el 60% de los créditos del plan de estudios, en concordancia con lo establecido en el reglamento vigente.

La operación del servicio social en ambas etapas será responsabilidad de la unidad académica, la cual se encargará de la planeación, asignación, supervisión, evaluación y acreditación de las actividades realizadas, en coordinación con las unidades receptoras de los sectores público, social y productivo. Para su realización, el estudiantado deberá cumplir con los requisitos institucionales, incluyendo la acreditación del taller de inducción, la asignación formal a un programa registrado y la entrega de informes de actividades debidamente validados.

6.3.2. Prácticas profesionales

Las prácticas profesionales constituyen una estrategia formativa orientada a la aplicación de conocimientos, habilidades y actitudes en contextos reales del ámbito laboral, contribuyendo al fortalecimiento de la formación integral del estudiantado y a su vinculación con los sectores social, productivo y gubernamental.

De acuerdo con el Reglamento General para la Prestación de Prácticas Profesionales de la Universidad Autónoma de Baja California, estas actividades podrán realizarse en unidades receptoras debidamente registradas, tales como organismos

públicos, privados o sociales, cuyas funciones se relacionen con el campo disciplinar del programa educativo. Asimismo, podrán iniciarse una vez que el estudiantado haya cubierto aproximadamente el 70% de los créditos del plan de estudios, en concordancia con la normatividad institucional vigente.

Para el caso específico de la Licenciatura en Física, las prácticas profesionales contemplan un total de 160 horas, cuya acreditación otorga 10 créditos de carácter obligatorio dentro del plan de estudios. Estas se desarrollan bajo esquemas de supervisión y evaluación conjunta entre la unidad académica y la unidad receptora, mediante el cumplimiento de actividades previamente definidas, así como la entrega de informes y evidencias de desempeño debidamente validadas.

Desde una perspectiva formativa y de vinculación, las prácticas profesionales representan una oportunidad estratégica para la inserción temprana del estudiantado en el ámbito laboral, al permitirle integrarse a equipos de trabajo, conocer dinámicas institucionales, aplicar conocimientos en situaciones reales y establecer redes de contacto profesional. En este sentido, el programa educativo promoverá su realización en sectores estratégicos del ámbito ambiental, favoreciendo el desarrollo de experiencia práctica, el fortalecimiento del perfil profesional y una transición progresiva hacia el ejercicio laboral.

La planeación, asignación, seguimiento, evaluación y acreditación de las prácticas profesionales será responsabilidad de la unidad académica, en coordinación con las unidades receptoras, asegurando que las actividades realizadas contribuyan al desarrollo de competencias profesionales y respondan a las necesidades del entorno. Las prácticas profesionales consolidan un componente formativo clave del plan de estudios, al articular la formación académica con la experiencia laboral, fortalecer la empleabilidad del estudiantado y contribuir a su desempeño eficaz en contextos socioambientales complejos.

6.3.3. Lengua extranjera

Para egresar del programa educativo de Física, el estudiantado deberá acreditar el dominio de una segunda lengua con un nivel mínimo de A2 del *Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas* (MCER), o su equivalente, mediante cualquiera de las modalidades reconocidas por la Facultad de Idiomas de la UABC o por la propia unidad

académica conforme a la normatividad universitaria vigente.

Tabla 6

Criterios de acreditación de una segunda lengua

Criterio / Modalidad	Requisito de acreditación
EXADII	Acreditar por lo menos el nivel A2 en el Examen Diagnóstico del Idioma Inglés (EXADII) aplicado por el Departamento de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar. La constancia derivada de este resultado tiene vigencia de un año.
Examen de Conocimiento de Lengua Extranjera	Acreditar el Examen de Conocimiento de Lengua Extranjera aplicado por la Facultad de Idiomas de la UABC, obteniendo un resultado equivalente a A2 o superior, conforme al nivel mínimo establecido por el programa educativo.
Cursos por nivel del CEC	Acreditar por lo menos el nivel 3 de los cursos en lenguas extranjeras impartidos por el Centro de Educación Continua de la UABC, o el curso de acreditación equivalente reconocido institucionalmente.

Glosario

- **TOEFL iBT:** Test of English as a Foreign Language Internet-Based Test. Examen internacional de inglés administrado por ETS y reconocido por la UABC mediante equivalencias con el MCER. Fuente principal: Acreditacion segundo idioma.pdf; <https://www.ets.org/toefl/test-takers/ibt/register/how-to-register.html>
- **IELTS:** International English Language Testing System. Examen internacional de dominio del inglés aceptado por la UABC previa validación y equivalencia con el MCER. Fuente principal: Acreditacion segundo idioma.pdf; <https://ielts.org/about-ielts>
- **TOEIC:** Test of English for International Communication. Serie de evaluaciones de inglés, especialmente asociadas a contextos laborales y de comunicación internacional, aceptadas por la UABC mediante equivalencias institucionales. Fuente principal: Acreditacion segundo idioma.pdf; <https://www.ets.org/toeic/test-takers.html>

- **CENNI:** Certificación Nacional de Nivel de Idioma. Referencia reconocida por la Secretaría de Educación Pública de México para acreditar nivel de dominio de idioma. Fuente principal: Acreditacion segundo idioma.pdf; <https://dgair.sep.gob.mx/dir/cenni>
- **Cambridge:** Conjunto de exámenes y certificaciones de Cambridge English alineados con niveles del MCER y reconocidos por la UABC previa validación. Fuente principal: MCER 2024-2_03102024.pdf; <https://www.cambridgeenglish.org/latinamerica/exams-and-tests/qualifications/>
- **Otras certificaciones internacionales previa validación:** Certificados no enumerados de forma exhaustiva en la normativa local, pero que la Facultad de Idiomas puede aceptar si verifica su vigencia, autenticidad y equivalencia con el MCER requerido por el programa. Fuente principal: <https://idiomas.ens.uabc.mx/constancia-acreditacion/>
- **DEXWAY:** Plataforma de Lenguas Extranjeras en Línea utilizada por la UABC como una de las rutas institucionales de formación y acreditación, sujeta al nivel que solicite cada programa educativo. Fuente principal: Presentación de servicios que ofrece la FIE mayo2024.pdf; <https://www.dexway.com/es/contacto/>
- **CEC:** Centro de Educación Continua de la UABC. Ofrece cursos de lenguas extranjeras, cursos de comprensión lectora y cursos especiales de acreditación reconocidos dentro de las rutas institucionales. Fuente principal: <https://centrodeeducacioncontinua.uabc.mx/>; <https://centrodeeducacioncontinua.uabc.mx/preguntas-frecuentes-2/>

Los criterios establecidos para acreditar el dominio de una segunda lengua se fundamentan en la visión de la UABC, que reconoce la necesidad del bilingüismo para competir en un contexto global. Por ello, y en consonancia con lo estipulado en los planes de estudio de la Facultad de Ciencias, se ha definido un nivel de competencia específico que garantice que los futuros profesionistas posean las herramientas lingüísticas necesarias. Este estándar no solo busca cumplir con un requisito curricular, sino que es un elemento clave para robustecer su formación, asegurando una movilidad académica y profesional efectiva, y favoreciendo su incorporación al

mercado laboral con una visión amplia y competitiva, tal como lo establece el modelo educativo institucional. Las opciones definidas son las siguientes:

1. Quedar asignado en al menos el nivel A2 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCER), en el examen diagnóstico de lengua extranjera aplicado por la Facultad de Idiomas de la UABC.
2. Constancia de acreditación de al menos el nivel A2 del Marco Común Europeo de Referencia (MCER) para las Lenguas, o su equivalente, en el examen TOEFL-iBT, TOEFL-iTP, o IELTS, cursos en la unidad académica o en el Centro de Educación Continua de la UABC, con una vigencia no mayor a 2 años, que acrediten el nivel A2 referido.
3. Estancias internacionales autorizadas por la unidad académica, con duración mínima de tres meses en un país con lengua oficial distinta al español, y con evidencia de un desempeño satisfactorio en asignaturas cursadas en idioma distinto al español.
4. En los casos no previstos en los incisos anteriores, la acreditación de la segunda lengua se puede realizar mediante gestión ante la unidad académica.

El cumplimiento por parte del estudiantado en alguna de las opciones señaladas anteriormente dará lugar a la expedición de una constancia de acreditación de lengua extranjera emitida por la Facultad de Ciencias o la Facultad de Idiomas de la UABC.

6.3.4. Modalidades de titulación

La obtención del título profesional en la Universidad Autónoma de Baja California se rige por lo establecido en el Estatuto Escolar vigente, el cual regula el proceso de otorgamiento de títulos a quienes han concluido la totalidad de los créditos del plan de estudios y cumplido con los demás requisitos académicos e institucionales aplicables. Asimismo, el proceso de titulación se sujeta a lo dispuesto en el Reglamento General de Exámenes Profesionales y Estudios de Posgrado, que establece las condiciones, procedimientos y modalidades mediante las cuales el estudiantado podrá demostrar el logro de las competencias adquiridas durante su formación profesional.

En este marco normativo, las personas egresadas de la Licenciatura en Física deberán cumplir con los requisitos establecidos en la normatividad universitaria vigente, así como con los lineamientos específicos definidos por la unidad académica correspondiente, a fin de obtener el título profesional.

Con el propósito de favorecer la eficiencia terminal y ofrecer alternativas pertinentes para la culminación del proceso formativo, la Universidad contempla diversas modalidades de titulación, las cuales permiten al estudiantado acreditar, desde distintos enfoques, el dominio de conocimientos, habilidades y competencias profesionales desarrolladas a lo largo de su trayectoria académica. Entre dichas modalidades se encuentran:

- Obtener la constancia de presentación y acreditación del Examen General de Egreso de Licenciatura (EGEL) aplicado por el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL), o su equivalente autorizado por el H. Consejo Universitario.
- Haber alcanzado un promedio general mínimo de 90 al concluir los estudios profesionales.
- Haber cubierto el total de los créditos de una especialidad o al menos el 50% de los créditos de una maestría en un área del conocimiento afín.
- Comprobar el desempeño del ejercicio o práctica profesional por un periodo mínimo acumulado de dos años, conforme a los criterios establecidos por la unidad académica.
- Aprobar el informe o memoria de la prestación del servicio social profesional.
- Presentar y aprobar una tesis profesional, desarrollada con base en el método científico y conforme a los lineamientos metodológicos establecidos.
- Titulación por proyecto, mediante la presentación de un informe derivado de actividades de vinculación con la sociedad, particularmente aquellas desarrolladas en el marco de Proyectos de Vinculación con Valor en Créditos (PVVC).
- Titulación automática para egresados y egresadas de programas educativos reconocidos como de calidad por organismos acreditadores o evaluadores externos, como COPAES o CIEES, conforme a la normatividad vigente.

Estas modalidades de titulación aseguran que las personas egresadas demuestren de manera formal el logro del perfil de egreso, al tiempo que ofrecen flexibilidad para que el proceso de titulación responda a sus trayectorias académicas y experiencias profesionales, fortaleciendo su inserción en el ámbito laboral y su contribución al desarrollo sustentable. De acuerdo con el Reglamento General de Exámenes Profesionales, el proceso de titulación podrá incluir, según la modalidad elegida, la presentación de un examen profesional, el cual tiene como finalidad valorar de manera integral los conocimientos generales del sustentante y su capacidad para aplicarlos en la resolución de problemáticas propias de su campo disciplinar.

7. Condiciones institucionales para la operación del plan de estudios

La viabilidad y sostenibilidad de un plan de estudios no dependen exclusivamente de su solidez académica o de la pertinencia de su diseño curricular, sino de las condiciones institucionales que garantizan su adecuada implementación, seguimiento y mejora continua. En este sentido, el presente apartado establece el conjunto de capacidades organizacionales, recursos y dispositivos de gestión académica con los que cuenta la institución para asegurar la operación efectiva del programa educativo, en congruencia con los principios de calidad, pertinencia, equidad e innovación educativa que orientan a la universidad.

Estas condiciones institucionales se estructuran de manera sistémica, considerando tanto los insumos estratégicos como los procesos de apoyo que inciden directamente en la formación integral del estudiantado. Se abordan, en primer término, los mecanismos de difusión del programa educativo, los cuales permiten su posicionamiento y adecuada comunicación hacia los distintos públicos de interés. Posteriormente, se describen las características de la planta académica y la organización de los cuerpos académicos, elementos clave para el desarrollo de funciones sustantivas como la docencia, la investigación y la vinculación.

Asimismo, se detallan las condiciones de infraestructura física y tecnológica, así como la disponibilidad de materiales y equipamiento especializado, indispensables para el desarrollo de experiencias de aprendizaje pertinentes y contextualizadas. De igual forma, se consideran los recursos bibliográficos y de información que respaldan el acceso al conocimiento actualizado y a fuentes especializadas, en consonancia con las exigencias del campo disciplinar.

Finalmente, se incorporan los dispositivos institucionales orientados al acompañamiento y bienestar del estudiantado, tales como el Programa de Tutoría Académica y los servicios de apoyo proporcionados desde la estructura organizacional, los cuales contribuyen a fortalecer la trayectoria escolar, la permanencia, el egreso oportuno y la formación integral.

7.1. Difusión del programa educativo

La difusión del programa educativo de Física se realiza mediante mecanismos impresos, digitales, presenciales y de divulgación científica. Estos medios se orientan tanto a la promoción externa del programa entre aspirantes y público en general como a la orientación interna del estudiantado sobre oportunidades académicas, de vinculación y desarrollo profesional. Con ello, se fortalece la visibilidad del programa, se amplía su alcance y se favorece el conocimiento oportuno de la oferta educativa de la Facultad de Ciencias. Entre los principales mecanismos de difusión del programa educativo se encuentran:

- Elaboración y distribución de trípticos informativos del programa, en los que se presenta información general sobre el plan de estudios, el perfil, la estructura curricular y las características de la licenciatura.
- Difusión a través de la [página web oficial de la Facultad de Ciencias](#), medio institucional en el que se pone a disposición de la comunidad información relevante del programa educativo, planes de estudio y documentos de consulta.
- Promoción mediante la [página de Facebook](#) y otros medios electrónicos institucionales, que permiten una comunicación más amplia y oportuna con estudiantes potenciales, comunidad universitaria y público en general.
- Participación en eventos institucionales de orientación y promoción de carreras, como la *Expo Carreras UABC* y las jornadas vocacionales organizadas por el sistema educativo estatal.
- Organización y participación en eventos anuales de divulgación y promoción científica, como la *Semana de Ciencias*, la *Expo Ciencia y Tecnología*, la *Noche de las Ciencias*, la *Noche de las Estrellas* y actividades como el *Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia*, que acercan el programa a estudiantes de educación media superior, básica y a la sociedad en general.
- Promoción del programa a través de congresos, simposios, talleres, cursos de extensión, conferencias, seminarios, exposiciones y asesorías, en los que participa la comunidad académica de la licenciatura.

- Difusión de la cultura científica y de las actividades del programa mediante iniciativas estudiantiles y académicas, concursos y olimpiadas de física, y otras acciones de comunicación pública de la ciencia.
- Difusión interna de oportunidades académicas, alternativas de tránsito a la vida profesional y opciones formativas complementarias, a través de tutorías grupales, infografías en espacios físicos y otras estrategias de comunicación segmentada por etapa formativa.
- Promoción de oportunidades de vinculación, movilidad, prácticas profesionales, emprendimiento y modalidades de aprendizaje mediante espacios de orientación académica y mecanismos institucionales de difusión.

En conjunto, estos mecanismos fortalecen la visibilidad del programa educativo, amplían su presencia entre estudiantes potenciales y favorecen que el estudiantado conozca oportunamente las opciones académicas, científicas y profesionales que ofrece el programa educativo de Física.

7.2. Planta académica

Facultad de Ciencias

La planta académica que atiende el programa educativo está conformada por 25 profesores, de los cuales 8 son Profesores de Tiempo Completo (PTC) adscritos al programa y 17 Profesores de Asignatura. De los PTC el 62.5 % (5) cuenta con reconocimiento SNII y el 75.0 % (6) cuentan con perfil deseable. El número y grado académico de los profesores, se muestra en las Tablas 7 y 8.

Tabla 7

Grado y número de docentes en la Facultad de Ciencias

Grado	Cantidad
Doctorado	22
Maestría	3
Licenciatura	0
Total	25

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

Perfil de la planta docente de tiempo completo de la Facultad de Ciencias, Ensenada.

No. de emplea-do	Nombre completo	Grados académicos	Institución de egreso del último grado
9065	Roberto Romo Martínez	Licenciatura en Física Maestro en Ciencias (Física de Materiales) Doctor en Ciencias (Física de Materiales).	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
9282	Jorge Alberto Villavicencio Aguilar	Licenciatura en Física Maestro en Ciencias (Física de Materiales) Doctor en Ciencias (Física de Materiales).	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
11066	Juan Crisóstomo Tapia Mercado	Licenciatura en Física Maestría en Ciencias en Óptica Doctorado en Ciencias en Óptica	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
20396	Claudio Ismael Valencia	Ciencias Físicas Ciencias Físicas	Universidad de Buenos Aires
22459	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez	Licenciatura en Física Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales Doctor en Ciencias	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
22465	Ramón Carrillo Bastos	Licenciatura en Física Maestro en Ciencias Físicas Doctor en Ciencias (Física de Materiales).	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
27265	Manuel Iván Ocegueda Miramontes	Licenciatura en Física Maestría en Ciencias en Óptica Doctorado en Ciencias en Óptica	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)

No. de emplea-do	Nombre completo	Grados académicos	Institución de egreso del último grado
30608	Víctor Manuel Rico Botero	Licenciatura en Física Maestría en Ciencias (Óptica) Doctorado en Ciencias en Óptica	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)

Fuente: Elaboración propia.

7.3. Cuerpos académicos

En la Facultad de Ciencias se cuenta con cuerpos académicos cuyas aportaciones a la ciencia benefician al programa educativo y a la formación del estudiantado en el área de la Física. A continuación, se describen los cuerpos académicos que aportan directamente al programa de Licenciatura en Física.

El cuerpo académico *Física Cuántica* se encuentra en grado consolidado (vigencia: 26 de noviembre de 2024 al 25 de noviembre de 2034) con número de registro UABC-CA-133. Se orienta al estudio teórico y computacional de fenómenos cuánticos en sistemas de interés fundamental y aplicado. Sus temas de estudio comprenden el tunelaje y el decaimiento cuántico, así como sus aspectos dinámicos, mediante enfoques de mecánica cuántica no-hermitiana; el transporte de carga y espín en nanoestructuras y sistemas nanoelectromecánicos; las fases geométricas en sistemas cuánticos; y problemas de electromagnetismo aplicado, óptica y modelación numérica de sistemas físicos. En conjunto, estas líneas articulan una agenda de investigación en física cuántica, nanociencias y métodos computacionales avanzados.

Integrantes

- Dr. Jorge Alberto Villavicencio Aguilar (Líder)
- Dr. Roberto Romo Martínez
- Dr. Claudio Ismael Valencia Yaves
- Dr. Alberto Hernández Maldonado (FCITEC-UABC)

Colaboradores

- Dr. Gastón García Calderón (IF-UNAM)

- Dr. Ernesto Cota Araiza (CNyN-UNAM)
- Dr. Fernando Rojas Íñiguez (CNyN-UNAM)
- Dr. Jesús Alberto Maytorena Córdova (CNyN-UNAM)
- Dr. Ramón Carrillo Bastos (FC-UABC)

El cuerpo académico *Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, se encuentra en grado de consolidación con número de registro UABC-CA-205. Se orienta al diseño y aplicación de materiales didácticos para el proceso de enseñanza-aprendizaje y divulgación de las ciencias: se enfoca en el diseño, desarrollo y divulgación de objetos de aprendizaje para favorecer la adquisición de competencias y habilidades científicas en estudiantes de los diferentes niveles educativos.

Integrantes

- Dr. Juan Crisóstomo Tapia Mercado (Líder)
- Dra. Alma Rocío Cabazos Marín
- Dr. Jesús Ramón Lerma Aragón ²

Colaboradores

- Dr. José Manuel López Rodríguez
- Dr. Duilio Valdespino Padilla
- M.C. Héctor Francisco Ortiz Kerbertt

El cuerpo académico *Fenómenos ópticos y de transporte cuántico*, se encuentra en formación con número de registro UABC-CA-299. Se orienta a los estudios de efectos ópticos no lineales en fibras de cristal fotónico, así como el transporte electrónico y efectos térmicos en sistemas de baja dimensionalidad: analiza la interacción óptica no lineal de campos electromagnéticos con ensambles atómicos pertenecientes a gases, también realiza cálculo analíticos y numéricos de transporte electrónico en grafeno, aislantes topológicos y gases electrónicos de baja dimensionalidad.

² El docente se jubiló en el 2026-1, y la actualización de los miembros en el sistema de Cuerpos Académicos de PRODEP se realizará en la convocatoria publicada recientemente.

Integrantes

- Dr. Ramón Carrillo Bastos (Líder)
- Dr. Manuel Iván Ocegueda Miramontes
- Dra. Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez

Colaboradores

- Dra. Nancy Sandler (Ohio University, USA)
- Dr. Mahmoud Asmar (Kennesaw University, USA)
- Dr. Gerardo Naumis (IF-UNAM)
- Dr. Pierre Anthony Pantaleón Peralta (IMDEA, España)
- Dr. Jesús Alberto Maytorena Córdova (CNyN-UNAM)
- Dr. Jorge Alberto Villavicencio Aguilar (FC-UABC)

7.4. Infraestructura, materiales y equipamiento

Aulas

La siguiente tabla presenta una síntesis de los edificios que concentran las 16 aulas de apoyo al programa educativo, así como la capacidad reportada de cada una, con base en la identificación espacial mostrada en el mapa de ubicación de la Facultad de Ciencias.

Tabla 9

Aulas

Edificio	Espacios identificados en mapa	Aulas	Capacidad por aula	Observación
E2	Área de Asesorías, Aula de Posgrado, Aula de licenciatura	1	21	Dos aulas de 42.7 m ² en este edificio; incluye espacios de apoyo académico y posgrado.
E3	Salón de Usos Múltiples	1	30	
E4	D1, D2, D3, D4, D6, D7, D8	7	5 aulas de 30 y 2 aulas de 10	Las aulas regulares corresponden D1, D2, D3, D4 y D6; las de menor capacidad a D7 y D8
E9	A1, A2, A3, A5, A6, A7	6	5 aulas de 40 y 1 aula de 20	A4 no se contabiliza como aula general, ya que corresponde a un laboratorio especializado de Biología.
E10	E10	1	40	

Nota: Aunque la capacidad física de algunas aulas es mayor, operativamente se considera un máximo de 30 estudiantes por grupo.

Laboratorios

La siguiente tabla integra la información de las evidencias institucionales con la identificación espacial visible en el mapa de ubicación de la Facultad de Ciencias.

Tabla 10

Laboratorios

Laboratorio	Referencia en mapa	Bajo responsabilidad del programa	Servicio principal al programa	Observación
Mecánica	Edificio E7, Laboratorio B4	Sí	Métodos Experimentales de la Física, Laboratorio de Física, Laboratorio de Termodinámica	Laboratorio identificado como B4 en el mapa
Sensores	Edificio E2, Laboratorio de Sensores	Sí	Laboratorio de Física	Espacio identificado en el mapa del edificio E2
Óptica	Edificio E7, Laboratorio B3	Sí	Laboratorio de Óptica, Circuitos Eléctricos, Laboratorio de Electricidad y Magnetismo	Laboratorio identificado como B3 en el mapa.
Fibras Ópticas	Edificio E4, Laboratorio D5	Sí	Laboratorio de Investigación en Fibras Ópticas	Espacio identificado como D5 en el mapa.
Óptica	Edificio E4, Laboratorio D5	Sí	Laboratorio Avanzado	Laboratorio que está junto al Laboratorio de Fibras Ópticas
Química	Edificio E7, Laboratorios B1 y B2	No	Laboratorios de Química, Química Orgánica, Microbiología, Bioquímica y Fisicoquímica	Laboratorios de servicio compartido con Biología

Laboratorio	Referencia en mapa	Bajo responsabilidad del programa	Servicio principal al programa	Observación
Laboratorio de Usos Múltiples	Edificio 8, Laboratorio de Usos Múltiples	No	Métodos Experimentales de la Física, Laboratorio de Física	Laboratorio de servicio compartido con los otros programas educativos
LD1	Edificio E57, Laboratorio de cómputo LD1	No	Apoyo a docencia computacional	Laboratorio de cómputo de apoyo al programa y a otros programas educativos
LD2	Edificio E57, Laboratorio de cómputo LD2	No	Apoyo a docencia computacional	Laboratorio de cómputo de apoyo al programa y a otros programas educativos
LD3	Edificio E57, Laboratorio de cómputo LD3	No	Apoyo a docencia computacional	Laboratorio de cómputo de apoyo al programa y a otros programas educativos
LD4	Edificio E57, Laboratorio de cómputo LD4	No	Apoyo a docencia computacional	Laboratorio de cómputo de apoyo al programa y a otros programas educativos
LD5	Edificio E57, Laboratorio de cómputo LD5	No	Apoyo a docencia computacional	Laboratorio de cómputo de apoyo al programa y a otros programas educativos

Tabla 11

Síntesis del equipo de laboratorio

La siguiente tabla sintetiza el equipo de laboratorio identificado en las evidencias institucionales, se resumen los equipos representativos por espacio de trabajo y apoyo al programa educativo.

Laboratorio	Ubicación de referencia	Equipo representativo	Estado / Condición reportada	Observación
Mecánica y Sensores	Área de laboratorios de docencia	Cubas de ondas, carros de cinemática, compuertas digitales, accesorios de carro balístico, péndulo balístico, sistemas Photogate Timer, plataformas giratorias, lanzadores de proyectiles PASCO, rieles de aire, sistemas estáticos y dinámicos, sonómetros, aparato de Venturi, equipo para medir constante de gravitación, giroscopio, equipo para medición de momento de inercia, termómetros	Predomina Bueno; algunos equipos aparecen como Regular	Es el espacio con inventario más detallado en la tabla específica de equipamiento.
Electricidad y Magnetismo	Edificio E7, Laboratorio B3	Aparato para determinar experimentalmente la Ley de Coulomb, Capacitor de placas paralelas variable, Electrómetro, Jaula de Faraday, Paletas de carga, Tubo para deflexión eléctrica de electrones, sistema de transformadores, Bobinas de Helmholtz, Mapeador de campo eléctrico, Esferas de carga, sensor de campo magnético	Predomina funcional. Sin embargo, algunas prácticas (las de electrostática principalmente) son altamente dependientes de las condiciones atmosféricas.	Para una lista exhaustiva de la mayoría de equipos disponibles para este laboratorio, refiérase a la siguiente hoja de cálculo (incluye fotos)
Óptica	Edificio E7,	Rejillas de	Sin detalle	El laboratorio

Laboratorio	Ubicación de referencia	Equipo representativo	Estado / Condición reportada	Observación
	Laboratorio B3	difracción, lentes, espejos, fuentes de luz incandescentes, lámparas fluorescentes con gases de varios tipos, luxómetros, interferómetro de Michelson, polarizadores, Modelo del ojo humano, rieles y sistemas para alineación de montajes ópticos.	tabular exhaustivo en la evidencia revisada	aparece reportado como espacio activo al servicio del programa
Fibras Ópticas	Edificio E4, Laboratorio D5	Osciloscopio, amplificador de fase dual, generador de pulsos, mesa óptica	Reportado como equipado y en operación	Espacio vinculado al laboratorio interdisciplinario y a actividades de investigación y docencia
Óptica	Edificio E4, Laboratorio D5	Mesa óptica, postes y soportes para postes, Filtro espacial, monturas para espejos con espejos, monturas traslacionales micrométricas manuales	Funcional. Falta la instalación de línea de aire comprimido.	
Química	Edificio E7, Laboratorios B1 y B2	Materiales y equipo de laboratorio para prácticas afines	Sin detalle tabular exhaustivo en la evidencia revisada	Se reporta como laboratorio de servicio al programa
Sala de Física Cuántica	Edificio E4	2 computadoras, 1 impresora, 1 proyector, mesa de trabajo con sillas, acervo bibliográfico especializado	Reportado como espacio habilitado	Sirve para reuniones académicas y apoyo a estudiantes de licenciatura y posgrado

Laboratorio	Ubicación de referencia	Equipo representativo	Estado / Condición reportada	Observación
Divulgación y apoyo didáctico	Equipo institucional de apoyo	Domo Planetario Digitalium Delta 3, telescopio Solar MaxII 90, telescopio StarNavigator NG 102 mm	Reportado como disponible	Vinculado a actividades de divulgación, enseñanza y proyectos académicos
Almacén de materiales y reactivos	Área de resguardo institucional	Materiales, reactivos y equipo para prácticas	Reportado como existente y con inventarios	Se documenta con inventario de reactivos y materiales.

Cubículos para profesoras y profesores de carrera y su equipamiento

La siguiente tabla sintetiza la información disponible sobre los cubículos para el personal docente vinculado con el programa educativo. La evidencia institucional señala que cada profesor o profesora de tiempo completo, de medio tiempo, y técnica o técnico académico cuenta con cubículo equipado con computadora y teléfono fijo.

Tabla 12

Información de cubículos

Tipo	Cantidad	Superficie por cubículo (m ²)	Capacidad máxima por cubículo	m ² por profesor(a)	Superficie total (m ²)
Individual	3	6.5	1	6.5	19.5
Individual	3	7.7	1	7.7	23.1
Individual	1	6.0	1	6.0	6.0
Individual	1	8.7	1	8.7	8.7
Individual	2	7.0	1	7.0	14.0

- Total de cubículos individuales: 10.
- Superficie total estimada: 71.3 m².
- Se cuenta con dos cubículos, cada uno equipado con computadora, disponibles para docentes de asignatura. Adicionalmente, existe una sala de docentes que funciona como comedor y está equipada con mesa, sillas y microondas.

Equipo de cómputo para uso del estudiantado

La siguiente tabla sintetiza la información disponible sobre el equipo de cómputo de apoyo a las actividades académicas del estudiantado. Los laboratorios de cómputo se encuentran identificados en el mapa de la Facultad en el edificio E57.

Tabla 13

Equipo de cómputo del estudiantado

Laboratorio	Ubicación en mapa	Equipos para uso de estudiantes	Total de equipos	Observación
LD1	E57	Mac Mini	21	Laboratorio de cómputo de apoyo a docencia
LD2	E57	Dell Optiplex	21	Laboratorio de cómputo de apoyo a docencia
LD3	E57	Dell XPS	40	Laboratorio de mayor capacidad de cómputo
LD3	E57	Computadora Cuántica SpinQ Gemini Mini de 2 cúbits	1	Laboratorio de cómputo de apoyo a docencia
LD4	E57	iMac	21	Laboratorio de cómputo de apoyo a docencia
LD5	E57	ASUS	21	Laboratorio de cómputo de apoyo a docencia

Nota. Total estimado de equipos de cómputo para uso de estudiantes: 125 equipos. Además, el apoyo complementario para docencia: una televisión de 65 pulgadas y 3 proyectores fijos instalados en laboratorios de cómputo, 3 proyectores fijos instalados en las aulas D1, D2 y D3, 2 televisores de 65 pulgadas instaladas en las aulas A5 y A6, y 7 proyectores móviles.

Equipo de cómputo para el uso del personal docente

Tabla 14

Equipo de cómputo del personal docente

Recurso o espacio	Dato confirmado	Función principal	Observación
Cubículos para profesorado	Cubículos individuales para profesorado de tiempo completo y medio tiempo, más 2	Espacio de trabajo académico y atención a estudiantes	Se reportan como parte de la infraestructura de apoyo al programa

Recurso o espacio	Dato confirmado	Función principal	Observación
	cubículos para profesorado de asignatura		
Sala de Física Cuántica	2 computadoras, 1 impresora, 1 proyector, mesa de trabajo con sillas	Apoyo a trabajo académico, reuniones y actividades de licenciatura y posgrado	Espacio académico especializado ubicado en E4
Proyectores fijos	3 equipos instalados en laboratorios de cómputo y 3 más instalados en aulas	Apoyo docente para clases y presentaciones	Recurso institucional de apoyo audiovisual
Proyectores móviles	7 equipos disponibles	Apoyo docente para clases y presentaciones	Recurso institucional de uso flexible
Televisores de 65 pulgadas	2 equipos instalados en aulas y uno más en un laboratorio de cómputo	Apoyo docente para clases y presentaciones	Recurso institucional de apoyo audiovisual
Conectividad institucional	2 conmutadores telefónicos, red gigabit interna y enlace simétrico de Internet de 500 Mbs	Soporte tecnológico para actividades académicas y administrativas	Se reporta como infraestructura institucional disponible
Soporte técnico	Técnicos académicos de apoyo a laboratorios y laboratorios de cómputo	Atención técnica y operativa de equipos e infraestructura	Apoyo institucional al funcionamiento de los espacios tecnológicos

Fuente: Elaboración propia.

Auditorios, salas audiovisuales y de teleconferencias

La siguiente tabla integra los espacios de apoyo identificados en las evidencias institucionales y en el mapa de ubicación de la Facultad de Ciencias, relacionados con actividades académicas, presentaciones, trabajo colegiado y uso de recursos audiovisuales.

Tabla 15

Espacios de la Facultad de Ciencias

Espacio	Ubicación en mapa	Función principal	Evidencia útil
Sala Audiovisual A	E5	Apoyo a clases, presentaciones y recursos multimedia	Identificada en mapa y respaldada por el reporte de dos audiovisuales
Sala Audiovisual B	E2	Apoyo a clases, presentaciones y recursos multimedia	Identificada en mapa y respaldada por el reporte de dos audiovisuales
Sala de Juntas	E57	Reuniones académicas, trabajo colegiado y actividades de apoyo	Identificada en el mapa de la Facultad
Sala de Física Cuántica	E4	Reuniones académicas y apoyo especializado	Cuenta con 1 proyector y equipo de cómputo

Fuente: Elaboración propia.

Fotos representativas de espacios

A continuación, se presentan las fotos representativas de los espacios del programa educativo de la Licenciatura en Física, Facultad de Ciencias en Ensenada.

Figura 2

Vista panorámica del estacionamiento de la Facultad de Ciencias



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3

Cubículos para profesores de asignatura



Fuente: Elaboración propia. (a) Puerta de acceso y (b) Interior de uno de los cubículos.

Figura 4

Almacén de la Facultad de Ciencias.



Fuente: Elaboración propia. (a) Equipo de uso común para prácticas de laboratorio de física. (b) Equipo de uso común para prácticas de laboratorio de física y química

Figura 5

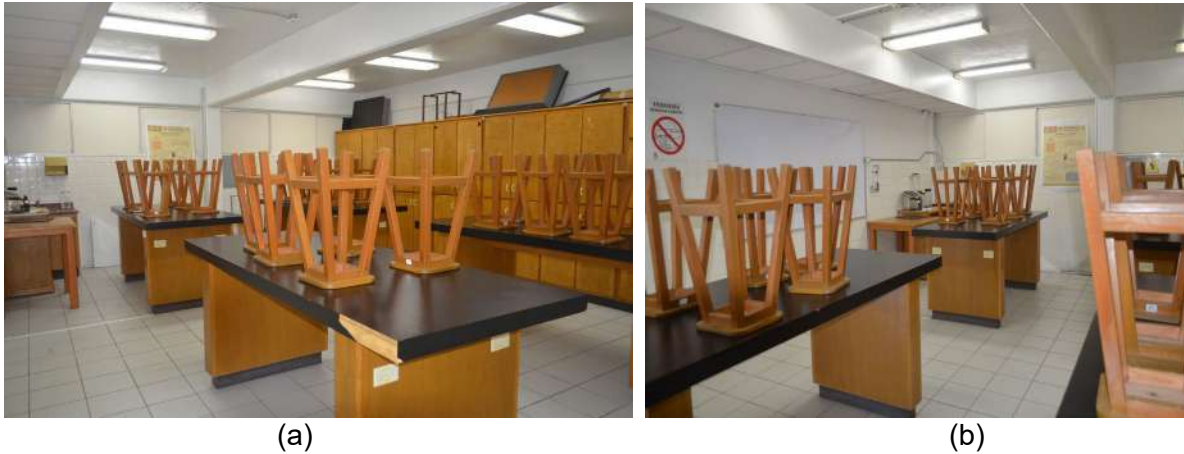
Laboratorio de Electricidad, Magnetismo y Óptica (Edificio E7, Espacio B3)



Fuente: Elaboración propia. Los armarios que se aprecian en el fondo almacenan el equipo utilizado en las prácticas.

Figura 6

Laboratorio de Física (Edificio E7, Espacio B4)



Fuente: Elaboración propia. (a) Vista al armario de equipo para prácticas de laboratorio. (b) Vista al pizarrón.

Figura 7

Fotografías representativas de aulas para docencia



Fuente: Elaboración propia.(a) Sala de cómputo (Edificio E57 espacio LD2). (b) Aula D3.

Figura 8

Imagen ilustrativa de una de las oficinas de profesores



Fuente: Elaboración propia

Figura 9

Computadora Cuántica SpinQ de dos cúbits ubicada en el Laboratorio de Cómputo LD3



Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Sala de Física Cuántica ubicada en el Edificio E4



Fuente: Elaboración propia

Figura 11

Mapa de la Facultad de Ciencias



Fuente: Elaboración propia

Biblioteca

El servicio de biblioteca se encuentra normado por el Reglamento General de Bibliotecas de la UABC. En su capítulo segundo, se detallan los lineamientos en cuanto a préstamos a domicilio e intercambio entre las diversas bibliotecas.

El programa educativo tiene acceso a todo el Sistema Bibliotecario, sin importar la unidad académica o municipio al que está adscrito; al igual que todo su catálogo de servicio que la propia biblioteca ofrece, como: visitas guiadas, catálogo en línea, préstamo de material bibliográfico, internet inalámbrico, buzón nocturno, salas de lectura y cursos de capacitación. Los horarios de atención de la biblioteca están sujetos al horario estudiantil de cada unidad académica, al igual que los servicios que se ofrecen. Una herramienta adicional de consulta a la bibliografía es la biblioteca virtual con la que cuenta la UABC, donde el estudiantado accede a través de internet y lo pueden hacer desde la comodidad de sus hogares.

Cuenta con un catálogo en línea que permite obtener datos generales de los recursos de información, su clasificación y condición. Estos datos son necesarios para confirmar si es el recurso que necesita, dónde puede localizarlo físicamente y si está

disponible para su préstamo. Esta consulta la pueden hacer desde cualquier computadora con acceso a internet en <http://biblioteca.uabc.mx>.

Sin embargo, en la siguiente tabla, se sintetiza la información disponible sobre los servicios bibliotecarios y documentales de apoyo al programa educativo, con énfasis en los recursos accesibles para estudiantes y profesorado del Campus Ensenada.

Tabla 16

Servicios bibliotecarios y documentales

Recurso / Servicio	Referencia útil	Dato confirmado	Observación
Biblioteca Central Ensenada	Campus Ensenada	Sí	Principal punto de apoyo documental para el programa educativo
Biblioteca Valle Dorado	Campus Ensenada	Sí	Parte del sistema bibliotecario del campus
Biblioteca San Quintín	Campus Ensenada	Sí	Parte del sistema bibliotecario del campus
Acervo impreso	Sistema bibliotecario Campus Ensenada	Más de 70,000 libros	Incluye bibliografía para programas educativos, obras de consulta y material complementario
Recursos electrónicos	Biblioteca Central	Sí	Acceso a bases de datos, libros y revistas electrónicas
Salas para asesorías	Biblioteca Central	3	Apoyo a tutorías, asesorías y trabajo académico
Encuestas de satisfacción	Servicios bibliotecarios	Sí	Se aplican para evaluar la calidad del servicio

Recurso / Servicio	Referencia útil	Dato confirmado	Observación
Presupuesto anual	Sistema bibliotecario	Sí	Se reporta asignación presupuestal anual

Fuente: La Biblioteca Central dispone de materiales especializados solicitados por los cuerpos académicos, así como acceso a recursos electrónicos para apoyar las unidades de aprendizaje del programa

7.5. Recursos bibliográficos y de información

El servicio de biblioteca se encuentra normado por el Reglamento General de Bibliotecas de la UABC. En su capítulo segundo, se detallan los lineamientos en cuanto a préstamos a domicilio e intercambio entre las diversas bibliotecas.

El programa educativo tiene acceso a todo el Sistema Bibliotecario, sin importar la unidad académica o municipio al que está adscrito; al igual que todo su catálogo de servicio que la propia biblioteca ofrece, como: visitas guiadas, catálogo en línea, préstamo de material bibliográfico, internet inalámbrico, buzón nocturno, salas de lectura y cursos de capacitación. Los horarios de atención de la biblioteca están sujetos al horario estudiantil de cada unidad académica, al igual que los servicios que se ofrecen. Una herramienta adicional de consulta a la bibliografía es la biblioteca virtual con la que cuenta la UABC, donde el estudiantado accede a través de internet y lo pueden hacer desde la comodidad de sus hogares.

Cuenta con un catálogo en línea que permite obtener datos generales de los recursos de información, su clasificación y condición. Estos datos son necesarios para confirmar si es el recurso que necesita, dónde puede localizarlo físicamente y si está disponible para su préstamo. Esta consulta la pueden hacer desde cualquier computadora con acceso a internet en <http://biblioteca.uabc.mx>.

Sin embargo, en la siguiente tabla, se sintetiza la información disponible sobre los servicios bibliotecarios y documentales de apoyo al programa educativo, con énfasis en los recursos accesibles para estudiantes y profesorado del Campus Ensenada.

Tabla 17*Servicios bibliotecarios y documentales*

Recurso / Servicio	Referencia útil	Dato confirmado	Observación
Biblioteca Central Ensenada	Campus Ensenada	Sí	Principal punto de apoyo documental para el programa educativo
Biblioteca Valle Dorado	Campus Ensenada	Sí	Parte del sistema bibliotecario del campus
Biblioteca San Quintín	Campus Ensenada	Sí	Parte del sistema bibliotecario del campus
Acervo impreso	Sistema bibliotecario Campus Ensenada	Más de 70,000 libros	Incluye bibliografía para programas educativos, obras de consulta y material complementario
Recursos electrónicos	Biblioteca Central	Sí	Acceso a bases de datos, libros y revistas electrónicas
Salas para asesorías	Biblioteca Central	3	Apoyo a tutorías, asesorías y trabajo académico
Encuestas de satisfacción	Servicios bibliotecarios	Sí	Se aplican para evaluar la calidad del servicio
Presupuesto anual	Sistema bibliotecario	Sí	Se reporta asignación presupuestal anual

Fuente: La Biblioteca Central dispone de materiales especializados solicitados por los cuerpos académicos, así como acceso a recursos electrónicos para apoyar las unidades de aprendizaje del programa

7.6. Programa de Tutoría Académica

El Programa de Tutoría Académica constituye un dispositivo institucional estratégico para el acompañamiento integral del estudiantado a lo largo de su trayectoria escolar, orientado a favorecer la permanencia, el desempeño académico, el egreso oportuno y la consolidación del proyecto profesional. Su enfoque se sustenta en una lógica formativa centrada en el estudiantado en la cual la tutoría trasciende la asesoría administrativa para convertirse en un proceso sistemático de orientación académica, personal y vocacional.

El propósito central del programa es potencializar las capacidades, habilidades y toma de decisiones del estudiantado, promoviendo una participación activa, reflexiva y responsable en su proceso de formación. En este sentido, la tutoría se configura como un espacio de mediación pedagógica que permite identificar oportunamente riesgos académicos, necesidades de apoyo y áreas de oportunidad, así como canalizar al estudiantado hacia los servicios institucionales pertinentes. Su impacto se expresa en múltiples dimensiones del desarrollo estudiantil:

- Académica: mejora en la planeación de la carga académica, el rendimiento escolar y la continuidad en los estudios.
- Personal: fortalecimiento de la autonomía, la autorregulación y el sentido de pertenencia institucional.
- Profesional: orientación para la construcción del perfil de egreso, elección de trayectorias formativas y toma de decisiones vinculadas al campo laboral.

El tutor o tutora desempeña un papel clave como agente de acompañamiento y orientación, cuya función principal es guiar al estudiantado en la comprensión y gestión de su trayectoria académica. Esta función implica:

- Brindar asesoría académica personalizada sobre la selección de unidades de aprendizaje, avance curricular y cumplimiento de requisitos.
- Detectar de manera oportuna situaciones de riesgo académico o personal, proponiendo estrategias de atención o canalización.
- Promover el desarrollo de habilidades de aprendizaje autónomo y toma de decisiones informadas.
- Dar seguimiento continuo al progreso del estudiantado mediante registros sistemáticos y evidencia de intervención.

La función tutorial se reconoce como una actividad académica formal, respaldada por procesos de capacitación y actualización docente, lo que garantiza la calidad y homogeneidad en su implementación.

El programa opera de manera estructurada en la unidad académica desde la Coordinación de Formación Profesional, en articulación con la subdirección, instancia responsable de la asignación de tutores, el seguimiento operativo y la evaluación del programa. A cada estudiante se le asigna un tutor o tutora desde su ingreso hasta el egreso, manteniendo un acompañamiento continuo, con posibilidad de ajuste en casos justificados.

La atención tutorial se organiza mediante:

- Sesiones grupales e individuales obligatorias, con un mínimo de cuatro por ciclo escolar (inicio, seguimiento intermedio, cierre y reinscripción).
- Planes de trabajo tutorial definidos institucionalmente, que orientan las actividades a desarrollar en cada sesión.
- Capacitación permanente a tutores y tutorados para asegurar el adecuado funcionamiento del programa.

El Sistema Institucional de Tutorías (SIT) es la plataforma tecnológica que sustenta la operación, seguimiento y evaluación del programa. Su función es sistematizar la información derivada del proceso tutorial, permitiendo:

- Registrar las sesiones de tutoría y las actividades realizadas.
- Dar seguimiento individualizado a la trayectoria del estudiante.
- Generar reportes académicos y evidencias de intervención tutorial.
- Facilitar la evaluación del programa mediante instrumentos aplicados a tutores y tutorados.

El programa incorpora mecanismos formales de evaluación y retroalimentación continua. Al cierre de cada periodo escolar:

- El tutor elabora un reporte de resultados, documentando avances, problemáticas detectadas y acciones implementadas.
- El estudiantado participa en la evaluación del desempeño tutorial, aportando información clave sobre la calidad del acompañamiento.

- La coordinación del programa integra un informe institucional, que permite identificar áreas de mejora y orientar decisiones académicas y administrativas.

La tutoría académica es un eje articulador del trayecto formativo, ya que acompaña al estudiantado en momentos críticos como el ingreso, la adaptación al entorno universitario, la definición de trayectorias, la resolución de dificultades académicas y la transición al egreso. El Programa de Tutoría Académica no solo opera como un mecanismo de apoyo, sino como una estrategia institucional integral que fortalece la formación del estudiantado, contribuyendo a la calidad y pertinencia del programa educativos; su adecuada implementación incide directamente en indicadores institucionales clave como la retención, eficiencia terminal y satisfacción estudiantil.

7.7. Servicios de apoyo al estudiantado

Los servicios de apoyo al estudiantado del programa educativo se articulan a partir de la estructura organizacional (ver figura 12) de la Facultad de Ciencias, lo que permite garantizar una atención integral, sistemática y oportuna a lo largo de la trayectoria académica. Esta organización institucional favorece la coordinación entre áreas académicas, administrativas y de vinculación, asegurando que el estudiantado cuente con acompañamiento permanente en los ámbitos académico, formativo, administrativo y de bienestar. En este sentido, la atención al estudiantado no recae en una sola instancia, sino que se distribuye estratégicamente entre diversas figuras y unidades responsables que, de manera coordinada, contribuyen al desarrollo integral del alumnado y al logro del perfil de egreso.

En el ámbito académico, el programa cuenta con la participación del Responsable de Programa Educativo de Licenciatura, quien coordina la operación del plan de estudios, da seguimiento a la trayectoria escolar y atiende necesidades específicas del estudiantado relacionadas con su formación. De manera complementaria, el Responsable de Tutorías y el Responsable de Asesorías brindan acompañamiento académico personalizado, orientado a fortalecer el desempeño escolar, prevenir el rezago y apoyar la permanencia y egreso oportuno.

Asimismo, el Responsable de Trayectoria Estudiantil y el Responsable de Seguimiento de Egresados permiten dar continuidad al proceso formativo más allá del

aula, mediante el monitoreo de indicadores de avance académico y la retroalimentación sobre la inserción laboral y el impacto del programa en el campo profesional.

En el ámbito de formación integral, se cuenta con el apoyo de la Coordinación de Formación Profesional, así como del Responsable de Formación y Seguimiento Docente, quienes contribuyen a fortalecer la calidad de la enseñanza y la pertinencia de las experiencias de aprendizaje. De igual forma, el Responsable de Educación Continua y el Responsable de Emprendedores promueven oportunidades para el desarrollo de competencias complementarias, la actualización disciplinar y la vinculación con el entorno productivo y social.

En materia de vinculación y experiencias formativas en contextos reales, el estudiantado es apoyado por el Responsable de Servicio Social, el Responsable de Prácticas Profesionales y el Responsable de Movilidad e Intercambio, quienes gestionan y supervisan estas modalidades, asegurando su pertinencia, calidad y alineación con el perfil de egreso. Estas instancias facilitan la transición del estudiantado hacia escenarios profesionales, fortaleciendo su inserción laboral.

De manera complementaria, el programa educativo incorpora el acompañamiento del área de Orientación Educativa y Psicopedagógica, la cual brinda atención especializada para favorecer el bienestar integral del estudiantado. Este servicio contribuye a la atención de necesidades relacionadas con la adaptación a la vida universitaria, el desarrollo de habilidades socioemocionales, la gestión del tiempo y del aprendizaje, así como la identificación y atención de factores que puedan incidir en el desempeño académico, tales como situaciones de riesgo psicoeducativo o dificultades de aprendizaje. Asimismo, promueve acciones preventivas, de acompañamiento y canalización a instancias institucionales cuando se requiere atención específica, fortaleciendo la permanencia, el rendimiento académico y el desarrollo personal del estudiantado.

Adicionalmente, el programa cuenta con el respaldo de áreas de apoyo académico y técnico como el Responsable de Laboratorios, el Encargado de Fotocopiado, el Operador de Transporte y los Conserjes, quienes contribuyen a la operación de las actividades formativas en aula, laboratorio y campo, garantizando condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En el ámbito administrativo, el Subdirector, la Secretaría, el Administrador y el Responsable de Informática aseguran el funcionamiento eficiente de los procesos escolares, el acceso a recursos tecnológicos y la atención a trámites académicos, contribuyendo a una gestión institucional eficaz.

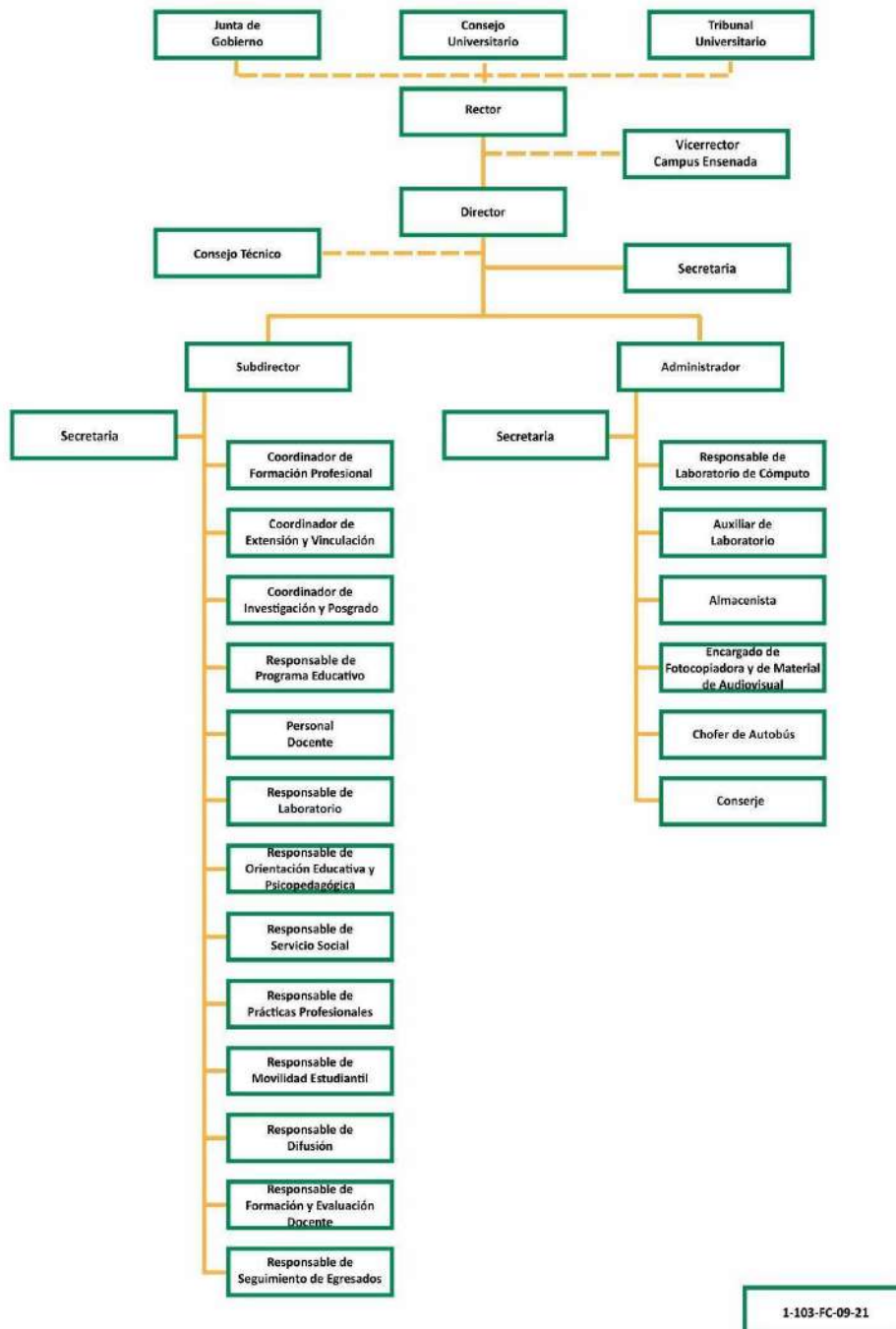
De manera transversal, estas instancias trabajan de forma coordinada mediante mecanismos de comunicación institucional, trabajo colegiado y seguimiento de indicadores académicos, lo que permite identificar oportunamente necesidades del estudiantado, implementar acciones de apoyo y fortalecer la calidad del proceso educativo, por lo tanto, la estructura organizacional de la Facultad de Ciencias constituye un sistema de apoyo integral que favorece el desarrollo académico, profesional y personal del estudiantado, asegurando trayectorias escolares exitosas, el logro del perfil de egreso y una formación pertinente con las demandas del entorno.

Figura 12

Organigrama de la Facultad de Ciencias



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS**



Fuente: Facultad de Ciencias

A continuación, se presenta la estructura organizacional de la Facultad de Ciencias, identificando los puestos y las funciones genéricas del personal responsable de las distintas áreas académicas y administrativas. Su presentación permite apreciar la distribución de responsabilidades que sustenta el adecuado funcionamiento de la Facultad de Ciencias y contribuye al cumplimiento de sus fines formativos, administrativos y de vinculación.

Tabla 18

Dirección, Subdirección y Administración

Nombre del Puesto	Función genérica
Dirección	Planear, organizar, coordinar y supervisar las actividades del personal a su cargo en las áreas de docencia, investigación y difusión cultural, así como administrar de forma óptima los recursos de la Facultad para mantener un nivel académico adecuado en la formación de profesionistas con alta calidad.
Subdirección	Coordinar y controlar las actividades del personal a su cargo, verificando el cumplimiento de los objetivos del plan de estudios para fortalecer la calidad académica y asegurar que el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación se realice de acuerdo a los programas establecidos.
Administración	Programar, organizar, integrar, dirigir y controlar las actividades del personal a su cargo, así como realizar todos los trámites necesarios ante las distintas dependencias de la institución.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19*Actividades académicas*

Nombre del Puesto	Función genérica
Coordinación de Formación Profesional	Organizar, supervisar y verificar el funcionamiento de los programas educativos de técnico superior universitario y de licenciatura.
Coordinación de Extensión y Vinculación	Impulsar, organizar, promover y supervisar las actividades de extensión de la cultura, divulgación de la ciencia, vinculación y cooperación académica de la Facultad, así como los proyectos que se deriven de dichas actividades.
Coordinación de Investigación y Posgrado	Organizar, supervisar y verificar el cumplimiento de las actividades de investigación, posgrado y propiedad intelectual que se desarrollan en la Facultad.
Responsable de Programa Educativo	Coordinar y controlar las actividades del personal docente de su área, verificando el cumplimiento de los planes de estudio y que el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación se desarrolle de forma adecuada y eficaz impactando en la formación profesional de los estudiantes.
Personal docente	Aplicar de manera adecuada las herramientas de enseñanza-aprendizaje al alumnado para un mejor aprovechamiento del programa educativo, así como promover la atención integral del estudiantado.
Responsable de Formación y Evaluación Docente	Organizar, evaluar y vigilar las actividades de formación y actualización del personal docente, promover la capacitación y el desarrollo, así como coordinar el proceso de evaluación.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20*Atención estudiantil y vinculación*

Nombre del Puesto	Función genérica
Responsable de Orientación Educativa y Psicopedagógica	Planear, organizar y desarrollar las acciones relativas a la atención a aspirantes y estudiantes de nuevo ingreso; a la atención psicológica y pedagógica a los estudiantes de la Facultad, así como brindar asesoría pedagógica al personal docente que lo solicite y recopilar, organizar y representar estadísticamente la información derivada de las actividades realizadas.
Responsable de Servicio Social	Coordinar y supervisar a los estudiantes que soliciten el servicio, con la finalidad de proporcionar la información y asesoría necesaria para que el alumnado de la Facultad realice la tramitación, desarrollo y liberación de su servicio social.
Responsable de Prácticas Profesionales	Coordinar y supervisar al alumnado que solicita realizar sus Prácticas Profesionales con la finalidad de proporcionar toda la información y asesoría necesaria para la realización de las mismas así como asesor a las Unidades Receptoras en el proceso de registro para los programas en los que deseen recibir a estudiantes de la Facultad de Ciencias, además de coordinar al comité de Prácticas Profesionales para la evaluación pertinente de los programas que sean sometidos a evaluación por las Unidades Receptoras.
Responsable de Movilidad Estudiantil	Coordinar y fomentar el intercambio de personal docente y estudiantes, verificando el cumplimiento de los objetivos de los planes de estudio correspondientes al área que se llevarán a cabo en otras universidades.
Responsable de Difusión	Coordinar las actividades de difusión, para dar a conocer a la comunidad universitaria y a la sociedad en general sobre las actividades de gestión, investigación, académicas y de extensión que realiza la Facultad de Ciencias, con el propósito de difundir el quehacer de la Facultad.

Nombre del Puesto	Función genérica
Responsable de Seguimiento de Egresados	Establecer una relación recíproca, permanente y de vinculación entre la Facultad de Ciencias y sus egresados a fin de obtener información válida, confiable y oportuna sobre el proceso de inserción laboral, tanto de su desempeño en el empleo como su trayectoria profesional, con el fin de valorar el grado de impacto de los programas educativos en el sector productivo y social.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Laboratorios y apoyo operativo

Nombre del Puesto	Función genérica
Responsable de laboratorio	Programar, coordinar, administrar y gestionar las actividades del laboratorio, verificando que se proporcione tanto al personal docente como a estudiantes, el material, equipo y las asesorías que requieran para la realización de las diversas prácticas, así como vigilar su buen funcionamiento.
Responsable de Laboratorio de Cómputo	Administrar la red de cómputo, equipo de cómputo y sistemas asegurando su buen funcionamiento, así como asesor al personal docente y personal administrativo en su manejo.
Auxiliar de laboratorio	Preparar oportunamente el material de las prácticas correspondientes a su área, así como orientar a los alumnos en el manejo de material y equipo, además de llevar un control de este.
Almacenista	Atender los requerimientos de los programas académicos en cuanto al suministro de materiales, repuestos, equipos y otros rubros de un depósito o almacén, recibiendo, clasificando, codificando, despachando e inventariando para satisfacer las necesidades de la Facultad de Ciencias.

Nombre del Puesto	Función genérica
Secretaria	Realizar todas aquellas funciones de tipo administrativo que sean necesarias para el buen funcionamiento de la Facultad, así como brindar trato amable y cortés al personal de la institución, estudiantes y público en general.
Encargado de fotocopidora y de material audiovisual	Atender los servicios de fotocopiado y la administración de equipo audiovisual para apoyo al proceso de aprendizaje; así como realizar su trabajo con limpieza, orden y prontitud, además de mantener el inventario actualizado de los materiales y equipos de su ámbito de desempeño.
Conserje	Mantener limpios los edificios, oficinas, mobiliario y equipo del área que tenga asignada, así como verificar en todo momento que haya el material de consumo necesario (agua, conos para el agua, papel sanitario, desodorante, etc.) en los lugares respectivos.

Fuente: Elaboración propia

8. Sistema de evaluación y aseguramiento de la calidad

Para garantizar la calidad, pertinencia y efectividad del plan de estudios, se establece un sistema de evaluación integral, permanente, sistemático y orientado a la mejora continua, que permite generar información relevante para la toma de decisiones académicas, curriculares e institucionales.

La evaluación del programa educativo se concibe como un proceso articulado que trasciende la medición de resultados, al integrar el análisis del diseño curricular, su implementación en contextos reales, el logro de las competencias del perfil de egreso y la pertinencia de la formación frente a las demandas del entorno social, profesional y disciplinar. En este sentido, la evaluación no se limita a la revisión interna de la unidad académica, sino que incorpora su relación con el contexto, la vinculación con sectores externos y el impacto del programa en la formación de profesionistas.

En congruencia con el enfoque por competencias adoptado en el plan de estudios, el sistema de evaluación se orienta a valorar el desempeño del estudiantado mediante evidencias que reflejen la integración de conocimientos, habilidades, actitudes y valores en situaciones auténticas de aprendizaje. Asimismo, se sustenta en metodologías contemporáneas de evaluación, tales como la evaluación formativa, la evaluación auténtica, el uso de rúbricas analíticas, el portafolio de evidencias, la autoevaluación y la coevaluación, las cuales permiten acompañar el proceso formativo y retroalimentar de manera continua el aprendizaje.

El sistema de evaluación del programa educativo se estructura en cuatro dimensiones interrelacionadas: la evaluación del plan de estudios, la evaluación del aprendizaje, la evaluación colegiada del aprendizaje y el uso de resultados para la mejora continua. Estas dimensiones permiten asegurar la coherencia entre el perfil de egreso, las competencias, las experiencias de aprendizaje y los resultados formativos, consolidando una cultura de evaluación basada en evidencia.

De esta manera, la evaluación se constituye como un mecanismo estratégico para el aseguramiento de la calidad educativa, al permitir identificar fortalezas, detectar áreas

de oportunidad y orientar la mejora continua del programa educativo, en correspondencia con los principios del Modelo Educativo.

8.1. Evaluación del plan de estudios

La evaluación del plan de estudios tiene como propósito valorar de manera integral su pertinencia, coherencia interna, vigencia disciplinar y efectividad en la formación del estudiantado, con el fin de asegurar que la propuesta curricular responda de manera adecuada al perfil de egreso y a las demandas del entorno social, profesional y académico.

En el marco de este programa educativo, la evaluación del plan de estudios se concibe como un proceso sistemático y permanente que considera tanto el análisis del diseño curricular como su implementación en la práctica. Esto implica revisar el plan de estudios como documento normativo —en cuanto a sus fundamentos, perfil de egreso, competencias, estructura, organización de créditos y modalidades de aprendizaje—, así como su concreción en los procesos de enseñanza, evaluación, trayectoria escolar, vinculación y operación institucional.

Para tal efecto, la evaluación del plan de estudios se llevará a cabo mediante un esquema temporal que permita valorar tanto su instrumentación inicial como su impacto formativo. En una primera fase, se realizará una evaluación de seguimiento a los dos años de su implementación, con el objetivo de identificar posibles áreas de ajuste relacionadas con la operación del plan, tales como la coherencia entre el diseño y la práctica, el comportamiento de la trayectoria escolar del estudiantado, la pertinencia de las unidades de aprendizaje, el funcionamiento de las etapas de formación y la disponibilidad de recursos académicos e institucionales.

En una segunda fase, se desarrollará una evaluación interna y externa una vez que se hayan cumplido dos años de egreso de las primeras cohortes formadas bajo el nuevo plan de estudios. Esta evaluación permitirá analizar el impacto del programa en términos del logro del perfil de egreso, la inserción laboral de las personas egresadas, la pertinencia de la formación profesional y la congruencia del currículo con las necesidades del campo disciplinar. Los resultados obtenidos constituirán insumos fundamentales para la actualización o modificación del plan de estudios.

Para el desarrollo de este proceso se emplearán diversas fuentes de información, tales como indicadores institucionales de trayectoria escolar, resultados de evaluación del aprendizaje, evaluación docente, estudios de seguimiento de egresados, opinión de empleadores, así como informes generados por academias y cuerpos colegiados, entre otros. El análisis de esta información se realizará de manera colegiada, con el propósito de garantizar una interpretación integral y fundamentada de los resultados reconociendo que la evaluación del plan de estudios se constituye como un mecanismo estratégico que permite asegurar la calidad y pertinencia de la formación, al tiempo que orienta la toma de decisiones para la mejora continua del programa educativo.

8.2. Evaluación del aprendizaje

De acuerdo con el Estatuto Escolar vigente, la evaluación de los procesos de aprendizaje tiene como propósito que las autoridades universitarias, el personal docente y el estudiantado dispongan de información pertinente para valorar los resultados del proceso educativo y propiciar su mejora continua; que el estudiantado conozca el nivel de aprovechamiento académico alcanzado y, en su caso, obtenga la promoción correspondiente; y evidenciar el desarrollo de las competencias adquiridas durante su formación.

En el marco del presente plan de estudios, la evaluación del aprendizaje se concibe como un proceso integral, continuo, sistemático y formativo, orientado a valorar el desarrollo progresivo de las competencias del perfil de egreso. En este sentido, trasciende la medición de conocimientos teóricos aislados, para centrarse en la capacidad del estudiantado de integrar y aplicar conocimientos, habilidades, actitudes y valores en contextos académicos y profesionales propios de su disciplina.

Bajo el enfoque por competencias, la evaluación se orienta al desempeño del estudiantado en situaciones de aprendizaje significativas, por lo que se sustenta en la generación de evidencias que permitan valorar la aplicación del conocimiento en la resolución de problemas, el análisis de situaciones complejas y la construcción de propuestas pertinentes. En congruencia con ello, cada unidad de aprendizaje establecerá de manera explícita las competencias a desarrollar, los resultados de aprendizaje esperados y los criterios de evaluación, los cuales orientarán tanto las actividades

formativas como las evidencias que se considerarán para valorar el logro de los aprendizajes.

La evaluación del aprendizaje se desarrollará a lo largo del periodo escolar en distintos momentos que permiten acompañar el proceso formativo del estudiantado. En un primer momento, se realizarán evaluaciones diagnósticas que permitan identificar los conocimientos previos y las condiciones de entrada del alumnado; posteriormente, se llevarán a cabo evaluaciones formativas que faciliten la retroalimentación continua, la identificación de áreas de mejora y el fortalecimiento del aprendizaje; y finalmente, se implementarán evaluaciones sumativas que permitan valorar el nivel de logro de las competencias al cierre de las unidades de aprendizaje o de experiencias formativas específicas.

En correspondencia con las metodologías de enseñanza adoptadas en el programa educativo, la evaluación del aprendizaje incorporará estrategias contemporáneas acordes con el enfoque por competencias, tales como la evaluación basada en el desempeño, la evaluación auténtica en situaciones reales o simuladas, la evaluación por proyectos, el análisis de casos, así como el uso de portafolios de evidencias. De igual forma, se promoverá la participación activa del estudiantado en su propio proceso de evaluación mediante ejercicios de autoevaluación y coevaluación, con el propósito de fortalecer su capacidad de reflexión, autorregulación y mejora continua.

Las evidencias de aprendizaje estarán constituidas por productos académicos y profesionales que reflejen el desempeño del estudiantado, tales como proyectos integradores, reportes técnicos, prácticas de laboratorio y campo, análisis de casos, presentaciones orales, propuestas de intervención, entre otros. La selección de estas evidencias será congruente con las competencias a desarrollar y con el nivel de complejidad de cada etapa de formación.

Para asegurar la objetividad, transparencia y consistencia en la evaluación, se emplearán instrumentos como rúbricas analíticas, listas de cotejo y guías de evaluación por competencias, los cuales permitirán establecer criterios claros y compartidos entre el personal docente, así como facilitar la retroalimentación al estudiantado.

Asimismo, la evaluación docente institucional se integra como un mecanismo complementario que permite retroalimentar la práctica educativa, identificar áreas de

mejora en el proceso de enseñanza y promover la actualización pedagógica del profesorado. En caso de detectarse áreas de rezago en el estudiantado, se podrán implementar estrategias de apoyo académico, tales como cursos de nivelación, asesorías especializadas o acompañamiento académico, con el propósito de favorecer su permanencia y éxito escolar.

8.3. Evaluación colegiada del aprendizaje

La evaluación colegiada del aprendizaje constituye un mecanismo institucional orientado a garantizar la objetividad, consistencia y calidad en la valoración del logro de las competencias del estudiantado, mediante la participación organizada del profesorado en espacios académicos colegiados.

En el contexto del programa educativo, esta evaluación se concibe como un proceso complementario a la evaluación desarrollada en cada unidad de aprendizaje, cuyo propósito es generar información integral sobre el nivel de avance del estudiantado en distintos momentos de su trayectoria formativa, así como identificar fortalezas y áreas de oportunidad en la implementación del plan de estudios.

La evaluación colegiada se implementará a través de diversos instrumentos y mecanismos institucionales, tales como exámenes departamentales, exámenes de trayecto y exámenes de egreso, así como otras estrategias que las academias y cuerpos académicos determinen pertinentes. Estos instrumentos serán diseñados de manera colegiada, con base en criterios de desempeño alineados con las competencias del perfil de egreso y con los contenidos fundamentales de las unidades de aprendizaje.

Los exámenes departamentales permitirán verificar la homogeneidad de los aprendizajes en unidades de aprendizaje específicas, asegurando que los contenidos y competencias se estén abordando de manera consistente entre distintos grupos y docentes. Por su parte, los exámenes de trayecto estarán orientados a valorar el logro de competencias al cierre de una etapa de formación, mientras que los exámenes de egreso permitirán identificar el nivel de dominio de conocimientos y habilidades esenciales para el inicio del ejercicio profesional.

El análisis de los resultados de la evaluación colegiada se realizará en espacios académicos formales, como academias y cuerpos colegiados, lo que permitirá identificar

tendencias, detectar áreas críticas del currículo y generar acuerdos orientados a la mejora de los procesos de enseñanza y evaluación.

8.4. Uso de resultados y mejora continua

El sistema de evaluación del programa educativo se articula con un proceso permanente de mejora continua, en el cual los resultados obtenidos en las distintas evaluaciones se utilizan como insumo para la toma de decisiones académicas, curriculares y organizacionales, con el propósito de fortalecer la calidad y pertinencia de la formación.

En este sentido, la evaluación no se limita a la generación de información, sino que implica su análisis, interpretación y uso sistemático en la implementación de acciones de mejora. Para ello, la unidad académica establecerá un proceso estructurado que permita integrar los resultados de la evaluación del plan de estudios, la evaluación del aprendizaje, la evaluación colegiada, la evaluación docente, así como la información derivada del seguimiento de egresados y la opinión de empleadores.

El análisis de esta información se llevará a cabo en espacios colegiados, donde participarán academias, cuerpos académicos, responsables del programa educativo y autoridades académicas, con el fin de identificar tendencias, áreas de oportunidad, problemáticas recurrentes y buenas prácticas. Este análisis permitirá distinguir entre aspectos relacionados con el diseño curricular y aquellos vinculados con la operación del programa, facilitando la definición de acciones pertinentes.

Con base en este proceso, se establecerán acciones de mejora orientadas a fortalecer el plan de estudios, tales como la actualización de contenidos, la revisión de secuencias formativas, el ajuste de estrategias de enseñanza y evaluación, la capacitación docente, el fortalecimiento de los servicios de apoyo al estudiantado y la mejora de recursos e infraestructura.

Estas acciones serán implementadas con base en una planeación que contemple responsables, plazos e indicadores de seguimiento, lo que permitirá dar continuidad a los procesos de mejora y verificar su efectividad. Asimismo, los resultados del seguimiento se incorporarán a nuevos ciclos de evaluación, generando un proceso continuo de retroalimentación.

9. Proceso de validación curricular del plan de estudios

9.1. Evaluación por pares externos



UNIVERSIDAD DE
GUADALAJARA

Red Universitaria e Institución Benemérita de Jalisco

Guadalajara, Jalisco a 20 de abril de 2026

Dr. Manuel Iván Ocegueda Miramontes

Coordinador del Programa Educativo de Física

Facultad de Ciencias

Universidad Autónoma de Baja California

Por este medio me permito anteponer un cordial saludo y agradecer el honor y el privilegio de considerarme como evaluadora externa en el proceso de modificación y actualización del Programa Educativo de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California.

A continuación me permito enumerar mis observaciones generales en lo que a la Propuesta Ejecutiva del Programa Educativo de Física respecta:

1. La modificación y actualización del Programa de Física es pertinente en consonancia con los propósitos que se persiguen, de acuerdo a las fundamentaciones: social, disciplinar e institucional. Se requiere un programa disciplinar sólido y bien estructurado y a su vez, ampliar los horizontes laborales, sociales, económicos y académicos de las y los egresados de la carrera de física. Considero que la propuesta de malla curricular presentada en el documento cumplirá con las necesidades impuestas por el avance tecnológico, educativo y social a las instituciones educativas.
2. La inclusión de certificados me parece una idea innovadora y que pone a la vanguardia en formación continua y de primer nivel a su honorable institución. A manera de sugerencia, considero que valdría la pena describir con un poco de mayor amplitud en qué consisten y bajo qué criterios o requisitos se podrían adquirir.
3. De acuerdo al número de horas asignadas para cada materia en las tres distintas etapas de la formación académica, se observa una malla bastante robusta en lo que a las áreas de física y matemáticas se refiere. Además, la inclusión de asignaturas específicas de cómputo permitirá a las y los egresados de física estar más preparados en lo que a tecnologías emergentes y herramientas digitales se refiere.
4. La identificación de saberes específicos que abonan a la formación en el núcleo disciplinar y de tecnologías – IA, programación en distintos lenguajes, herramientas de análisis, etc.- me parece crucial y que esto se materialice en los planes y programas de estudio, deja clara la visión y el rumbo a seguir para tener un equilibrio adecuado entre el análisis y la comprensión de los distintos fenómenos físicos y el uso de herramientas computacionales para abonar a dicho ejercicio intelectual y formativo.
5. La malla ofrece una temporalidad de 8 ciclos escolares lo que abona a ser atractiva y competitiva en comparación con programas educativos similares. Además, la propuesta con un máximo de 6 unidades de aprendizaje por ciclo escolar me parece completamente asequible para las y los estudiantes.

6. Es sorprendente que con una modesta planta docente que consta de 8 profesoras y profesores de tiempo completo y 11 de asignatura, se tenga una estructura sólida, bien organizada y claramente fundamentada para formar a físicas y físicos. Por supuesto que sería sumamente deseable que tuvieran la oportunidad de aumentar su planta docente.
7. Las competencias del perfil de egreso son adecuadas, pertinentes y comulgan con las fortalezas de su programa así como con las áreas de oportunidad que identificaron mediante los estudios correspondientes. Considero que la propuesta del nuevo plan está alineada completamente con dichas competencias de egreso y sin duda sus egresadas y egresados contarán con una formación de un excelente nivel.
8. Es una idea excelente que incluyan una asignatura específica para favorecer el dominio de una segunda lengua.
9. Las propuestas de optativas son adecuadas, pertinentes y sin duda abonarán a la formación sólida de las y los estudiantes de física. Celebro la inclusión de aspectos de género mediante la optativa de "Mujeres en la ciencia" ya que es aún grande la deuda histórica, política, social y académica con las mujeres. Procurar esfuerzos que materialicen la inclusión de mujeres en carreras STEM, sin duda, rendirá frutos.

En lo que a los programas sintéticos que amablemente nos compartieron, respecta, me parecen bien diseñados y se aprecia un diseño coherente y consistente. Además de tenerse bien identificados los tiempos asignados al contenido temático y la separación entre horas que serán dedicadas a la teoría, horas al taller y horas al laboratorio, según corresponda.

En resumen no me queda más que felicitarles por el esfuerzo vertido en esta propuesta de actualización curricular y desearles todo el éxito en su implementación. Enhorabuena.

Atentamente,



Liliana Vázquez Mercado
Profesora de Tiempo Completo "Asociado B"
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías
Universidad de Guadalajara

Ensenada, B.C. 20 de abril 2026.

Dr. Manuel Iván Ocegueda Miramontes
Coordinador del Programa Educativo de Física
Facultad de Ciencias
UABC

Estimado Dr. Ocegueda

Después de haber leído la propuesta de modificación del plan de estudios de la carrera de Licenciatura en Física, aquí le envío mis comentarios y observaciones.

Considero que las principales fortalezas que se observan son:

- Alineación institucional clara con el Modelo Educativo y PDI.
- Plantilla académica sólida: doctores en TC y presencia en SNII/PRODEP.
- Incorporación explícita de computación, IA y herramientas modernas en varias UA.
- Añadido de Academic English for Science y enfoque transversal en inglés.
- Estructura por etapas (básica/disciplinaria/terminal), con énfasis en investigación terminal.

Observaciones y comentarios (problemas, inconsistencias y oportunidades)

1. Inconsistencia en totales de créditos/UA: la Tabla comparativa indica 318 créditos (p.21) mientras que la descripción cuantitativa indica 328 créditos totales y 270 obligatorios (p.36).
2. Vinculación con industria y oportunidades de prácticas: aunque se reconoce la necesidad, la propuesta mantiene 10 créditos de prácticas profesionales parece escasa frente a metas de vinculación.
3. Infraestructura: se detectan necesidades de mejor equipamiento, sugiero revisar los convenios ya existentes, al menos con el CICESE, para el uso de laboratorios externos.
4. Distribución de áreas: fuerte peso en Matemáticas y Física teórica; relativamente menor porcentaje en experimental (47.8% Física Teórica, 8.15% Física Experimental). Riesgo de menor preparación en instrumentación aplicada.
5. Integración de IA/TI, planteada en varias UA (solo menciones dispersas), pero considero que falta un curso específico sobre IA aplicada a la investigación científica (solo menciones dispersas). Sugerencia de curso: Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial aplicada a la Física, combinación de métodos estadísticos, computacionales y de inteligencia artificial para analizar

grandes volúmenes de datos experimentales o simulados, con el objetivo de modelar, comprender y resolver problemas complejos en diversos campos de la física

6. Inglés: Academic English for Science es positivo, pero la estrategia para certificar competencia (niveles, pruebas, requisitos de titulación) no queda explícita ni estandarizada en el documento.
7. Tutorías: se identifican rezagos por reprobación y necesidad de apoyo pero la propuesta no detalla medidas concretas.
8. Materias optativas: oferta optativa es buena, pero sería ideal garantizar disponibilidad anual y recursos docentes para evitar cuellos de botella.

Recomendaciones específicas

1. Reforzar vinculación y prácticas profesionales.

Detallar mecanismos de registro y evaluación de prácticas.

2. Fortalecer la certificación en inglés. Establecer requisito mínimo de acreditación o rutas claras: examen institucional o certificación externa (TOEFL/IELTS/Cambridge) como requisito para titulación o para la obtención de certificación terminal. Ofrecer apoyo (cursos UABC/centro de idiomas en la Facultad de Ciencias).
3. Plan de tutorías y apoyo académico. Implementar tutorías obligatorias en materias de alto rezago (identificadas en la evaluación interna). Considerar créditos docentes o incentivos para profesores tutores.
4. Asegurar disponibilidad docente y oferta de optativas.
 - Plan anual de programación de UA optativas verificado con planta docente; prever contingencias (rotación, cursos intensivos, colaboración con CNYN, CICESE e Instituto de Astronomía).
5. Mejora de infraestructura para accesibilidad
6. Fortalecer seguimiento de egresados y retroalimentación
7. Para complementar la oferta de materias optativas considero que se deberían incluir materias relevantes a las nuevas tecnologías y áreas del conocimiento, tales como:
 - Nanociencias
 - Fotónica y óptica avanzada
 - Física médica
 - Física computacional avanzada
 - Información cuántica
 - Astrofísica / cosmología
 - Energías renovables
 - Soft matter
 - Biofísica

Considero que la propuesta de modificación de plan de estudios avanza acertadamente en la modernización del Programa de Estudios de la Licenciatura en Física de la Facultad de Ciencias.

ATENTAMENTE



Dr. Víctor Ruiz Cortés
Depto. de Óptica
CICESE

9.1.1. Atención a las observaciones de evaluadores externos

Propuesta de Modificación del Plan de Estudios — Licenciatura en Física

Plan 2027-1 | Facultad de Ciencias, Campus Ensenada

Ensenada, Baja California, abril de 2026

Tabla 22

Atención a las observaciones de evaluadores externos

Observación del evaluador externo	Atención a la observación			
Dr. Víctor Ruiz Cortés — Depto. de Óptica, CICESE (20 de abril de 2026)				
Obs. 1 — Inconsistencia en totales de créditos Atendida La tabla comparativa indica 318 créditos (p. 27) mientras que la descripción cuantitativa indica 328 créditos totales y 270 obligatorios (p. 45).	La aparente discrepancia entre ambas cifras obedece a criterios de contabilización diferenciados. La tabla de la página 27 presenta los créditos correspondientes exclusivamente a las unidades de aprendizaje del plan de estudios, en tanto que la descripción cuantitativa de la página 45 reporta el total de créditos del programa, incluyendo los 10 créditos asignados a Prácticas Profesionales. Agradecemos la observación del evaluador, ya que nos permitió identificar que esta distinción no quedaba suficientemente clara en el documento; en la versión final se ha modificado el título de la fila, lo que precisa el alcance de cada cifra y evita lecturas ambiguas. La modificación realizada se muestra en la siguiente imagen: <table><tr><td>Total de créditos asociados a unidades de aprendizaje</td><td>340 créditos (245 obligatorios + 85 optativos)</td><td>318 (270 obligatorios+48 optativos)</td></tr></table>	Total de créditos asociados a unidades de aprendizaje	340 créditos (245 obligatorios + 85 optativos)	318 (270 obligatorios+48 optativos)
Total de créditos asociados a unidades de aprendizaje	340 créditos (245 obligatorios + 85 optativos)	318 (270 obligatorios+48 optativos)		
Obs. 2 — Vinculación con industria y prácticas profesionales Atendida Los 10 créditos de prácticas profesionales parecen escasos frente a las metas de vinculación declaradas.	Se reconoce la pertinencia de la observación y, en respuesta a ella, en el documento final, página 95, ahora se menciona explícitamente que las Prácticas Profesionales, valoradas en 10 créditos, implican un total de 160 horas de actividad supervisada en el entorno laboral o de investigación. Esta precisión permite evidenciar de manera más clara el compromiso del programa con la vinculación efectiva del estudiantado con los sectores productivo, científico y educativo, más allá de la asignación crediticia. El texto agregado se muestra en la siguiente imagen: Para el caso específico de la Licenciatura en Física, las prácticas profesionales contemplan un total de 160 horas, cuya acreditación otorga 10 créditos de carácter obligatorio dentro del plan de estudios. Estas se desarrollan bajo esquemas de			
Obs. 3 — Infraestructura y convenios con CICESE Atendida parcialmente Se detectan necesidades de mejor equipamiento; se sugiere revisar los convenios ya existentes con el CICESE para el uso de laboratorios externos.	Se agradece la sugerencia del evaluador, quien además cuenta con un conocimiento directo de las capacidades y recursos del CICESE. En atención a ella, el programa educativo se compromete a revisar y fortalecer los convenios de colaboración ya existentes con el CICESE y otras instituciones del entorno científico local, con el objetivo de explorar las posibilidades de complementar la oferta de laboratorios propios con el acceso a infraestructura experimental externa. Esta acción permitiría ampliar las			

Observación del evaluador externo	Atención a la observación						
	experiencias prácticas del estudiantado en áreas especializadas y contribuiría a estrechar los vínculos entre el programa educativo y los centros de investigación de la región.						
<i>Obs. 4 — Distribución de áreas teórica vs. experimental</i> Atendida parcialmente 47.8% de créditos en Física Teórica y sólo 8.15% en Física Experimental; riesgo de menor preparación en instrumentación aplicada.	Se agradece la observación del evaluador. En atención a ella, se promoverá la apertura de unidades de aprendizaje optativas del área de Física Experimental con el fin de fortalecer la formación instrumental y aplicada del estudiantado. Asimismo, el balance entre las áreas teórica y experimental será tomado en consideración como criterio de mejora en la próxima modificación del plan de estudios.						
<i>Obs. 5 — Integración de IA/TI: falta curso específico</i> Atendida parcialmente La IA aparece en menciones dispersas; se sugiere un curso dedicado: "Ciencia de Datos e IA aplicada a la Física".	Se toma nota de la observación y se agradece la sugerencia concreta del evaluador. El programa educativo se compromete a analizar la factibilidad académica y operativa de incorporar una unidad de aprendizaje dedicada a la Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial aplicada a la Física en el mediano plazo, considerando la disponibilidad de planta docente especializada y la demanda del estudiantado. Adicionalmente, debido a la flexibilidad curricular de los planes de estudio, el alumnado tiene la oportunidad de cursar unidades de aprendizaje ofertadas en el programa educativo de Licenciatura en Ciencia de Datos.						
<i>Obs. 6 — Inglés: estrategia de certificación no estandarizada</i> Atendida La estrategia para certificar la competencia en inglés (niveles, pruebas, requisitos de titulación) no queda explícita ni estandarizada en el documento.	La Sección 6.3.3. presenta los criterios de acreditación del segundo idioma, incluyendo EXADII (nivel mínimo A2), Examen de Conocimiento de Lengua Extranjera, cursos del CEC, y equivalencias reconocidas: TOEFL iBT, IELTS, TOEIC, CENNI, Cambridge y DEXWAY. Se incluyen referencias y URLs institucionales de consulta. La captura de pantalla presenta una muestra del contenido de la sección 6.3.3. Tabla 6 <i>Criterios de acreditación de una segunda lengua</i> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Criterio / Modalidad</th><th>Requisito de acreditación</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EXADII</td><td>Acreditar por lo menos el nivel A2 en el Examen Diagnóstico del Idioma Inglés (EXADII) aplicado por el Departamento de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar. La constancia derivada de este resultado tiene vigencia de un año.</td></tr> <tr> <td>Examen de Conocimiento de Lengua Extranjera</td><td>Acreditar el Examen de Conocimiento de Lengua Extranjera aplicado por la Facultad de Idiomas de la UABC, obteniendo un resultado equivalente a A2 o superior, conforme al nivel mínimo establecido por el programa educativo.</td></tr> </tbody> </table>	Criterio / Modalidad	Requisito de acreditación	EXADII	Acreditar por lo menos el nivel A2 en el Examen Diagnóstico del Idioma Inglés (EXADII) aplicado por el Departamento de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar. La constancia derivada de este resultado tiene vigencia de un año.	Examen de Conocimiento de Lengua Extranjera	Acreditar el Examen de Conocimiento de Lengua Extranjera aplicado por la Facultad de Idiomas de la UABC, obteniendo un resultado equivalente a A2 o superior, conforme al nivel mínimo establecido por el programa educativo.
Criterio / Modalidad	Requisito de acreditación						
EXADII	Acreditar por lo menos el nivel A2 en el Examen Diagnóstico del Idioma Inglés (EXADII) aplicado por el Departamento de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar. La constancia derivada de este resultado tiene vigencia de un año.						
Examen de Conocimiento de Lengua Extranjera	Acreditar el Examen de Conocimiento de Lengua Extranjera aplicado por la Facultad de Idiomas de la UABC, obteniendo un resultado equivalente a A2 o superior, conforme al nivel mínimo establecido por el programa educativo.						
<i>Obs. 7 — Tutorías: falta plan concreto de apoyo académico</i> Atendida Se identifican rezagos por reprobación pero no se detallan medidas concretas	Se agradece la observación del evaluador. En atención a ella, las academias de los programas educativos participantes en el Tronco Común de Ciencias Exactas, en conjunto con la Dirección de la Facultad de Ciencias, se encuentran en proceso de diseño e implementación de un Plan de Nivelación Académica en Matemáticas, el cual contempla dos rutas de intervención: un curso propedéutico intensivo previo al inicio del semestre, y la opción de cursar un semestre con carga						

Observación del evaluador externo	Atención a la observación
de tutoría ni incentivos para profesores tutores.	académica reducida que incluya unidades de aprendizaje orientadas a la nivelación en matemáticas preuniversitarias. Estas estrategias se complementan con la propuesta de implementar un Sistema Inteligente de Acompañamiento en Matemáticas, que integra diagnóstico por competencias, prácticas guiadas con retroalimentación inmediata, alertas automáticas y paneles de seguimiento académico, diseñado para operar sobre la infraestructura institucional de Google como complemento al programa de asesorías de la Facultad de Ciencias.
<i>Obs. 8 — Disponibilidad docente y oferta de optativas</i> Atendida parcialmente Sería ideal garantizar disponibilidad anual y recursos docentes para optativas; se sugiere plan de contingencia con CNYN, CICESE e Instituto de Astronomía.	Se agradece la sugerencia del evaluador, la cual se reconoce como una oportunidad de mejora relevante para la operación del programa. La propuesta de establecer un mecanismo formal de programación anual de unidades de aprendizaje optativas, en coordinación con instituciones como el CICESE, el CNYN y el Instituto de Astronomía, será analizada por un comité a fin de determinar su viabilidad académica y operativa en el corto y mediano plazo.
<i>Rec. 6 — Seguimiento de egresados</i> Atendida parcialmente Fortalecer el seguimiento de egresados y la retroalimentación curricular.	Se agradece la recomendación del evaluador. La Facultad de Ciencias ha dado los primeros pasos en la consolidación de este proceso mediante la designación formal de una persona Responsable de Seguimiento de Egresados, quien se encuentra actualmente en la construcción de una base de datos institucional de las y los egresados del programa. Se reconoce que este es un proyecto de largo aliento que requiere tiempo y recursos sostenidos para rendir resultados significativos. La observación del evaluador será tomada en consideración para diseñar estrategias complementarias que fortalezcan y sistematicen el seguimiento, con el objetivo de que la información obtenida se convierta en un insumo real para la retroalimentación y mejora continua del programa educativo.
<i>Rec. 7 — Optativas en áreas emergentes</i> Atendida parcialmente Se sugiere incluir: Nanociencias, Fotónica y óptica avanzada, Física médica, Física computacional avanzada, Información cuántica, Astrofísica/cosmología, Energías renovables, Soft matter, Biofísica.	Se agradece esta recomendación la cual refleja una visión amplia y actualizada de las áreas de frontera en la física contemporánea. Cabe señalar que algunas de las áreas sugeridas ya se encuentran representadas en la oferta optativa del plan de estudios, concretamente mediante las unidades de aprendizaje Información Cuántica e Introducción a la Física Médica. Respecto a las demás áreas propuestas, se reconoce su pertinencia y relevancia para la formación profesional del estudiantado. En ese sentido, el comité responsable del programa se compromete a elaborar un plan de análisis que permita identificar cuáles de estas áreas son factibles de incorporar como unidades de aprendizaje optativas en el corto y mediano plazo, considerando la disponibilidad de planta

Observación del evaluador externo	Atención a la observación
	docente, la infraestructura requerida y la demanda del estudiantado.
Dra. Liliana Vázquez Mercado — CUCEI, Universidad de Guadalajara (20 de abril de 2026)	
<i>Obs. 2 — Certificados: describir sus criterios de obtención</i> Atendida Valdría la pena describir con mayor amplitud en qué consisten los certificados y bajo qué criterios o requisitos se podrían adquirir.	La Sección 5.5 detalla los tres certificados propuestos (Computación Cuántica, Modelación de Materiales Cuánticos, Láseres y Procesamiento de Señales), especificando las tres unidades de aprendizaje que componen cada ciclo formativo y el mecanismo de emisión del certificado por parte de la Facultad de Ciencias. Se menciona adicionalmente el acceso a certificaciones ofertadas por entidades externas (Google, IBM, Microsoft) a través del CIAD. La captura de pantalla presenta una muestra de la sección 5.5. 5.5. Propuesta de certificados Con base en el plan de estudios del programa educativo de Licenciatura en Física promueve el desarrollo de competencias específicas emergentes mediante una estructura de optatividad flexible, diseñada para incentivar al estudiantado en la obtención de Certificados en áreas de alta demanda de la profesión como el modelado numérico, la instrumentación científica y tecnologías emergentes.

Leyenda: Atendida — la observación fue respondida con acciones concretas o compromisos ya ejecutados.

Atendida parcialmente — se reconoce la observación y se establecen compromisos de seguimiento en el corto o mediano plazo.

Dr. Manuel Iván Oceguera Miramontes

Coordinador de la Modificación del Plan de Estudios

Programa Educativo de Física — Facultad de Ciencias, UABC

9.2. Aprobación del Consejo Técnico

SESIÓN ORDINARIA DE CONSEJO TÉCNICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS 15 de abril de 2026

Siendo las 12:00 horas del miércoles 15 de abril de 2026, las y los integrantes del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias se reunieron en sesión ordinaria en el Audiovisual A de la Facultad de Ciencias para atender la convocatoria emitida por el Presidente, Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares, bajo el siguiente:

ORDEN DEL DÍA

1. Apertura de la sesión.
2. Lista de asistencia y declaración del quórum legal.
3. Elección de dos escrutadores, uno por el personal académico y otro por el alumnado.
4. Lectura y aprobación del orden del día.
5. Lectura y aprobación del Acta de la sesión anterior.
6. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Biología.
7. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Física.
8. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa de Ciencias Computacionales.
9. Presentación del informe de la Comisión Especial sobre la propuesta del Reglamento para la Colección de Vertebrados de la Facultad de Ciencias.
10. Asuntos generales.
11. Clausura de la sesión.

DESAHOGO DEL ORDEN DEL DÍA

1. Apertura de la sesión

El Presidente del Consejo, Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares, da la bienvenida a la sesión del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias y explica el proceder de los principales puntos a tratar en la sesión.

2. Lista de asistencia y declaración del quórum legal

Se cuenta con la presencia de nueve propietarios y tres suplentes que fungen como propietarios, por lo que se declara el quórum legal.

3. Elección de dos escrutadores, uno por el personal académico y otro por el alumnado

El Presidente solicita propuestas para la elección de las o los escrutadores para la sesión, recordando que su conformación debe incluir un representante del personal académico y uno por parte del alumnado. Por parte del alumnado se propone a Laura Esther Oropeza Guerrero, mientras que por parte del personal académico se propone al Dr. Raúl Casillas Figueroa. Al no haber más propuestas, se somete a votación y se aprueba por unanimidad.

4. Lectura y aprobación del orden del día

El Presidente le solicita al Secretario dé lectura al orden del día. Se somete a votación el orden del día y se aprueba por unanimidad.

5. Lectura y aprobación del Acta de la sesión anterior

El Presidente del Consejo recuerda que, con base en un acuerdo previo, se envió con antelación el Acta de la sesión anterior para su revisión, procediendo a preguntar si existe alguna observación o comentario. Al no haber comentarios, el Presidente somete a votación la aprobación del Acta de la sesión anterior y se aprueba por unanimidad.

6. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Biología

Para el desahogo de este punto, el Presidente del Consejo solicitó al pleno la autorización para la integración a la sesión del Dr. Ulises Gregorio Pacheco Bardullas y del Dr. Manuel Iván Ocegueda Miramontes, con el propósito de presentar las propuestas de modificación de los programas educativos de Biología y Física, respectivamente. La solicitud fue aprobada por unanimidad. Se hace constar que la Dra. María Victoria Meza Kubo participó en su carácter de integrante del Consejo Técnico y como responsable de presentar la propuesta de Ciencias Computacionales.

Acto seguido, el Presidente solicitó al Dr. Pacheco la presentación de la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Biología. Durante su intervención, se destacó que la propuesta tiene como objetivo consolidar un perfil de egreso acorde con las exigencias actuales en áreas como conservación, biología molecular, biotecnología, biodiversidad, ecología, así como la gestión y manejo de recursos naturales. En la fase de discusión, se abordó la pertinencia de eliminar el tronco común, señalando que la modificación busca fortalecer una estructura curricular sólida y actualizada, que permita al alumnado adquirir dominio de diversas metodologías desde el inicio de su formación. Asimismo, se reflexionó sobre los momentos adecuados para incorporar certificaciones adicionales al plan de estudios.

Concluida la presentación y discusión, la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Biología fue sometida a votación, siendo aprobada con diez votos a favor y dos abstenciones.

7. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Física

Para el desahogo de este punto, el Presidente del Consejo solicitó al Dr. Manuel Iván Ocegueda Miramontes la presentación de la propuesta de modificación del plan de

estudios de la Licenciatura en Física. Durante su intervención, se expuso que la propuesta se fundamenta en los resultados de evaluaciones internas y externas del programa educativo, así como en su pertinencia social y contexto profesional, incorporando además la retroalimentación de personas empleadoras y egresadas. En la discusión, se analizó la selección de certificaciones y la posibilidad de su actualización o incorporación en etapas posteriores del plan de estudios.

Concluido el análisis, la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Física fue sometida a votación, siendo aprobada con once votos a favor y una abstención.

8. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Ciencias Computacionales

Para el desahogo de este punto, el Presidente del Consejo solicitó a la Dra. María Victoria Meza Kubo la presentación de la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Ciencias Computacionales. Durante su intervención, se señaló que la propuesta se sustenta en un diagnóstico interno y externo del programa educativo, orientado al fortalecimiento de habilidades técnicas y habilidades blandas, así como a la vinculación mediante proyectos interdisciplinarios y al desarrollo de competencias transversales. Con base en estos elementos, se planteó una actualización disciplinar del programa.

Concluido el análisis, la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Ciencias Computacionales fue sometida a votación, siendo aprobada con ocho votos a favor, un voto en contra y tres abstenciones.

9. Presentación del informe de la Comisión Especial sobre la propuesta del Reglamento para la Colección de Vertebrados de la Facultad de Ciencias.

El Presidente solicita propuestas para abordar los puntos faltantes del orden del día, con el propósito de respetar el acuerdo de que el tiempo de la sesión no exceda dos horas. Se propusieron las siguientes opciones:

- Dejar la sesión abierta para concluir los puntos faltantes del orden del día.
- Cerrar la sesión actual y convocar a una nueva sesión ordinaria el día 22 de abril de 2026 para concluir los puntos faltantes del orden del día.

Se someten a votación las propuestas y se aprueba por unanimidad cerrar la sesión actual y convocar a una nueva sesión ordinaria el día 22 de abril de 2026 para concluir los puntos faltantes del orden del día.

10. Asuntos generales.

No se presentaron temas para asuntos generales.

11. Clausura de la sesión

Siendo las 14:00 horas se da por concluida la sesión. Se anexa lista de asistencia.



Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares
Presidente del Consejo Técnico



Dr. José Israel Paez Ornelas
Secretario del Consejo Técnico



Dr. Raúl Casillas Figueroa
Escrutador



Laura Esther Oropeza Guerrero
Escrutadora



Univ. De la Rosa

L. Paez Ornelas

Apeludo

luis



CYK.



Slu



9.3. Validación por la Coordinación General de Formación Profesional



"2026, Año de la Educación para la Construcción de la Paz"

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL

Oficio núm. 126/2026-1

Asunto: Validación de Programa Educativo

DR. ALBERTO LEOPOLDO MORÁN Y SOLARES

Director de la Facultad de Ciencias

Ensenada, B.C.

Presente. -

En atención a la solicitud para la creación del Programa Educativo de **Licenciatura en Física**, y derivado de la revisión técnica realizada por esta Coordinación General a mi cargo, me permito comunicarle lo siguiente:

Una vez analizada la propuesta y habiéndose verificado el cumplimiento de los requisitos académicos y curriculares, así como la pertinencia del plan de estudios propuesto, esta **Coordinación General de Formación Profesional otorga su VALIDACIÓN** al citado programa.

Lo anterior, en cumplimiento de lo instruido por la Secretaría General mediante el oficio circular **OF.CIR. 692-2026**, relativo a la integración del orden del día de la segunda sesión ordinaria del H. Consejo Universitario del presente año.

Se le recuerda que, para la integración del expediente definitivo que deberá remitirse a la Secretaría General a más tardar el **24 de abril**, es necesario adjuntar a este oficio la totalidad de la documentación probatoria, incluyendo el Acta de Consejo Técnico de su unidad académica y la propuesta curricular completa.

Sin más por el momento, agradezco su compromiso con la excelencia académica de la Facultad a su digno cargo y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Mexicali, Baja California, a 24 de abril de 2026

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"

COORDINADORA GENERAL

DRA. YESSICA ESPINOSA DÍAZ

Universidad Autónoma
de Baja California

24 de abril de 2026

Coordinación General
de Formación Profesional

DESPACHADO



Universidad Autónoma
de Baja California

RECTORÍA
COORDINACIÓN GENERAL
DE FORMACIÓN PROFESIONAL

C.c.p. Dr. Luis Enrique Palafox Maestre. Rector de la UABC.

C.c.p. M.I. Edith Montiel Ayala. Secretaría General.

C.c.p. Minutario

YED/liliana

Recibi:
24.04.2026

10. Referencias

- CONACYT. (2020). *Programa Institucional 2020–2024*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Deloitte (2022). *Striving for balance, advocating for change. The Deloitte global 2022 Gen Z & millennial survey*. <https://www.deloitte.com/content/dam/assets-shared/docs/deloitte-2022-genz-millennial-survey.pdf>
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico. (2018). *Estado general del conocimiento científico, tecnológico y de innovación en México*. FCCyT.
- Gobierno de Baja California. (2021). *Plan Estatal de Desarrollo 2022–2027*. Gobierno del Estado de Baja California.
- Grant, A. Hill, H., & Mulvey, P. (2022). Physicists in government, by the numbers. *Physics Today*. DOI: <https://doi.org/10.1063/PT.6.5.20221031a>
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of physics* (10th ed.). Wiley.
- IEEE. (2023). *Technology Predictions 2023*. IEEE Computer Society. <https://ieeecs-media.computer.org/media/tech-news/tech-predictions-report-2023.pdf>
- INEGI. (2022). *Indicadores de ciencia, tecnología e innovación en México*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Luna Serrano, E. y García Arizmendi, V. (2024). Evaluación externa e interna del programa educativo de la Licenciatura en Física. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias.
- National Research Council. (2013). *The mathematical sciences in 2025*. The National Academies Press.
- OECD. (2019). *OECD skills outlook 2019: Thriving in a digital world*. OECD Publishing.
- Página oficial Cambridge English: *Cambridge English Qualifications*. <https://www.cambridgeenglish.org/latinamerica/exams-and-tests/qualifications/>. Consulta realizada el 18 de marzo de 2026.
- Página oficial Dexway: *Contacto y soluciones e-learning en idiomas*. <https://www.dexway.com/es/contacto/>. Consulta realizada el 18 de marzo de 2026
- Página oficial ETS: TOEFL iBT. <https://www.ets.org/toefl/test-takers/ibt/register/how-to-register.html> . Consulta realizada el 18 de marzo de 2026.

Página oficial ETS: TOEFL ITP Assessment Series.: <https://www.ets.org/toefl/itp.html>.

Consulta realizada el 18 de marzo de 2026.

Página oficial ETS: TOEIC Test Taker Resources.<https://www.ets.org/toEIC/test-takers.html>. Consulta realizada el 18 de marzo de 2026.

Página oficial IELTS: About IELTS. <https://ielts.org/about-ielts>. Consulta realizada el 18 de marzo de 2026.

Página oficial SEP: CENNI. <https://dgair.sep.gob.mx/dir/cenni> . Consulta realizada el 18 de marzo de 2026.

Página oficial UABC: Centro de Educación Continua, Preguntas frecuentes. <https://centrodeeducacioncontinua.uabc.mx/preguntas-frecuentes-2/> . Consulta realizada el 18 de marzo de 2026.

Página oficial UABC: Centro de Educación Continua. <https://centrodeeducacioncontinua.uabc.mx/> . Consulta realizada el 18 de marzo de 2026.

Página oficial UABC: Facultad de Idiomas Ensenada, “Examen de Conocimiento de Lengua Extranjera”. <https://idiomas.ens.uabc.mx/examen-conocimiento/> . Consulta realizada el 18 de marzo de 2026.

Página oficial UABC: Facultad de Idiomas Ensenada, “Solicitud de Constancia de Acreditación de Idioma Extranjero”. <https://idiomas.ens.uabc.mx/constancia-acreditacion/> . Consulta realizada el 18 de marzo de 2026.

Página oficial UABC: QueHacer Cimarrón, “Curso de Acreditación de la Lengua Extranjera”. <https://gaceta.uabc.mx/quehacer/curso-de-acreditacion-de-la-lengua-extranjera> . Consulta realizada el 18 de marzo de 2026.

Redish, E. F., & Hammer, D. (2009). Reinventing college physics for biologists: Explicating an epistemological curriculum. *American Journal of Physics*, 77(7), 629–642.

Serna, A. y Castro, A. (2018). Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura. UABC.

http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/metodologia_con_ficha.pdf

- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for scientists and engineers* (10th ed.). Cengage Learning.
- UNESCO. (2021). *Engineering for sustainable development: Delivering on the Sustainable Development Goals*. UNESCO Publishing.
- Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2004). *Reglamento de Prácticas Profesionales*. Autor.
- Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2007). *Reglamento de Servicio Social*. Autor.
- Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2010). *Guía Metodológica para la creación, modificación y actualización de los programas educativos de la Universidad Autónoma de Baja California*.
<http://www.uabc.mx/formacionbasica/documentos/guiametodol%F3gica.pdf>
- Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2012). *Manual de Tutorías*. Autor.
- Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2017a). *Código de Ética de la Universidad Autónoma de Baja California*. Autor.
- Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2018). *Modelo educativo de la UABC*. Autor.
- Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2021). *Estatuto Escolar*. Autor.
- Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2023). *Plan de Desarrollo Institucional 2023-2027*. Autor. Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias. (2017, marzo). *Propuesta de modificación del programa educativo: Licenciatura en Física* [Documento institucional].
- Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias. (s. f.). Misión. <https://ciencias.ens.uabc.mx/mision/>
- Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias. (s. f.). Visión. <https://ciencias.ens.uabc.mx/vision/>
- WEF. (2024, September 16). 10 new tech trends transforming Earth observation and climate intelligence. <https://www.weforum.org/agenda/2024/09/10-ways-tech-is-transforming-earth-observation-and-boosting-climate-intelligence/>
- World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*. WEF.

World Economic Forum. (2021). *Top 10 tech trends that will shape the coming decade, according to McKinsey*. <https://www.weforum.org/agenda/2021/10/technology-trends-top-10-mckinsey/>

11. Anexos

11.1. Anexo 1. Formatos metodológicos

FORMATO 1. PROBLEMÁTICAS Y COMPETENCIAS PROFESIONALES		
Problemáticas	Competencia profesional	Ámbitos
En distintos contextos científicos, tecnológicos e industriales, el trabajo del físico requiere estudiar, modelar y resolver problemas relacionados con fenómenos naturales complejos. Sin embargo, se presentan dificultades para aplicar métodos analíticos rigurosos de forma pertinente y crítica, lo que limita la comprensión profunda del fenómeno, lo que puede conducir a interpretaciones erróneas o incluso éticamente cuestionables, cuando los resultados del análisis tienen impacto en decisiones con consecuencias sociales, ambientales o tecnológicas.	Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad Área de conocimiento: Física	Local, Nacional, Internacional.
En física, se requiere modelar e interpretar fenómenos relacionados con la materia, la energía y sus interacciones mediante representaciones matemáticas. Sin embargo, la complejidad inherente de muchos sistemas físicos, caracterizados por la presencia de múltiples variables y la superposición de fenómenos, exige idealizaciones adecuadas y un dominio sólido del lenguaje matemático. La formación insuficiente en este ámbito, junto con el uso mecánico de modelos sin conciencia de sus supuestos o límites de validez, compromete la correcta interpretación de los resultados y limita una comprensión profunda y estructurada de los fenómenos físicos.	Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico. Área de conocimiento: Matemáticas	Local, Nacional, Internacional.
Necesidad de formación en la aplicación de herramientas	Desarrollar y utilizar programas computacionales aplicando los	Local, Nacional, Internacional.

computacionales y de actualización continua en tecnologías emergentes. Esta limitación se vuelve crítica en un mundo caracterizado por cambios acelerados, donde los roles profesionales y el orden social evolucionan con tal rapidez que un mismo individuo puede experimentar múltiples transformaciones estructurales a lo largo de su vida. En este contexto, es indispensable la flexibilidad profesional y la capacidad de adaptación tecnológica que resultan fundamentales para evitar la obsolescencia, por lo que una formación sólida, orientada al aprendizaje continuo y al seguimiento de los desafíos científicos y tecnológicos.	principios fundamentales de la física para la simulación o modelado de procesos físicos, con responsabilidad y honestidad. Área de conocimiento: Computación	
Necesidad de aplicar conocimientos teóricos en la interpretación de fenómenos de la vida real. Un enfoque centrado en lo abstracto dificulta el manejo adecuado de técnicas de laboratorio, la adquisición y análisis de datos, y la validación empírica de modelos físicos, lo que restringe el desempeño en contextos industriales o de investigación básica y aplicada.	Diseñar, implementar y evaluar experimentos en las áreas de la física, utilizando técnicas experimentales y computacionales, así como métodos de análisis de datos, para describir, explicar y predecir fenómenos físicos, con creatividad, disposición al trabajo colaborativo y compromiso con el entorno, en apego a las normas de seguridad. Área de conocimiento: Experimental	Local, Nacional, Internacional.

FORMATO 2. IDENTIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS QUE INTEGRAN CADA COMPETENCIA PROFESIONAL	
Competencia profesional	Competencias específicas
1. Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad	1.1. Identificar los principios de la física que subyacen a los fenómenos naturales discriminando entre las interacciones presentes con base en las escalas involucradas para simplificar la descripción y explicación de dichos fenómenos, con una actitud crítica y honesta.
	1.2. Solucionar problemas de física mediante el razonamiento lógico, para entender, describir y corroborar las leyes que gobiernan la naturaleza, de manera objetiva.
	1.3. Presentar resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica, mediante técnicas de comunicación y análisis crítico, para plantear alternativas de solución, con objetividad y honestidad.

2. Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.	2.1. Describir en términos matemáticos fenómenos físicos mediante la relación de variables físicas con objetos matemáticos para cuantificar y predecir su comportamiento, de manera objetiva y clara.
	2.2. Plantear modelos de sistemas físicos utilizando los principios y formalismos de la física teórica y los métodos matemáticos especiales para describir, explicar o predecir fenómenos, con una actitud crítica y honesta.
	2.3. Diseñar algoritmos utilizando métodos numéricos para calcular las propiedades de sistemas físicos, de manera objetiva y clara.
3. Desarrollar y utilizar programas computacionales aplicando los principios fundamentales de la física para la simulación o modelado de procesos físicos, con responsabilidad y honestidad.	3.1. Adquirir y analizar datos experimentales a través de paquetes computacionales, la aplicación de los principios fundamentales de la física y técnicas especializadas de procesamiento de datos, para formular y validar hipótesis de fenómenos físicos, con responsabilidad, honestidad y actitud crítica.
	3.2. Elaborar programas computacionales, utilizando un lenguaje estructurado, herramientas de cómputo simbólico y numérico para simular y modelar procesos físicos, con creatividad y eficiencia.
4. Diseñar, implementar y evaluar experimentos en las áreas de la física, utilizando técnicas experimentales y computacionales, así como métodos de análisis de datos, para describir, explicar y predecir fenómenos físicos, con creatividad, disposición al trabajo colaborativo y compromiso con el entorno, en apego a las normas de seguridad.	4.1. Utilizar correctamente equipos e instrumentos de laboratorio, a través del reconocimiento de las limitaciones de los instrumentos, procedimientos de limpieza y almacenamiento adecuado, para realizar experimentos de física, con apego a las normas de seguridad y respeto al medio ambiente.
	4.2. Analizar los intervalos de incertidumbre que arrojan las mediciones experimentales mediante la implementación de técnicas de la teoría de errores, para determinar el rango de validez de los resultados obtenidos, con ética, rigor científico y actitud crítica
	4.3. Diseñar e implementar experimentos o dispositivos mediante el uso de la instrumentación y los métodos apropiados para resolver problemas en el área de la física, con una actitud innovadora, con apego a las normas de seguridad del laboratorio y respeto al medio ambiente.

FORMATO 3. ANÁLISIS DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN UNIDADES DE APRENDIZAJE DE ALTO IMPACTO	
Competencia profesional 1: Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad	
Competencia específica	Unidades de aprendizaje de alto impacto
1.1. Identificar los principios de la física que subyacen a los fenómenos naturales discriminando entre las interacciones	• Mecánica • Sistema de Partículas

presentes con base en las escalas involucradas para simplificar la descripción y explicación de dichos fenómenos, con una actitud crítica y honesta.	• Ondas y Fluidos • Electricidad y Magnetismo
Competencia específica 1.2. Solucionar problemas de física mediante el razonamiento lógico, para entender, describir y corroborar las leyes que gobiernan la naturaleza, de manera objetiva.	Unidades de aprendizaje de alto impacto • Física Térmica • Óptica • Física Moderna • Estructura de la Materia
Competencia específica 1.3. Presentar resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica, mediante técnicas de comunicación y análisis crítico, para plantear alternativas de solución, con objetividad y honestidad.	Unidades de aprendizaje de alto impacto • No existe una unidad de aprendizaje en el plan de estudios actual que tenga algo impacto en esta competencia específica, se propone la creación de una nueva unidad de aprendizaje: Actividad de Investigación
Competencia profesional 2: Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.	
Competencia específica 2.1. Describir en términos matemáticos fenómenos físicos mediante la relación de variables físicas con objetos matemáticos para cuantificar y predecir su comportamiento, de manera objetiva y clara.	Unidades de aprendizaje de alto impacto • Cálculo Diferencial • Geometría Vectorial • Cálculo Integral • Álgebra Lineal • Cálculo Vectorial • Probabilidad • Cálculo Avanzado • Variable Compleja • Ecuaciones Diferenciales Ordinarias • Métodos Matemáticos de la Física
Competencia específica 2.2. Plantear modelos de sistemas físicos utilizando los principios y formalismos de la física teórica y los métodos matemáticos especiales para describir, explicar o predecir fenómenos, con una actitud crítica y honesta.	Unidades de aprendizaje de alto impacto • Mecánica Estadística • Mecánica Clásica • Teoría Electromagnética • Mecánica Cuántica
Competencia específica 2.3. Diseñar algoritmos utilizando métodos numéricos para calcular las propiedades de sistemas físicos, de manera objetiva y clara.	Unidades de aprendizaje de alto impacto • Métodos Numéricos
Competencia profesional 3: Desarrollar y utilizar programas computacionales aplicando los principios fundamentales de la física para la simulación o modelado de procesos físicos, con responsabilidad y honestidad.	

Competencia específica 3.1. Adquirir y analizar datos experimentales a través de paquetes computacionales, la aplicación de los principios fundamentales de la física y técnicas especializadas de procesamiento de datos, para formular y validar hipótesis de fenómenos físicos, con responsabilidad, honestidad y actitud crítica.	Unidades de aprendizaje de alto impacto • Laboratorio de Física
Competencia específica 3.2. Elaborar programas computacionales, utilizando un lenguaje estructurado, herramientas de cómputo simbólico y numérico para simular y modelar procesos físicos, con creatividad y eficiencia.	Unidades de aprendizaje de alto impacto • Física Computacional
Competencia profesional 4: Diseñar, implementar y evaluar experimentos en las áreas de la física, utilizando técnicas experimentales y computacionales, así como métodos de análisis de datos, para describir, explicar y predecir fenómenos físicos, con creatividad, disposición al trabajo colaborativo y compromiso con el entorno, en apego a las normas de seguridad.	
Competencia específica 4.1. Utilizar correctamente equipos e instrumentos de laboratorio, a través del reconocimiento de las limitaciones de los instrumentos, procedimientos de limpieza y almacenamiento adecuado, para realizar experimentos de física, con apego a las normas de seguridad y respeto al medio ambiente.	Unidades de aprendizaje de alto impacto • Laboratorio de Electricidad y Magnetismo
Competencia específica 4.2. Analizar los intervalos de incertidumbre que arrojan las mediciones experimentales mediante la implementación de técnicas de la teoría de errores, para determinar el rango de validez de los resultados obtenidos, con ética, rigor científico y actitud crítica	Unidades de aprendizaje de alto impacto • Circuitos Eléctricos • Laboratorio de Física • Métodos Experimentales
Competencia específica 4.3. Diseñar e implementar experimentos o dispositivos mediante el uso de la instrumentación y los métodos apropiados para resolver problemas en el área de la física, con una actitud innovadora, con apego a las normas de seguridad del laboratorio y respeto al medio ambiente.	Unidades de aprendizaje de alto impacto • Laboratorio de Termodinámica • Laboratorio de Óptica



Universidad Autónoma de Baja California
Coordinación General de Formación Profesional

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física, Licenciatura en Matemáticas Aplicadas, Licenciatura en Ciencias Computacionales y Licenciatura en Ciencia de Datos.
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Principios de la Física
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Jorge Alberto Villavicencio Aguilar Roberto Romo Martínez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de esta unidad de aprendizaje es proporcionar a las y los estudiantes de las licenciaturas en Física, Matemáticas Aplicadas, Ciencias Computacionales y Ciencia de Datos una formación introductoria en los principios fundamentales de la física, utilizando el lenguaje algebraico, la trigonometría y representaciones gráficas para analizar fenómenos naturales y tecnológicos. A través de prácticas de taller con simulaciones, programación en Python/Colab y herramientas de inteligencia artificial. Se pretende que desarrollen pensamiento físico, matemático y computacional, sentando bases sólidas para el estudio posterior de cálculo y de cursos avanzados de ciencias exactas. Se imparte en la etapa básica, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los conceptos básicos de la física, medición, movimiento, fuerzas, energía, ondas, campos, termodinámica y percepción mediante el empleo del razonamiento algebraico, la representación gráfica y recursos computacionales para describir, explicar y comunicar fenómenos en contextos naturales y tecnológicos, con objetividad, creatividad y responsabilidad social en la reflexión sobre la transversalidad de la ciencia.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluya:

- Ejercicios y problemas resueltos, individuales o en equipo, en clase y en plataforma donde se apliquen los principios de la física y se interpreten los resultados
- Productos gráficos, analíticos y computacionales (gráficas, simulaciones, modelos)
- Bitácoras de laboratorio y de simulación con reflexiones sobre el uso responsable de IA
- Informes breves con apoyo gráfico y análisis crítico

Elaboración y presentación en equipo de un proyecto integrador de datos o simulación de fenómenos físicos en contextos naturales y tecnológicos.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta asignatura promueve competencias genéricas de impacto en los diferentes perfiles de egreso de los programas educativos de la Facultad de Ciencias de la UABC.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. El lenguaje de la física en problemas básicos

Competencia

Aplicar las unidades básicas del Sistema Internacional y las normas internacionales de medición a través de la utilización de procedimientos de medición para expresar cuantitativamente magnitudes físicas y comunicar los resultados con objetividad, claridad y rigor científico.

Contenido

- 1.1. Encuadre
- 1.2. Principios, leyes, teorías y modelos en la física
 - 1.2.1. Diferencias conceptuales y ejemplos históricos
 - 1.2.2. Rol en la construcción del conocimiento científico
- 1.3. Magnitudes físicas y sistemas de unidades
 - 1.3.1. El Sistema Internacional de Unidades
 - 1.3.2. Patrones de Tiempo, Longitud y Masa
 - 1.3.3. Precisión y cifras significativas
 - 1.3.4. Notación científica y análisis dimensional introductorio

Duración

04 horas

Unidad II. Movimiento y las leyes de Newton

Competencia

Aplicar los conceptos fundamentales de cinemática y dinámica, posición, desplazamiento, velocidad, aceleración y leyes de Newton, para describir y analizar el movimiento de los cuerpos en una y dos dimensiones, mediante el empleo de representaciones gráficas, razonamiento algebraico y herramientas computacionales, con objetividad, claridad y honestidad en la interpretación de los resultados.

Contenido

- 2.1. Movimiento en una dimensión
 - 2.1.1. Concepto de posición y desplazamiento
 - 2.1.2. Velocidad media y velocidad instantánea
 - 2.1.3. Aceleración media e instantánea
 - 2.1.4. Representación gráfica: posición-tiempo y velocidad-tiempo
 - 2.1.5. Relaciones cualitativas entre gráficas y movimiento
- 2.2. Movimiento en dos dimensiones
 - 2.2.1. Introducción al concepto de vector
 - 2.2.2. Sistemas de coordenadas (cartesianas)

- 2.2.3. Composición de movimientos: lanzamiento horizontal y oblicuo
- 2.2.4. Alcance, tiempo de vuelo y altura máxima
- 2.2.5. Análisis gráfico y computacional de trayectorias
- 2.3. Fuerzas y leyes de Newton
 - 2.3.1 Diagramas de cuerpo libre: identificación de fuerzas
 - 2.3.2 Primera ley de Newton y el concepto de inercia
 - 2.3.3 Segunda ley de Newton: relación fuerza-aceleración
 - 2.3.4 Tercera ley de Newton: acción y reacción
 - 2.3.5 Aplicaciones sencillas: movimiento en superficies horizontales, inclinadas y cuerdas con tensión

Duración

06 horas

Unidad III. Conservación de la energía y el momento

Competencia

Aplicar los principios de conservación de la energía y del momento lineal para analizar situaciones mecánicas sencillas, mediante el empleo de los conceptos de trabajo, energía cinética y potencial, potencia e impulso, así como la interpretación gráfica y el razonamiento algebraico, con objetividad, responsabilidad y honestidad en la comunicación de resultados.

Contenido

- 3.1. Trabajo y energía mecánica
 - 3.1.1. Definición de trabajo mecánico y su relación con la fuerza y el desplazamiento
 - 3.1.2. Energía cinética: interpretación y cálculo
 - 3.1.3. Energía potencial gravitatoria y elástica
 - 3.1.4. Potencia mecánica como razón de cambio del trabajo
 - 3.1.5. Representación gráfica de trabajo y energía
- 3.2. Conservación de la energía y del momento
 - 3.2.1. Principio de conservación de la energía mecánica
 - 3.2.2. Trabajo de fuerzas no conservativas y disipación
 - 3.2.3. Impulso y cantidad de movimiento
 - 3.2.4. Conservación del momento lineal en colisiones
 - 3.2.5. Colisiones elásticas e inelásticas: análisis y ejemplos

Duración

04 horas

Unidad IV. Ondas, campos e información: principios universales de la física

Competencia

Analizar los fenómenos ondulatorios y los conceptos de campo eléctrico y magnético para explicar su papel transversal en la naturaleza y la tecnología, mediante la aplicación el principio de superposición, la interferencia y la resonancia, así como la representación gráfica y computacional de campos, con objetividad, rigor científico y responsabilidad en la comunicación de resultados y aplicaciones.

Contenido

- 4.1. Ondas: superposición, interferencia y resonancia
 - 4.1.1. Naturaleza de una onda: características y parámetros
 - 4.1.2. Principio de superposición
 - 4.1.3. Interferencia constructiva y destructiva
 - 4.1.4. Ondas estacionarias y resonancia en cuerdas y tubos sonoros
 - 4.1.5. Aplicaciones: acústica, instrumentos musicales y telecomunicaciones
- 4.2. Campos eléctricos y magnéticos
 - 4.2.1. Concepto de campo y su representación gráfica
 - 4.2.2. Campo eléctrico: fuentes, líneas de campo y ejemplos cotidianos
 - 4.2.3. Campo magnético: imanes, corrientes y fuerzas magnéticas
 - 4.2.4. Interacciones entre campos eléctricos y magnéticos
 - 4.2.5. Aplicaciones tecnológicas: motores eléctricos, almacenamiento magnético y resonancia magnética

Duración

04 horas

Unidad V. Termodinámica y el concepto de entropía en procesos físicos

Competencia

Aplicar los principios de la termodinámica para analizar la transferencia de energía térmica y la irreversibilidad de los procesos naturales, mediante el empleo de los conceptos de calor, temperatura, entropía y eficiencia de máquinas térmicas, con objetividad, responsabilidad y conciencia crítica sobre el impacto energético en la sociedad y el ambiente.

Contenido

- 5.1. Transferencia de energía térmica: calor y temperatura
 - 5.1.1. Temperatura y escalas térmicas
 - 5.1.2. Energía térmica y calor: definición y diferencias
 - 5.1.3. Métodos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación

- 5.1.4. Ejemplos en sistemas naturales y tecnológicos
- 5.1.5. Representación gráfica de curvas de calentamiento y cambios de fase
- 5.2. Entropía e irreversibilidad: la segunda ley de la termodinámica
 - 5.2.1. Concepto de entropía como medida del desorden y la irreversibilidad
 - 5.2.2. La segunda ley de la termodinámica y sus enunciados
 - 5.2.3. Procesos reversibles e irreversibles
 - 5.2.4. Máquinas térmicas y eficiencia (motor de Carnot)
 - 5.2.5. Implicaciones de la entropía en fenómenos naturales y tecnológicos

Duración

04 horas

Unidad VI. Física de la percepción y tecnologías afines

Competencia

Aplicar los principios físicos que explican la audición y la visión humanas para analizar fenómenos de percepción y sus aplicaciones en tecnologías modernas de sonido e imagen, mediante el uso de representaciones gráficas y modelos computacionales, con objetividad, creatividad y responsabilidad en la comunicación de resultados y en la valoración del impacto tecnológico en la vida cotidiana.

Contenido

- 6.1. Sonido y audición: frecuencia, intensidad y decibeles
 - 6.1.1. Naturaleza de las ondas sonoras: frecuencia, longitud de onda y velocidad del sonido
 - 6.1.2. Intensidad sonora y escala logarítmica de decibeles
 - 6.1.3. Respuesta del oído humano: umbrales de audición y sensibilidad a distintas frecuencias
 - 6.1.4. Aplicaciones tecnológicas: acústica arquitectónica, dispositivos de grabación y reproducción de audio
- 6.2. Visión y color: percepción cromática, lentes y dispositivos ópticos
 - 6.2.1. Principios ópticos del ojo humano: formación de imágenes en la retina
 - 6.2.2. Visión del color: luz, espectro visible y percepción cromática
 - 6.2.3. Lentes: convergentes y divergentes, aumento y corrección visual
 - 6.2.4. Dispositivos ópticos: cámaras, microscopios, pantallas y fibra óptica
- 6.3. Taller integrador de percepción: del audio a la imagen digital
 - 6.3.1. Analogías entre percepción sonora y visual: señales, frecuencias y resolución
 - 6.3.2. Muestreo y digitalización de señales (audio e imagen)
 - 6.3.3. Tecnologías de captura, almacenamiento y procesamiento digital
 - 6.3.4. Reflexión sobre límites humanos y ampliación tecnológica de los sentidos

Duración

06 horas

Unidad VII. Física en acción: integración y proyectos finales

Competencia

Integrar los conceptos fundamentales de la física para diseñar, desarrollar y presentar proyectos aplicados a fenómenos naturales y tecnológicos, mediante el empleo de herramientas computacionales, simulaciones y recursos de inteligencia artificial, con objetividad, creatividad y responsabilidad social en la comunicación de resultados y en la reflexión sobre la transversalidad de la ciencia.

Contenido

- 7.1. Diseño y desarrollo del proyecto aplicado
 - 7.1.1. Selección de un fenómeno físico o tecnológico de interés
 - 7.1.2. Planteamiento de objetivos, preguntas y metodología
 - 7.1.3. Uso de simulaciones, Python/Colab o recursos de IA como apoyo en el análisis
- 7.2. Presentación y discusión de proyectos finales
 - 7.2.1. Exposición oral y escrita de resultados
 - 7.2.2. Discusión crítica con base en la física y el contexto tecnológico
 - 7.2.3. Evaluación de la claridad, objetividad y honestidad en la comunicación de resultados
- 7.3. Reflexión sobre la transversalidad de la física
 - 7.3.1. Identificación de conexiones entre cinemática, dinámica, energía, ondas, campos, termodinámica y percepción
 - 7.3.2. Reconocimiento del papel de la física en el desarrollo de la ciencia de datos, la computación y la ingeniería
 - 7.3.3. Reflexión sobre la relevancia social y ética del conocimiento científico

Duración

04 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. El lenguaje de la física en problemas básicos

Práctica 1: Modelar e interpretar relaciones físicas: gráficas, unidades y análisis dimensional

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza la simulación [Equation Grapher de PhET](#) para explorar cómo diferentes expresiones matemáticas (lineales, cuadráticas y cúbicas) representan relaciones entre magnitudes físicas.
2. Colabora en equipos para plantear ejemplos físicos simples (como distancia vs. tiempo o energía vs. altura) y ajustar coeficientes para interpretar su significado en términos de unidades y magnitudes.
3. Complementa la actividad con ejercicios de notación científica y análisis dimensional en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#), verificando la coherencia de expresiones físicas.
4. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
5. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Simulación PhET: [Equation Grapher](#).
- *College Physics 2e*, secciones 1.1 ([Physics: An Introduction](#)) y 1.2 ([Physical Quantities and Units](#)).
- Cuaderno interactivo *Jupyter* en [Python/Colab](#) para cálculos y visualización.
- ChatGPT u otra IA para validar interpretaciones y generar ejemplos adicionales.

Práctica 2: Estimar órdenes de magnitud en problemas tipo Fermi

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Resuelve problemas en equipo mediante estimaciones tipo Fermi. Desarrolla razonamientos de orden de magnitud y valida supuestos.
2. En equipo plantea estimaciones iniciales para responder a preguntas abiertas (por ejemplo: ¿cuántas veces late el corazón en un año?, ¿cuántas moléculas de aire hay en un salón de clases?, ¿qué potencia en watts genera una persona al subir una escalera?).
3. Presenta los resultados en notación científica cuidando las cifras significativas.

4. Utiliza un cuaderno de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para realizar conversiones de unidades y automatiza los resultados.
5. Contrasta sus estimaciones con búsquedas en IA (ChatGPT u otra) para discutir coincidencias, discrepancias y la importancia de comunicar con claridad la incertidumbre de los resultados.
6. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
7. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- *College Physics 2e* de OpenStax, sección 1.3 ([Accuracy, Precision, and Significant Figures](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para cálculos y órdenes de magnitud.
- Herramientas de inteligencia artificial (ChatGPT u otras) para validar y contrastar estimaciones.
- Pizarra o documento compartido para el registro colectivo de resultados y discusión.

Unidad II. Movimiento y las leyes de Newton

Práctica 3: Analizar el movimiento en una dimensión

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza la simulación [PhET: Moving Man](#) para observar el movimiento de un cuerpo en una dimensión, modificando posición, velocidad y aceleración.
2. Colabora en equipo para registrar gráficas de posición–tiempo y velocidad–tiempo, interpretarlas y relacionar sus características con el movimiento observado.
3. Resuelve ejercicios en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para calcular velocidad media, instantánea y aceleración a partir de datos simulados.
4. Elabora en equipo un breve reporte en el que comparen la información de las gráficas con sus cálculos numéricos y discutan posibles errores de interpretación.
5. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Simulación [PhET: The Moving Man](#).
- *College Physics 2e*, Capítulo 2 ([Kinematics](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para cálculos básicos y gráficas.
- ChatGPT u otra IA para discutir ejemplos adicionales de movimiento unidimensional.

Práctica 4: Predecir alcance, tiempo de vuelo y altura máxima de proyectiles

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza la simulación [PhET: Projectile Motion](#) para explorar el movimiento de proyectiles. Varía el ángulo, velocidad inicial y condiciones (con o sin resistencia del aire) para observar alcance, tiempo de vuelo y altura máxima.
2. Registrar trayectorias y las compara con predicciones cualitativas.
3. Utiliza un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para simular trayectorias simples. Resuelve las ecuaciones de movimiento en 2D y grafica la posición en función del tiempo.
6. Cierra con una puesta en común y una reflexión: cómo los vectores y las coordenadas cartesianas describen trayectorias físicas.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Simulación [PhET: Projectile Motion](#).
- *College Physics 2e*, Capítulo 3 ([Two-Dimensional Kinematics](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para simulación numérica y gráficas de trayectorias.
- ChatGPT u otra IA como recurso de apoyo para generar variaciones de problemas de proyectiles.

Práctica 5: Analizar fuerzas y movimiento mediante diagramas de cuerpo libre

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza la simulación [PhET: Forces and Motion: Basics](#) para explorar los efectos de distintas fuerzas sobre el movimiento de un objeto.
2. Identifica fuerzas de contacto y a distancia, y elabora diagramas de cuerpo libre para relacionarlos con la primera, segunda y tercera leyes de Newton.
3. Usa [PhET: Forces and Motion: Basic](#) para experimentar: ajusta masa, fricción y fuerza aplicada, y registra la aceleración resultante.
4. En un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#), resuelve ejercicios básicos con la segunda ley de Newton ($F=ma$). Luego, compara los resultados con los obtenidos en la simulación.

9. Elabora diagramas y conclusiones por equipo, que muestren la relación entre fuerza neta y movimiento.
10. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
11. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Simulación [PhET: Forces and Motion: Basics](#).
- *College Physics 2e*, Capítulo 4 ([Dynamics: Newton's Laws of Motion](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para resolución de problemas y verificación numérica.
- ChatGPT u otra IA para generar ejemplos adicionales y verificar diagramas de cuerpo libre.

Unidad III: Conservación de la energía y el momento

Práctica 6: Trabajo, energía y potencia en el movimiento

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza la simulación [PhET: Work, Energy, and Power](#) para explorar cómo se relacionan la fuerza aplicada, el desplazamiento y el trabajo realizado sobre un objeto.
2. Observa cómo varían la energía cinética y potencial en función de la posición y el tiempo, y analizar el papel de la potencia como razón de cambio del trabajo.
3. En equipo, registra datos de la simulación y representar gráficamente las variaciones de energía.
4. En un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#), realiza cálculos de trabajo y potencia usando datos simulados y comprueba la consistencia dimensional y numérica.
5. Por equipo, elabora un reporte breve que incluya gráficas, cálculos y conclusiones sobre la relación trabajo–energía–potencia.
6. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
7. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Simulación [PhET: Work, Energy, and Power](#).
- College Physics 2e, Capítulo 7 ([Work, Energy, and Power](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para cálculos de trabajo y representaciones gráficas.
- ChatGPT u otra IA para generar ejemplos adicionales y validar resultados.

Práctica 7: Conservación de la energía y del momento en colisiones

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza la simulación [PhET: Collision Lab](#) para analizar colisiones entre objetos en una dimensión y dos dimensiones.
2. Varía masas y velocidades iniciales para estudiar colisiones elásticas e inelásticas, observando cómo se conserva (o no) la energía cinética y cómo siempre se conserva el momento lineal.
3. En equipo, registra datos de la simulación, calcula el momento inicial y final y compara la energía cinética antes y después de cada choque.
4. Resuelve problemas de colisiones sencillas en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) aplicando las ecuaciones de conservación del momento y de la energía, y contrasta sus resultados con lo observado en la simulación.
5. Al cierre, analiza en equipo la importancia de los principios de conservación y sus aplicaciones en física e ingeniería.
6. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
7. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo:

- Simulación [PhET: Collision Lab](#).
- College Physics 2e, Capítulo 7 ([Conservation of Energy](#)) y Capítulo 8 ([Linear Momentum and Collisions](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para resolución de problemas numéricos y gráficas de comparación.
- ChatGPT u otra IA para plantear variaciones de problemas y verificar razonamientos.

Unidad IV: Ondas, campos e información: principios universales de la física

Práctica 8: Estudiar la propagación de ondas y el principio de superposición

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Emplea la simulación [PhET: Wave on a String](#) para explorar cómo se propagan las ondas en una cuerda bajo distintas condiciones de tensión, amplitud y frecuencia.
2. En equipo, analiza el principio de superposición observando interferencias constructivas y destructivas; ajusta parámetros para producir ondas estacionarias y condiciones de resonancia.
3. En equipo, relaciona estos fenómenos con casos cotidianos, como el sonido en instrumentos musicales o la transmisión de señales.
4. En un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) representa funciones seno y coseno superpuestas para modelar interferencias y visualizar cómo la matemática describe los fenómenos observados en la simulación.
5. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
6. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Simulación [PhET: Wave on a String](#).
- College Physics 2e, Capítulo 16 ([Oscillatory Motion and Waves](#)) y Capítulo 17 ([Sound](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para modelado y gráficas de funciones ondulatorias.
- ChatGPT u otra IA para generar analogías y ejemplos tecnológicos de resonancia e interferencia.

Práctica 9: Explorar y representar campos eléctricos y magnéticos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza la simulación [PhET: Electric Field Hockey](#) para introducir el concepto de campo eléctrico y visualizar cómo interactúan cargas positivas y negativas.
2. Emplea la simulación [PhET: Magnet and Compass](#) para explorar la representación de campos magnéticos, la interacción entre imanes y brújulas, y la relación entre corrientes y campos.
3. En equipo, representa líneas de campo y analiza el campo como modelo de interacción a distancia.
4. En un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) representa campos sencillos (por ejemplo, un campo eléctrico radial) para reforzar la conexión entre modelos matemáticos y representaciones visuales.
5. Al cierre, analiza aplicaciones tecnológicas como motores eléctricos, resonancia magnética y almacenamiento magnético.
6. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.

7. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Simulación [PhET: Electric Field Hockey](#) .
- Simulación [PhET: Magnet and Compass](#).
- *College Physics 2e*, Capítulo 18 (*Electric Charge and Electric Field*) y Capítulo 22 (*Magnetism*).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para graficar campos eléctricos y magnéticos simples.
- ChatGPT u otra IA para contextualizar aplicaciones tecnológicas.

Unidad V: Termodinámica y el concepto de entropía en procesos físicos

Práctica 10: Analizar la transferencia de calor

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza la simulación [PhET: Heat Transfer](#) para observar los mecanismos de conducción, convección y radiación.
2. Varía materiales, áreas de contacto y gradientes de temperatura para comparar las diferentes formas de transferencia térmica.
3. En equipo, registra los datos de las simulaciones y representa gráficamente la variación de temperatura con el tiempo.
4. En un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) resuelve ejercicios sencillos para estimar tasas de transferencia de calor y discute qué condiciones favorecen la conducción, la convección o la radiación.
5. Elabora un reporte breve que conecta los fenómenos analizados con ejemplos de la vida cotidiana y con aplicaciones tecnológicas.
6. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Simulación [PhET: Heat Transfer](#).
- *College Physics 2e*, Capítulo 13 ([Temperature and Kinetic Theory](#)) y Capítulo 14 ([Heat and Heat Transfer Methods](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para cálculos de transferencia de calor y representaciones gráficas.
- ChatGPT u otra IA para generar analogías con fenómenos naturales y tecnológicos.

Práctica 11: Entropía y la segunda ley de la termodinámica

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Emplea la simulación [PhET: Reversible Reactions](#) (adaptada para ilustrar reversibilidad e irreversibilidad) y experimenta con modelos virtuales de máquinas térmicas para analizar la segunda ley de la termodinámica.
2. Observa cómo la entropía aumenta en procesos irreversibles y cómo se limita la eficiencia de una máquina térmica.
3. En un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) simula un motor de Carnot sencillo, calculando su eficiencia ideal y comparándola con motores reales.
4. Al cierre, analiza en equipo ejemplos de irreversibilidad en la naturaleza y la tecnología, y reflexiona sobre cómo la entropía incide en la vida diaria y en los límites del uso de la energía.
5. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
6. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Simulación [PhET: Reversible Reactions](#) y simulaciones de máquinas térmicas.
- *College Physics 2e*, Capítulo 15 ([Thermodynamics](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para cálculos de eficiencia de motores térmicos.
- ChatGPT u otra IA para explorar ejemplos de irreversibilidad en procesos naturales y tecnológicos.

Unidad VI: Física de la percepción y tecnologías afines

Práctica 12: Analizar el sonido y la audición

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utilizar la simulación [PhET: Sound](#) y explora cómo cambian la frecuencia, la amplitud y la intensidad de las ondas sonoras.
2. En equipo, analizar la relación entre estos parámetros y la percepción del oído humano (altura, volumen y timbre).
3. Elabora gráficas de intensidad sonora en escala de decibeles y compara con los umbrales de audición humana.
4. En un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) representa ondas sonoras de distintas frecuencias e intensidades y simula mezclas de señales.
5. Al cierre, reflexiona sobre aplicaciones tecnológicas como auriculares, altavoces y la acústica de espacios.
6. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.

7. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Simulación [PhET: Sound](#).
- *College Physics 2e*, Capítulo 17 ([Sound](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para graficar ondas y analizar mezclas de frecuencias.
- ChatGPT u otra IA para generar ejemplos y analogías de fenómenos acústicos.

Práctica 13: Analizando la visión y el color

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Emplea la simulación [PhET: Bending Light](#) para estudiar la refracción y el comportamiento de lentes convergentes y divergentes.
2. En equipo, explora cómo se forman imágenes y cómo varían con el índice de refracción y la curvatura de las lentes.
3. Utiliza la simulación [PhET: Color Vision](#) para comprender cómo percibe el ojo humano los colores a partir de la combinación de luces roja, verde y azul.
4. En un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) representa mezclas de colores en el espacio RGB y analiza sus aplicaciones en pantallas digitales.
5. Al cierre, relaciona los fenómenos con cámaras, microscopios y otros dispositivos ópticos.
6. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
7. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Simulación [PhET: Bending Light](#).
- Simulación [PhET: Color Vision](#).
- *College Physics 2e*, Capítulo 25 ([Geometric Optics](#)) y Capítulo 27 ([Wave Optics](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para representar combinaciones de colores y trayectorias ópticas simples.
- ChatGPT u otra IA para relacionar conceptos con tecnologías ópticas actuales.

Práctica 14: Taller de percepción digital: del audio a la imagen

Duración

03 horas

Procedimiento

1. En equipo, elabora un cuadro comparativo entre los parámetros del sonido (frecuencia ↔ tono, amplitud ↔ volumen) y de la visión (longitud de onda ↔ color, intensidad ↔ brillo), identificando además las limitaciones fisiológicas del oído y la vista como los umbrales de percepción y los rangos audible y visible.
2. Con [TwistedWave Online](#), sube un archivo de voz o música, y posteriormente lo exporta a 44 kHz, 22 kHz y 8 kHz, y analiza cómo cambia la calidad al reducir el muestreo.
3. En [Photopea](#), abre una fotografía sencilla, y reduce su resolución y profundidad de color (8 bits, 4 bits), y registra a partir de qué punto la imagen pierde detalle o se vuelve irreconocible.
4. Concluye con una reflexión integradora que contrasta la pérdida de calidad en audio e imagen, valora la resolución temporal del sonido y la espacial de las imágenes, y describe cómo cámaras, pantallas, micrófonos y fibra óptica superan las limitaciones humanas.
5. Al cierre, elabora un reporte de una cuartilla que incluye: capturas de pantalla, una tabla comparativa audio–imagen y una reflexión final sobre la ampliación tecnológica de los sentidos.
6. Anexa el reporte al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Software en línea:
 - [TwistedWave Online](#) – editor y exportador de audio.
 - [Photopea](#) – editor de imágenes en línea.
- Apuntes de clase sobre muestreo, resolución y percepción humana.
- *College Physics 2e*: Capítulo 17 ([Sound](#)), Capítulo 25 ([Geometric Optics](#)) y Capítulo 27 ([Wave Optics](#)).

Unidad VII: Física en acción: integración y proyectos

Práctica 15: Física en acción: presentación y reflexión de proyectos integradores

Duración

06 horas

Procedimiento

1. En equipo presenta su proyecto integrador, explicando un fenómeno físico o aplicación tecnológica a partir de los contenidos vistos en el curso (movimiento, energía, ondas, campos, termodinámica y percepción).
2. Las presentaciones deberán incluir: (i) Una explicación conceptual clara, (ii) un elemento computacional o de simulación (PhET, Cuaderno *Jupyter* en Python/Colab, IA u otro) y (iii) una conexión con aplicaciones tecnológicas o sociales. Al término de cada exposición, realiza una breve discusión crítica con preguntas de otros equipos y del docente.
3. Al cierre, realiza una reflexión grupal sobre cómo la física se articula con las matemáticas aplicadas, la ciencia de datos, la computación y la vida diaria.
4. Redacta una síntesis breve e individual: identifica tus aprendizajes clave y valora la objetividad, la creatividad y la ética en la práctica científica.

Recursos de apoyo

- Simulaciones [PhET](#) relevantes según el tema de cada equipo.
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para cálculos, visualización de datos y modelado.
- Herramientas de IA (ChatGPT u otras) como apoyo en la generación de ejemplos o validación de explicaciones.
- [College Physics 2e](#) como referencia conceptual transversal.
- Recursos audiovisuales (presentaciones, pósters digitales o videos breves).

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales:	30 %
– Tareas núcleo:	25 %
– Reportes de prácticas de taller:	10 %
– Portafolio de evidencias	10 %
– Proyecto integrador:	25 %
<i>Total</i>	100 %

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Cutnell, J. D., Johnson, K. W., & Young, D. F. (2021). Physics (12th ed.). Wiley.

Giancoli, D. C. (2006). Física: Principios con aplicaciones (6.^a ed.). Pearson Educación. [clásica].

Giancoli, D. C. (2013). Physics: Principles with applications (7th ed.). Pearson.

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2009). Fundamentos de física (J. H. Romo, trad.; 4.^a ed.; Vols. 1–2). Grupo Editorial Patria. [clásica].

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2021). Fundamentals of physics (12th ed.). Wiley. [clásica]

Hewitt, P. G. (2016). Física conceptual (12.^a ed.). Pearson Educación. [clásica]

Hewitt, P. G. (2021). Conceptual physics (13th ed.). Pearson. [clásica]

Knight, R. D., Jones, B., & Field, S. (2019). College physics: A strategic approach (4th ed.). Pearson.

Knight, R. D., Jones, B., & Field, S. (2024). Física: Un enfoque estratégico (4.^a ed.). Pearson Educación.

Serway, R. A., & Vuille, C. (2019). Física (10.^a ed.). Cengage Learning. [clásica]

Serway, R. A., Vuille, C., & Hughes, J. (2020). College physics (12th ed.). Cengage. [clásica]

Tippens, P. E. (2012). Física: Conceptos y aplicaciones (7.^a ed.). McGraw-Hill. [clásica]

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2018). Física universitaria con física moderna (14.^a ed., Vol. 1). Pearson. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

OpenStax. (2022). College Physics (2^a ed). OpenStax. (Inglés; gratuito. En español, OpenStax ofrece “Física universitaria”) <https://openstax.org/books/college-physics-2e>.

Recursos digitales: [GeoGebra](#), [Tracker](#), [Python/Matplotlib](#), [PhET Simulations](#).

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física, Ingeniería Física, preferentemente con posgrado en área afín; dominar los contenidos fundamentales de la mecánica, energía, ondas, campos, termodinámica y óptica, así como su vinculación con fenómenos naturales y tecnológicos; poseer experiencia docente en educación superior mínima de dos años, y manejo de estrategias didácticas activas; tener competencia en el uso de simuladores interactivos (PhET), herramientas computacionales (Python/Colab) y recursos de inteligencia artificial aplicados a la enseñanza; y demostrar compromiso con la formación integral del estudiantado, promoviendo la objetividad, el rigor científico, la creatividad y la responsabilidad social en el ejercicio de la física.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Ciencias Computacionales, Licenciatura en Física, Licenciatura en Matemáticas Aplicadas, Licenciatura en Ciencia de Datos
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Cálculo Diferencial
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Julio Román Durán Camacho Eloísa del Carmen García Canseco Adina Jordan Arámburo Claudia Lara Silva Juan Crisóstomo Tapia Mercado Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
Subdirección que aprueba el PUA:	
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito del Cálculo Diferencial es que las y los estudiantes del tronco común de Física, Matemáticas Aplicadas, Ciencias Computacionales y Ciencia de Datos desarrollen una comprensión inicial, intuitiva, lógica y analítica de las funciones de una variable real y de su variación, mediante el estudio de los conceptos de límite, continuidad y derivada. Para ello, se articula el trabajo con el lenguaje algebraico, las representaciones numéricas y gráficas, la resolución de problemas y el uso pertinente de recursos tecnológicos. Esta unidad de aprendizaje está ubicada en la etapa básica, como parte del Tronco Común de Ciencias Exactas, siendo de carácter obligatorio para todas las Licenciaturas que comparten el Tronco Común.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar las relaciones de cambio y dependencia entre variables a partir del estudio intuitivo y formal de funciones, límites, continuidad y derivadas para modelar, interpretar y resolver problemas propios de las ciencias naturales y exactas, con un enfoque riguroso, responsabilidad y honestidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

- Resolución y documentación de situaciones problemáticas de cálculo diferencial en las que se integren los conceptos de función, límite, continuidad y derivada, mediante el uso articulado de representaciones algebraicas, numéricas y gráficas, así como de herramientas tecnológicas, para analizar el comportamiento de funciones, justificar procedimientos y formular conclusiones con rigor conceptual y claridad argumentativa.
- Elaboración de un portafolio de evidencias que incluya ejercicios resueltos, reportes de prácticas y una actividad integradora, en los que se evidencie la construcción progresiva del concepto de variación, desde el análisis de funciones hasta la aplicación de la derivada en problemas de modelación, optimización e interpretación.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Licenciatura en Física: Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

Licenciatura en Ciencias Computacionales: Diseñar y analizar algoritmos utilizando fundamentos matemáticos, de modelado y lógicos, para generar soluciones optimizadas e innovadoras a problemas complejos, que contribuyan al avance tecnológico y científico, con pensamiento crítico, actitud ética y perseverancia.

Licenciatura en Ciencia de Datos: Modelar y optimizar funciones matemáticas aplicadas a conjuntos de datos, utilizando los principios del cálculo diferencial para desarrollar modelos

predictivos y descriptivos que permitan la identificación de tendencias y la toma de decisiones basada en evidencia, contribuyendo a la generación de conocimiento y soluciones inteligentes ante problemas complejos, con rigor analítico, ética en el manejo de la información y compromiso social.

Licenciatura en Matemáticas Aplicadas: Evaluar los fundamentos teóricos de la geometría, el álgebra, el análisis y la lógica matemática mediante el planteamiento de definiciones y axiomas, y la construcción de propiedades para la formulación y resolución de problemas en contextos científicos y tecnológicos, de manera colaborativa y con actitud crítica.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Relaciones y Funciones

Competencia

Analizar relaciones y funciones de una variable real, mediante la representación algebraica, tabulación y gráfica de sus correspondencias, con el propósito de reconocer sus propiedades, clasificaciones y operaciones, de manera reflexiva, ordenada y argumentada.

Contenido

- 1.1. Producto Cartesiano
 - 1.1.1. Caso: $\mathbb{R} \times \mathbb{R}$
- 1.2. Relación
 - 1.2.1. Definición
 - 1.2.2. Representación gráfica y ejemplos de relaciones
- 1.3. Función
 - 1.3.1. Pares ordenados
 - 1.3.2. Regla de correspondencia
 - 1.3.3. Representación gráfica
- 1.4. Operaciones con funciones
 - 1.4.1. Suma, resta, multiplicación y división
 - 1.4.2. Composición
- 1.5. Familias de funciones elementales
 - 1.5.1. Algebraicas
 - 1.5.2. Exponenciales
 - 1.5.3. Logarítmicas
 - 1.5.4. Trigonométricas
 - 1.5.4.1. Construcción a partir de la circunferencia unitaria
 - 1.5.4.2. Periodo

Duración

12 horas

Unidad II. Límites**Competencia**

Analizar el concepto de límite de una función a partir del estudio de su comportamiento local y global, mediante aproximaciones numéricas, representaciones gráficas y procedimientos algebraicos, para construir una comprensión formal que permita calcular límites y formular conclusiones justificadas sobre el comportamiento de las funciones, con rigor lógico, actitud crítica y argumentación matemática.

Contenido

- 2.1. Noción intuitiva
 - 2.1.1. Tablas de valores
 - 2.1.2. Límites laterales
- 2.2. Análisis geométrico
 - 2.2.1. Definición formal $\varepsilon - \delta$: Caso lineal
- 2.3. Propiedades de los límites
- 2.4. Límites especiales
 - 2.4.1. Límites en el infinito y comportamiento asintótico básico
 - 2.4.2. Límites infinitos
 - 2.4.3. Límites trigonométricos

Duración

10 horas

Unidad III. Continuidad**Competencia**

Determinar la continuidad de funciones reales mediante la comprensión intuitiva y formal del concepto, el uso de definiciones, así como el razonamiento algebraico y el análisis de representaciones gráficas, para describir e interpretar el comportamiento de funciones y modelos en puntos e intervalos de interés, identificar y clasificar sus discontinuidades con precisión, reflexión y rigor lógico.

Contenido

- 3.1. Noción de continuidad
 - 3.1.1. Continuidad en un punto y en un intervalo
 - 3.1.2. Relación entre límite, valor de la función y continuidad
- 3.2. Tipos de discontinuidad
 - 3.2.1. Discontinuidad removible, de salto e infinita
 - 3.2.2. Continuidad en funciones definidas por partes
- 3.3. Interpretación en contextos elementales

3.3.1. Interpretación del teorema del valor intermedio en contextos elementales

Duración

06 horas

Unidad IV. Derivadas

Competencia

Construir la derivada de una función a partir de su definición como límite, mediante el análisis de cambios, el uso de definiciones formales y el empleo de representaciones gráficas, numéricas y algebraicas, para describir la variación de una función en un punto y su comportamiento local, interpretándose como razón de cambio instantánea y como la pendiente de la recta tangente, con disciplina, claridad y pensamiento crítico.

Contenido

- 4.1. Definición de derivada como límite
- 4.2. Interpretación
 - 4.2.1. La derivada como razón de cambio instantánea
 - 4.2.2. La derivada como pendiente de la recta tangente
- 4.3. Reglas de derivación
 - 4.3.1. Potencias
 - 4.3.2. Sumas y restas
 - 4.3.3. Multiplicación
 - 4.3.4. División
 - 4.3.5. Composición
 - 4.3.5.1. Regla de la cadena
- 4.4. Técnicas de derivación
 - 4.4.1. Derivación implícita
 - 4.4.1.1. Derivada de una función inversa
 - 4.4.2. Derivación de orden superior
- 4.5. Regla de L'Hopital
- 4.6. Diferencial
 - 4.6.1. Interpretación geométrica
 - 4.6.2. Aproximación lineal

Duración

10 horas

Unidad V. Interpretación de la derivada

Competencia

Aplicar la derivada al análisis del comportamiento de funciones y a la resolución de problemas introductorios sobre tasas de cambio y optimización, mediante argumentos algebraicos, gráficos y tecnológicos, cuando sean pertinentes, para interpretar resultados y tomar decisiones

justificadas en contextos elementales de ciencias y modelación, con objetividad, creatividad y responsabilidad.

Contenido

- 5.1. Valores mínimos y máximos de funciones
 - 5.1.1. Definición de máximo y mínimo absoluto y relativo
 - 5.1.2. Interpretación geométrica y analítica
 - 5.1.3. Puntos críticos y su clasificación
 - 5.1.4. Existencia de extremos (noción en intervalos cerrados)
- 5.2. Teorema de Rolle y del Valor Medio
 - 5.2.1. Hipótesis y conclusiones del Teorema de Rolle
 - 5.2.2. Interpretación geométrica
 - 5.2.3. Teorema del Valor Medio (Lagrange)
 - 5.2.5. Interpretación y aplicaciones
- 5.3. Criterios de la primera y segunda derivada para el análisis de funciones
 - 5.3.1. Intervalos de crecimiento y decrecimiento
 - 5.3.2. Relación entre el signo de la primera derivada y el comportamiento de la función
 - 5.3.3. Identificación de extremos relativos mediante la primera derivada
 - 5.3.4. Concavidad y su relación con la segunda derivada
 - 5.3.5. Determinación de puntos de inflexión
 - 5.3.6. Uso de la segunda derivada para la clasificación de extremos relativos
- 5.4. Trazo de gráficas de funciones
 - 5.4.1. Análisis del dominio y comportamiento general
 - 5.4.2. Intersecciones con los ejes
 - 5.4.3. Asíntotas (verticales, horizontales y oblicuas)
 - 5.4.4. Intervalos de crecimiento y decrecimiento
 - 5.4.5. Concavidad y puntos de inflexión
 - 5.4.6. Integración de la información para el esbozo de la gráfica
 - 5.4.7. Uso de herramientas tecnológicas para verificación
- 5.5. Problemas de optimización
 - 5.6.1. Planteamiento del problema (modelación)
 - 5.6.2. Identificación de variables y restricciones
 - 5.6.3. Construcción de la función objetivo
 - 5.6.4. Determinación de extremos mediante derivadas
 - 5.6.5. Interpretación de resultados en el contexto

Duración

10 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Relaciones y funciones

Práctica 1: Distinguir relaciones y funciones en distintas representaciones

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Analiza, con base en la explicación docente, la diferencia entre relación y función, considerando definiciones, ejemplos y contraejemplos.
2. Analiza distintos casos de relaciones dadas en forma de tablas, expresiones algebraicas y gráficas, identificando cuáles corresponden a funciones y justificando su respuesta.
3. Resuelve de manera individual una serie de ejercicios en los que determines si una relación es función, utilizando criterios como la unicidad de la imagen y la prueba de la recta vertical.
4. Con apoyo de herramientas tecnológicas para la enseñanza de las matemáticas (Desmos, Geogebra, Colab, etc.), genera uno o dos ejemplos adicionales de relaciones (en forma algebraica o gráfica) y determina si son funciones, explicando su razonamiento.
5. Participa en la discusión grupal sobre las estrategias utilizadas para reconocer funciones, comparando procedimientos y criterios de validación.
6. Elabora una reflexión personal en la que describa lo aprendido durante la actividad, destacando cómo la comprensión de los conceptos de relación y función contribuye al análisis de problemas matemáticos.
7. Integra los ejercicios resueltos, los ejemplos generados y la reflexión en su portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Lápiz o bolígrafo
- Papel
- Acceso a herramientas tecnológicas

Práctica 2: Analizar dominio, rango y comportamiento de funciones elementales

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Revisa en sus notas las características generales de funciones lineales, cuadráticas, racionales sencillas, radicales, exponenciales, logarítmicas y trigonométricas básicas.
2. Resuelve actividades en las que identifica dominio, rango, interceptos, simetrías y comportamiento global de funciones elementales.

3. Relaciona la expresión algebraica con su tabla de valores y con una representación gráfica aproximada.
4. Compara en equipo distintas familias de funciones y explica qué rasgos permiten diferenciarlas.
5. Elabora un reporte breve con los resultados y las conclusiones de la práctica.
6. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Lápiz o bolígrafo
- Papel
- Notas de clase
- Calculadora básica
- <https://openstax.org>

Práctica 3: Construir funciones mediante operaciones, composición e inversa

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones de su docente.
2. Revisa en tus notas las operaciones con funciones, la composición y la noción operativa de función inversa.
3. Resuelve ejercicios en los que formes funciones nuevas a partir de otras (suma, producto, cociente y composición), y analiza cómo cambian el dominio y el comportamiento de la salida.
4. Interpreta composiciones sencillas a partir de situaciones descritas verbalmente o mediante tablas, explicando el significado del proceso compuesto.
5. Examina casos elementales de función inversa y justifica, con argumentos algebraicos o gráficos, cuándo una función puede invertirse en un intervalo dado.
6. Con acceso a una herramienta de inteligencia artificial generativa, solicita la generación de uno o dos ejercicios adicionales sobre operaciones o composición de funciones, y resuélvelos críticamente, verificando la validez de los resultados.
7. Elabora un reporte breve que incluya los ejemplos trabajados (propios y generados con IA), así como comentarios sobre los cambios que producen las operaciones entre funciones.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y lo anexa a su portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Lápiz o bolígrafo
- Papel
- OpenStax o material equivalente
- Acceso a herramienta de IA generativa

Unidad II. Límites

Práctica 4: Estimar límites mediante tablas y gráficas

Duración

05 horas

Procedimiento

1. Revisa en sus notas la noción intuitiva de límite y la diferencia entre valor de la función y comportamiento cercano a un punto.
2. Construye tablas de valores y aproxima comportamientos laterales en funciones seleccionadas por la persona docente.
3. Construye e Interpreta gráficas para estimar límites, reconocer cuándo no existe el límite y explicar qué evidencia respalda la conclusión propuesta.
4. Compara resultados obtenidos por aproximación numérica y por inspección gráfica.
5. Utiliza Desmos, GeoGebra o *PhET Calculus Grapher* para explorar las funciones estudiadas.
6. Contrasta la evidencia tecnológica con los resultados obtenidos previamente en el taller.
7. Elabora un reporte breve con tablas, gráficas, interpretaciones, capturas, comparaciones y las conclusiones obtenidas.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Desmos, GeoGebra o PhET Calculus Grapher
- Guía de ejercicios
- Calculadora básica
- Papel milimétrico o cuaderno cuadriculado
- OpenStax o material equivalente

Práctica 5: Resolver límites con apoyo de procedimientos algebraicos elementales

Duración

05 horas

Procedimiento

1. Revisa en sus notas las propiedades operativas de los límites y los procedimientos básicos de sustitución, factorización y racionalización.
2. Resuelve límites seleccionando el procedimiento más pertinente en cada caso.
3. Justifica por qué la estrategia utilizada permite obtener una conclusión válida sobre el comportamiento de la función.
4. Utiliza Desmos, GeoGebra o *PhET Calculus Grapher* para explorar las funciones estudiadas en cada límite.
5. Contrasta la evidencia tecnológica con la explicación algebraica elaborada previamente en el taller.
6. Identifica en equipo errores frecuentes y discute cómo evitarlos.

7. Elabora un reporte breve con el desarrollo de los ejercicios, capturas, comparaciones y las conclusiones obtenidas.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Desmos, GeoGebra o PhET Calculus Grapher
- Guía de ejercicios
- Cuaderno y calculadora básica
- Material de apoyo docente
- OpenStax o material equivalente para refuerzo de técnicas de límite
-

Unidad III: Continuidad

Práctica 6: Determinar continuidad y clasificar discontinuidades

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa en sus notas la relación entre límite, valor de la función y continuidad.
2. Analiza funciones en puntos particulares e intervalos para decidir si son continuas o discontinuas, apoyándote en evidencia algebraica y gráfica.
3. Clasifica las discontinuidades (removible, de salto e infinita) y justifica tu clasificación.
4. Utiliza GeoGebra o PhET Calculus Grapher para representar funciones definidas por partes y analizar su comportamiento local.
5. Modifica parámetros sencillos en las funciones y observa cómo cambian las condiciones de continuidad en puntos específicos.
6. Contrasta las observaciones gráficas con justificaciones algebraicas breves, identificando la relación entre el comportamiento visual y el valor del límite.
7. Discute en equipo la diferencia entre una falla en el valor de la función y una falla en el comportamiento del límite.
8. Registra evidencias de tu trabajo: capturas de pantalla, observaciones y conclusiones sobre continuidad y tipos de discontinuidad
9. Elabora un reporte breve que integre los casos analizados, las justificaciones y las conclusiones obtenidas.
10. Entrega el reporte para retroalimentación y lo anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de Apoyo

- Guía de ejercicios
- Cuaderno y calculadora básica
- Material de apoyo docente
- GeoGebra o PhET Calculus Grapher
- OpenStax o material equivalente

Práctica 7: Verificar formalmente la continuidad de funciones

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa en sus notas la definición formal de continuidad en un punto, identificando sus tres condiciones.
2. Analiza una serie de funciones (polinomiales, racionales y definidas por partes) en puntos específicos, y verifica cada una de las condiciones de continuidad, determina si la función es continua en ese punto.
3. Aplica el análisis de límites laterales en funciones definidas por partes para decidir la existencia del límite.
4. Justifica formalmente sus conclusiones, indicando explícitamente qué condición se cumple o falla en cada caso.
5. Contrasta tus resultados con representaciones gráficas (a mano o con apoyo tecnológico), identificando la correspondencia entre el análisis formal y el comportamiento visual.
6. Discute en equipo:
 - a. diferencias entre verificación intuitiva y formal,
 - b. ventajas de usar la definición formal en casos no evidentes.
7. Elabora un reporte breve que incluya: desarrollo de los ejercicios, verificación paso a paso, y conclusiones sobre el papel de la definición formal.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y lo anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Lápiz o bolígrafo
- Papel
- Notas de clase
- Calculadora
- Software de graficación o herramienta de IA

Unidad IV: Derivada

Práctica 8: Interpretar la derivada como pendiente, razón de cambio y aproximación local

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa en sus notas la diferencia entre razón de cambio promedio y razón de cambio instantánea.
2. Analiza tablas, gráficas y situaciones contextualizadas para interpretar el cambio de una magnitud respecto de otra.

3. Describe el tránsito de una recta secante a una recta tangente y explica su significado geométrico.
4. Resuelve ejercicios introductorios en los que interpreta la derivada a partir de información gráfica y numérica, y utiliza esa interpretación para estimar cambios locales sencillos.
5. Elabora un reporte breve con el procedimiento seguido y las conclusiones de la práctica.
6. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Guía de actividades
- Cuaderno, lápiz y calculadora básica
- Papel milimétrico o cuaderno cuadriculado
- Material de apoyo docente con ejemplos de tangente y aproximación local

Práctica 9: Relacionar la derivación simbólica con la interpretación geométrica

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa en sus notas las reglas básicas de derivación y su aplicación a funciones elementales.
2. Resuelve derivadas de funciones seleccionadas y analiza el significado del signo de la derivada en el comportamiento de la gráfica.
3. Utiliza *Desmos*, *GeoGebra* o *PhET Calculus Grapher* para contrastar la función original, la recta tangente y la gráfica asociada a la derivada.
4. Compara el resultado algebraico con la evidencia gráfica y explica coincidencias o discrepancias.
5. Elabora un reporte breve con ejercicios, capturas y conclusiones como evidencia de realización de la práctica.
6. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Desmos, GeoGebra o PhET Calculus Grapher.
- Guía de ejercicios.
- Calculadora básica.

Práctica 10: Resolver derivadas de distintas funciones con reglas y métodos específicos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Revisa en sus notas fórmulas de derivación y reglas para la suma, el producto, el cociente, la regla de la cadena, la derivación implícita, la derivada de orden superior y la regla de L'Hôpital.

2. Resuelve derivadas de funciones como: algebraicas, racionales, radicales, trascendentes (exponenciales, logaritmos, etc.), trigonométricas (seno, coseno, tangente), entre otras.
3. Utiliza herramientas tecnológicas con sistemas de álgebra computacional (CAS), como GeoGebra y Wolfram Alpha, así como inteligencia artificial generativa para algunos ejercicios específicos propuestos por el docente.
4. Elabora un reporte breve con ejercicios resueltos, capturas de pantalla y conclusiones como evidencia de la realización de la práctica.
5. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- GeoGebra, Wolfram Alpha
- Guía de ejercicios
- Formulario de derivadas

Unidad V: Aplicaciones de la Derivada

Práctica 11: Analizar crecimiento, concavidad y extremos de funciones

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa en sus notas el uso de la derivada para analizar el crecimiento, el decrecimiento, la concavidad y los extremos relativos.
2. Resuelve ejercicios de análisis de curvas a partir de funciones elementales y de sus derivadas.
3. Identifica puntos críticos, intervalos de crecimiento y de decrecimiento, cambios de concavidad, así como máximos y mínimos en contextos sencillos.
4. Elabora tablas de signos y bosquejos cualitativos de las curvas para sintetizar el comportamiento global de cada función.
5. Interpreta los resultados obtenidos y los comunica con un lenguaje matemático claro.
6. Elabora un breve reporte sobre el desarrollo de los problemas y las conclusiones de la práctica.
7. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas aplicados
- Cuaderno y calculadora básica
- Material de apoyo docente sobre el análisis de curvas
- OpenStax, Khan Academy o material equivalente como apoyo para la consolidación

Práctica 13: Aplicación del Teorema del Valor Medio en cinemática: El "Dictamen Pericial"

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Revisa en sus notas las hipótesis y conclusiones del Teorema de Rolle y del Teorema del Valor Medio (Lagrange), asegurando la comprensión de las condiciones de continuidad y derivabilidad.
2. Analiza un conjunto de datos de telemetría (tiempo y posición) de un vehículo que transita entre dos puntos de control de una autopista con un límite de velocidad establecido. Los datos de telemetría serán proporcionados por el docente.
3. Determina la velocidad promedio del trayecto utilizando la ecuación de la pendiente de la recta secante.
4. Aplica el Teorema del Valor Medio para demostrar que existió al menos un instante c en el intervalo (a, b) en el que la velocidad instantánea $f'(c)$ fue igual a la velocidad media calculada.
5. Utiliza herramientas tecnológicas, como GeoGebra, para graficar la función de posición, trazar la recta secante entre los puntos de control y visualizar el punto en el que la tangente es paralela a dicha secante.
6. Participa en una discusión grupal para determinar si la evidencia matemática es suficiente para emitir una sanción legal, considerando conceptos como el margen de error y la "certeza absoluta" frente a la "evidencia indirecta".
7. Elabora un "dictamen pericial" formal que incluya: un glosario técnico (continuidad, derivabilidad, velocidad media vs. velocidad instantánea), la demostración formal del teorema aplicada al caso de estudio, la conclusión sobre la infracción y una reflexión personal sobre la validez legal de las pruebas matemáticas.
8. Entrega el dictamen para su retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Guía de datos de telemetría y de límites de velocidad
- GeoGebra o calculadora gráfica
- Plantilla de "Dictamen Pericial" (formato institucional)
- Fragmentos de reglamentos de tránsito reales para el debate

Práctica 14: Modelar y resolver problemas introductorios de optimización con apoyo de herramientas tecnológicas para el aprendizaje de las matemáticas.

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa en sus notas la estrategia general para plantear y analizar problemas introductorios de optimización.
2. Modela una situación aplicada propuesta por la persona docente, identifica la variable de interés y construye la función que se analizará.
3. Utiliza herramientas tecnológicas como Desmos, GeoGebra, Excel o Google Colab para visualizar el comportamiento de la función y contrastar la interpretación algebraica con la representación gráfica.

4. Determina el valor óptimo y explica su significado en el contexto del problema.
5. Opcionalmente, contrasta la redacción de su explicación con una herramienta de inteligencia artificial autorizada, sólo para revisar la claridad y detectar omisiones en la argumentación.
6. Elabora un reporte breve que incluya el planteamiento, el análisis, la verificación tecnológica y las conclusiones, como evidencia de la realización de la práctica.
7. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Desmos, GeoGebra, Excel, Google Sheets o Google Colab.
- Computadora o tableta.
- Opcionalmente, herramienta de inteligencia artificial autorizada institucionalmente.
- Guía de modelación.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer la forma de trabajo, los criterios de evaluación, la calidad de los trabajos académicos y los derechos y obligaciones entre docente y estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Resolución de problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Trabajo colaborativo
- Discusión guiada
- Argumentación de procedimientos y resultados
- Investigación documental.

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	40%
– Evaluación sumativa	30%
– Portafolio de ejercicios resueltos, reportes de prácticas y una actividad integradora	20%
– Participación en clase	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Apostol, T. M. (1972). *Calculus (Vol. 1)*. Reverté.

Ayres, F., Jr., & Mendelson, E. (2000). *Cálculo diferencial e integral*. McGraw-Hill.

Burden, R. L., Burden Annette M., Faires, J. D.(2017). *Análisis numérico*. Cengage Learning. <https://libcon.rec.uabc.mx:2258/?il=4202>

Larson, R., Edwards, B.(2023). *Cálculo de varias variables*. Cengage. <https://libcon.rec.uabc.mx:2258/?il=36331>

Leithold, L. (2001). *El cálculo con geometría analítica*. Harla.

Purcell, E. J., Varberg, D., & Rigdon, S. E. (2007). *Cálculo diferencial e integral*. Pearson Educación.

Stewart, J., Clegg, D., Watson, S.(2021). *Cálculo de una variable. Trascendentes tempranas*. Cengage. <https://libcon.rec.uabc.mx:2258/?il=21473>

Swokowski, E. W. (1989). *Cálculo con geometría analítica*. Grupo Editorial Iberoamérica.

Thomas, G. B., Weir, M. D., & Hass, J. (2010). *Cálculo*. Pearson.

Zill, D. G., & Dewar, J. M. (2012). *Precálculo con avances de cálculo*. McGraw-Hill Interamericana.

Vera Lázaro, A. (2013). *Cálculo diferencial con MATLAB*. Macro.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Boelkins, M. (s. f.). *Active Calculus*. <https://activecalculus.org/>

Desmos Studio. (s. f.). *Desmos*. <https://www.desmos.com/>

Renault, M. S. (s. f.). *GeoGebra Calculus Applets*. <https://www.nku.edu/~longa/classes/mat128/days/webpace.ship.edu/msrenault/GeoGebraCalculus/GeoGebraCalculusApplets.html>

Short, T. (s. f.). *Active Calculus Preview Activities on Desmos*. <https://sites.google.com/view/taylorshort/preview-activities>

Wolfram Research. (s. f.). *Wolfram Alpha*. <https://www.wolframalpha.com/>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Matemáticas, Matemáticas aplicadas o área afín; preferentemente con estudios de posgrado y dos años de experiencia de práctica docente, con amplio dominio de los contenidos temáticos y con habilidad de explicar mediante comunicación efectiva conceptos matemáticos, mostrando una actitud responsable y de ética profesional.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada.
Programa educativo:	Licenciatura en Ciencias Computacionales, Licenciatura en Física, Licenciatura en Matemáticas Aplicadas, Licenciatura en Ciencia de Datos.
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Diseño de Algoritmos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 03 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Adrian Enciso Almanza María Victoria Meza Kubo Raúl Casillas Figueroa
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La asignatura de Diseño de Algoritmos, permite comprender los principios, técnicas y estrategias fundamentales del pensamiento algorítmico, a través de analizar la naturaleza de los algoritmos y el pensamiento computacional, las estrategias heurísticas y la resolución de problemas mediante representaciones visuales y lúdicas, el diseño de algoritmos estructurados y métodos clásicos (búsqueda, ordenamiento, recursión básica), así como mediante la implementación práctica de aplicaciones interdisciplinarias y la incorporación del uso de herramientas de inteligencia artificial para apoyar el diseño algorítmico; con la finalidad de formular, representar e implementar soluciones computacionales eficientes y responsables en problemas de diversa índole, reconociendo el impacto social y ético de la tecnología.

Esta asignatura se ubica en la etapa básica de los programas de Ciencias Computacionales, Física y Matemáticas Aplicadas, es de carácter obligatorio, de las áreas de Programación e Ingeniería de Software, e integra teoría y laboratorio.

Para la Licenciatura en Física, esta asignatura se imparte en la etapa básica, es de carácter obligatoria y pertenece al área de Conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar algoritmos mediante técnicas de pensamiento computacional, estrategias heurísticas, métodos clásicos y programación estructurada en lenguajes de alto nivel, para proponer soluciones computacionales a problemas poco complejos e interdisciplinarios, con responsabilidad, pensamiento crítico y conciencia ética de su impacto social.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora un proyecto integrado en el que se desarrolle una solución computacional a un problema específico. El proyecto deberá incluir los siguientes elementos: a) planteamiento del problema y análisis de la solución, b) representación mediante diagrama de flujo y pseudocódigo, c) traducción de su representación a un lenguaje de programación de alto nivel (e.g. C o Python) utilizando IA generativa, d) pruebas de escritorio y casos de validación, e) resultados, f) conclusiones y por último g) reflexión sobre el impacto social y ético de la solución.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje promueve competencias genéricas de impacto en los diferentes perfiles de egreso de los programas educativos de la **Facultad de Ciencias**.

Para Licenciatura en Ciencias Computacionales:

Diseñar y analizar algoritmos utilizando fundamentos matemáticos, de modelado y lógicos, para generar soluciones optimizadas e innovadoras a problemas complejos, que contribuyan al avance tecnológico y científico, con pensamiento crítico, actitud ética y perseverancia.

Para Licenciatura en Física:

Desarrollar y utilizar programas computacionales aplicando los principios fundamentales de la física para la simulación o modelado de procesos físicos, con responsabilidad y honestidad.

Para Licenciatura en Matemáticas Aplicadas:

Adaptar modelos matemáticos determinísticos y estocásticos mediante el planteamiento de hipótesis, la construcción de relaciones funcionales y la implementación de métodos de simulación y optimización, para la resolución de problemas en los sectores económico, social, tecnológico y científico, de manera colaborativa, crítica y creativa.

Para Licenciatura en Ciencia de Datos:

Implementar algoritmos mediante el uso de la heurística y técnicas de programación estructurada, para dar solución a problemas poco complejos, que faciliten la apropiación y el uso de las estructuras algorítmicas existentes, con una actitud crítica, propositiva.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Naturaleza de los algoritmos y pensamiento computacional

Competencia

Analizar planteamientos de problemas mediante técnicas de pensamiento computacional estructurado como descomposición, abstracción y patrones, para formular soluciones algorítmicas, promoviendo la claridad, la disciplina intelectual y el rigor lógico, con una actitud crítica y responsable.

Contenido

- 1.1. Solución de problemas de la vida cotidiana en diferentes disciplinas
- 1.2. Concepto de algoritmo vs programa; propiedades de un buen algoritmo
- 1.3. Pensamiento algorítmico y validación de algoritmos (correctitud/terminación)
- 1.4. Fases del proceso algorítmico: análisis del problema, diseño de la solución, representación y validación
- 1.5. Pensamiento computacional: descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones
- 1.6. Ejemplos cotidianos y científicos de procesos algorítmicos

Duración

12 horas

Unidad II. Estrategias heurísticas y resolución de problemas

Competencia

Desarrollar algoritmos en contextos poco complejos utilizando heurísticas y representaciones visuales como pseudocódigo, diagramas de flujo y micro mundos, para proponer soluciones creativas y aproximadas a problemas complejos, fomentando la perseverancia y la apertura al error como parte del aprendizaje, con una actitud crítica, colaborativa y empática.

Contenido

- 2.1. Heurísticas y estrategias aproximadas vs. exactas
- 2.2. Lógica de predicados aplicada al diseño de algoritmos

- 2.3. Aprendizaje visual lúdico (e.g. Scratch, Karel, etc.) y lenguaje natural de los algoritmos
 - 2.3.1. Operadores y estructuras de control: secuencia, selección, repetición
 - 2.3.2. Funciones y procedimientos
 - 2.3.3. Depuración y verificación de algoritmos (Pruebas de escritorio)
- 2.4. Comunicación efectiva de soluciones (Descripción paso a paso de los algoritmos)

Duración

10 horas

Unidad III. Algoritmos estructurados y clásicos

Competencia

Construir algoritmos estructurados mediante operadores, estructuras de control, modularidad y métodos clásicos como búsqueda, ordenamiento, recorridos y recursión básica, para resolver problemas de forma eficiente, precisa y sistemática, con una actitud crítica, colaborativa y empática.

Contenido

- 3.1. Representaciones: lenguaje natural estructurado, pseudocódigo, diagramas de flujo
 - 3.1.1. Definición de variables y tipos de datos
 - 3.1.2. Operadores de relación, aritméticos y asignación
 - 3.1.3. Expresiones aritméticas y lógicas
 - 3.1.4. Estructuras de control: secuencia, selección, repetición
 - 3.1.5. Modularidad: funciones, procedimientos, paso de parámetros, alcance
 - 3.1.6. Estructuras de datos básicas: arreglos, listas simples (conceptuales)
 - 3.1.7. Recursión básica
- 3.2. Análisis elemental de eficiencia: conteo de pasos, mejor/peor caso, notación asintótica
 - 3.2.1. Algoritmos clásicos de búsqueda y ordenamiento con y sin recursión

Duración

06 horas

Unidad IV. Implementación y aplicaciones interdisciplinarias usando IA

Competencia

Implementar algoritmos en lenguaje de programación de alto nivel como C y Python, mediante la traducción de un pseudocódigo a código estructurado, aplicando estrategias de diseño y de inteligencia artificial, para integrar el pensamiento algorítmico en contextos científicos, sociales y cotidianos, actuando con ética, responsabilidad y compromiso hacia un impacto social positivo de la tecnología.

Contenido

- 4.1. Diseño de algoritmos y la IA generativa
 - 4.1.1. Generación de soluciones en pseudocódigo
 - 4.1.2. Traducción de pseudocódigo a código (C, Python).
 - 4.1.3. Entrada/salida, tipos básicos y control de flujo.
 - 4.1.4. Implementación de algoritmos clásicos y pruebas de casos.

- 4.1.5. Estrategias de diseño: divide y vencerás, recursión, greedy (algoritmo voraz).
- 4.2. Mini-proyecto interdisciplinario.
- 4.3. Impacto social y ético de los algoritmos.

Duración

04 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

UNIDAD I: Naturaleza de los algoritmos y pensamiento computacional

Práctica 1: Identificación de algoritmos en la vida cotidiana

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones que su docente brinda sobre los algoritmos en la vida cotidiana.
2. Analiza cada uno de los casos/situaciones que le fueron proporcionados como ejemplo en clase.
3. Identifica y analiza situaciones cotidianas (preparar alimentos, organizar horarios, resolver problemas poco complejos).
4. Identificar pasos secuenciales y decisiones.
5. Elabora un reporte donde plasma cada problema resuelto con los pasos que siguió para lograrlo.
6. Comparte en una discusión guiada los pasos que siguió para resolver sus problemas.
7. Entrega el reporte en el buzón de tareas y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a internet.
- Editor de textos.
- Compendio de ejemplos de clase.

Práctica 2: Ejercicios de pensamiento computacional

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones que su docente brinda sobre el pensamiento computacional.

2. Analiza cada uno de los problemas de lógica que le fueron proporcionados como ejemplo en clase.
3. Aplicar descomposición y abstracción a problemas sencillos proporcionados por el docente.
4. Reconocer patrones y proponer soluciones paso a paso.
5. Elabora un reporte donde plasma cada problema resuelto con los pasos que siguió para lograrlo.
6. Comparte en una discusión guiada los pasos que siguió para resolver sus problemas de lógica.
7. Entrega el reporte en el buzón de tareas para su revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a internet.
- Editor de textos.
- Compendio de ejemplos de clase.
- Pizarras.

Práctica 3: Aplicación de algoritmos en contextos reales

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones que su docente brinda sobre los algoritmos en contextos reales.
2. Analiza cada uno de los problemas donde se aplican algoritmos que le fueron proporcionados como ejemplo en clase.
3. Observar situaciones reales donde se aplican algoritmos.
4. Analizar y proponer soluciones paso a paso.
5. Elabora un reporte donde plasma cada problema resuelto con los pasos que siguió para lograrlo.
6. Comparte sus soluciones en una discusión guiada.
7. Entrega el reporte en el buzón de tareas para su revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo:

- Computadora.
- Acceso a Internet.
- Editor de textos.
- Compendio de ejemplos de clase.

UNIDAD II: Estrategias heurísticas y resolución de problemas

Práctica 4: Formalización y análisis con lógica de predicados

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones que su docente brinda sobre el uso de símbolos y la sintaxis de la Lógica de Predicados.
2. Resuelve cada uno de los problemas de formalización e inferencia que le fueron proporcionados.
3. Enumera una serie de pasos que siguió para formalizar las sentencias y, para los ejercicios de inferencia, elabora la prueba formal que demuestra la conclusión.
4. Elabora un reporte donde plasma el procedimiento seguido y los resultados obtenidos.
5. Presenta en una mesa redonda los pasos de formalización que siguió y discute sus resultados.
6. Entrega el reporte en el buzón de tarea para su revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a Internet.
- Editor de textos.
- Compendio de ejemplos de clase.

Práctica 5: Aplicación de la Lógica de Predicados en el Diseño de Algoritmos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones que su docente brinda sobre los conceptos básicos de la lógica proposicional y de predicados.
2. Identifica las proposiciones y predicados en ejemplos de problemas computacionales simples.
3. Traduce enunciados del lenguaje natural a expresiones lógicas utilizando cuantificadores y conectivos.
4. Aplica reglas de inferencia para deducir conclusiones a partir de premisas dadas.
5. Define las precondiciones y postcondiciones de un algoritmo sencillo (por ejemplo, búsqueda lineal o suma de elementos).
6. Verifica la corrección del algoritmo utilizando expresiones lógicas e identifica su invariante de ciclo.
7. Discute con tu equipo los resultados obtenidos y propón ajustes para mejorar la claridad o corrección de las expresiones.
8. Presenta tus conclusiones al grupo, explicando cómo la lógica formal apoya el diseño y validación de algoritmos y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Editor de texto o PSeInt.
- Pizarra o cuaderno de trabajo.
- Material de consulta sobre lógica proposicional y de predicados y acceso a internet.

Práctica 6: Micromundo de programación

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones que su docente brinda sobre el uso de las estructuras control utilizadas en Programación Estructurada y su relación con un micromundo de programación (e.g. Karel, Scratch, etc.).
2. Configura un micromundo de programación para realizar sus prácticas.
3. Resuelve los ejercicios solicitados sobre estructuras de control secuenciales, condicionales e iterativas, empleando el micromundo de programación.
4. Elabora un reporte donde plasma el procedimiento seguido y los resultados obtenidos.
5. Entrega el reporte y su archivo fuente de la práctica en el buzón de tareas para su revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a Internet.
- Editor de textos.
- Micromundo de programación.
- Compendio de ejemplos de clase.

UNIDAD III: Algoritmos estructurados y clásicos

Práctica 7: Diseño de algoritmos usando estructuras de control condicional

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones que su docente brinda sobre el uso de las estructuras de control condicional representadas tanto en pseudocódigo como en diagrama de flujo.
2. Resuelve los ejercicios solicitados sobre estructuras de control condicional, empleando pseudocódigo con un software especializado.
3. Resuelve los ejercicios solicitados sobre estructuras de control condicional, empleando diagrama de flujo con un software especializado.
4. Realizar pruebas de escritorio para validar la solución.
5. Elabora un reporte de la práctica efectuada.
6. Entrega el reporte en el buzón de tareas para su revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a internet.
- Software de diagramas (Draw.io, Lucidchart).
- Plantillas de pseudocódigo.
- Software PseInt.
- Papel y lápiz.

- Editor de textos.

Práctica 8: Diseño de algoritmos usando estructuras de control iterativas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones que su docente brinda sobre el uso de las estructuras de control iterativas representadas tanto en pseudocódigo como en diagrama de flujo.
2. Resuelve los ejercicios solicitados sobre estructuras de control iterativas, empleando pseudocódigo con un software especializado.
3. Resuelve los ejercicios solicitados sobre estructuras de control iterativas, empleando diagrama de flujo con un software especializado.
4. Realizar pruebas de escritorio para validar la solución.
5. Elabora un reporte de la práctica efectuada.
6. Entrega el reporte en el buzón de tareas para su revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a internet.
- Software de diagramas (Draw.io, Lucidchart).
- Plantillas de pseudocódigo.
- Software PseInt.
- Papel y lápiz.
- Editor de textos.

Práctica 9: Modularidad, recursión básica y depuración

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones que su docente brinda sobre el uso y utilidad de la modularidad y recursión representadas tanto en pseudocódigo como en diagrama de flujo.
2. Dividir un problema en funciones o procedimientos.
3. Resuelve los ejercicios solicitados sobre modularidad y recursión, empleando pseudocódigo con un software especializado.
4. Resuelve los ejercicios solicitados sobre modularidad y recursión, empleando diagrama de flujo con un software especializado.
5. Realizar pruebas de escritorio para validar la solución.
6. Elabora un reporte de la práctica efectuada.
7. Entrega el reporte en el buzón de tareas para su revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a internet.
- Software de diagramas (Draw.io, Lucidchart).
- Plantillas de pseudocódigo.
- Plantillas de documentación.
- Software PseInt.
- Papel y lápiz.
- Editor de textos.

Práctica 10: Diseño de algoritmos de búsqueda y ordenamiento

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones que su docente brinda sobre los algoritmos clásicos de búsqueda y ordenamiento.
2. Diseñar pseudocódigo de algoritmos clásicos (burbuja, selección, inserción, búsqueda lineal y binaria) con un software especializado.
3. Diseñar diagrama de flujo de algoritmos clásicos (burbuja, selección, inserción, búsqueda lineal y binaria) con un software especializado.
4. Realizar pruebas de escritorio con diferentes conjuntos de datos para validar la solución.
5. Elabora un reporte de la práctica efectuada.
6. Entrega el reporte en el buzón de tareas para su revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a internet.
- Software de diagramas (Draw.io, Lucidchart).
- Plantillas de pseudocódigo.
- Plantillas de documentación.
- Software PseInt.
- Papel y lápiz.
- Editor de textos.

Práctica 11: Análisis de eficiencia de algoritmos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones que su docente brinda de manera asíncrona sobre la metodología de conteo de pasos elementales y la definición de los diferentes casos de ejecución.

2. Resuelve cada uno de los problemas de análisis de eficiencia que le fueron proporcionados (conteo de pasos).
3. Elabora un reporte donde plasma para cada fragmento de pseudocódigo:
 - Cuenta el número de pasos de cada algoritmo.
 - Compara resultados para el mejor, peor y caso promedio.
 - Elabora diagramas comparativos y conclusiones.
4. Entrega el reporte en el buzón de tareas para su revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a internet.
- Algoritmos implementados.
- Hoja de cálculo.
- Editor de textos.

UNIDAD IV: Implementación y aplicaciones interdisciplinarias usando IA

Práctica 12: Implementación de algoritmos con IA generativa

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones que su docente brinda sobre la forma de definir los prompts para interactuar con una IA generativa.
2. Resuelve un ejercicio utilizando una IA generativa que su docente le proporciona como ejemplo, para generar un pseudocódigo y traducirlo a código.
3. Generará un pseudocódigo utilizando unas herramientas de IA generativa siguiendo las instrucciones que utilizaron en los ejercicios anteriores.
4. Verifica que el pseudocódigo resultante sea correcto y sea ejecutado por la herramienta PSeINT.
5. En caso de ser necesario ajusta los resultados para que sean correctos y eficientes.
6. Traduce el pseudocódigo resultante en lenguajes C y Python utilizando la IA generativa.
7. Establece las diferencias y semejanzas entre los dos lenguajes y
8. Presenta los resultados con tus compañeros a manera de exposición y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a internet.
- IA Generativa (ChatGPT).
- Hoja de cálculo.
- Editor de textos.
- Software para presentaciones.

Práctica 13: Mini-proyecto interdisciplinario preliminar

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones que su docente brinda sobre la selección de un problema real relacionado con otra disciplina.
2. Elige un problema de interés y analiza su contexto interdisciplinario.
3. Diseña un algoritmo en pseudocódigo que proponga una solución viable al problema.
4. Traduce el pseudocódigo a un lenguaje de programación y prueba su funcionamiento.
5. Documenta los resultados obtenidos, describiendo las pruebas realizadas y los ajustes aplicados.
6. Reflexiona sobre el impacto social, ético y profesional de la solución desarrollada.
7. Presenta tus conclusiones al grupo destacando la relevancia del trabajo interdisciplinario y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a internet.
- IA Generativa (ChatGPT).
- Compilador/intérprete.
- Materiales de investigación de la disciplina.

Práctica 14: Aplicación de IA para generación de pseudocódigo

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones que su docente brinda sobre el uso de herramientas de IA para la generación de pseudocódigo.
2. Formula prompts adecuados para obtener soluciones algorítmicas a problemas propuestos.
3. Analiza los resultados obtenidos, identificando aciertos y errores en la lógica generada.
4. Corrige y optimiza el pseudocódigo, comparándolo con el enfoque manual de diseño de algoritmos.
5. Documenta el proceso completo y comparte tus observaciones con el grupo.
6. Entrega el documento para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a internet.
- Herramientas de IA generativa (ChatGPT u otras).

- Ejemplos de problemas algorítmicos.

Práctica 15: Traducción de pseudocódigo a código en C o Python

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones que su docente brinda sobre la estructura de los programas en C y Python.
2. Selecciona un pseudocódigo previamente elaborado (manual o generado con IA).
3. Traduce el pseudocódigo a C y/o Python, implementando entrada/salida, control de flujo y estructuras básicas.
4. Prueba el algoritmo con diferentes casos de prueba y valida su funcionamiento.
5. Analiza las diferencias y semejanzas entre las implementaciones en ambos lenguajes.
6. Documenta el proceso, incluyendo las correcciones realizadas y los resultados obtenidos.
7. Entrega el documento para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a internet.
- IA Generativa (ChatGPT).
- Ejemplos de pseudocódigo.
- Documentación de C/Python.
- Computadora con compilador o intérprete (C/Python).

Práctica 16: Estrategias de diseño de algoritmos aplicadas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones que su docente brinda sobre las principales estrategias de diseño de algoritmos.
2. Selecciona problemas representativos para aplicar enfoques como divide y vencerás, recursión y algoritmos voraces (greedy).
3. Diseña e implementa las soluciones en C o Python.
4. Prueba los algoritmos con distintos conjuntos de datos y analiza su eficiencia.
5. Documenta los resultados y reflexiona sobre las ventajas y limitaciones de cada estrategia.
6. Comparte tus conclusiones con el grupo a través de una breve exposición o reporte.
7. Entrega conclusiones o reporte para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a internet.
- IA Generativa (ChatGPT).
- Computadora con compilador/intérprete.

- Ejemplos de problemas interdisciplinarios.
- Software de IA.

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP)
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Mapas mentales y conceptuales
- Uso de tecnologías y herramientas digitales

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Exámenes parciales	40%
– Prácticas de laboratorio	40%
– Proyecto integrador	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Alejandra Margarita Méndez Girón (2013). *Diseño de algoritmos y su programación en C*. Alfaomega.
- Tom Jenkyns, Ben Stephenson (2018). *Fundamentals of discrete math for computer science: a problem-solving primer*. Springer
- Joyanes, L. (2020). *Fundamentos de programación: algoritmos, estructura de datos y objetos*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Domínguez, E. D, Flores, M. D. y Rangel, O. (2017). *Algoritmos y diagramas de flujo con Raptor*. México: Alfaomega.
- Luján, J. D. (2020). *Aprende a programar con PYTHON*. Ciudad de México: Alfaomega.
- Joyanes, L. (1987). *Metodología de la programación: diagramas de flujo, algoritmos y programación estructurada*. México: McGraw-Hill. [Clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Bible, P. W., & Moser, L. (s. f.). *An open guide to data structures and algorithms*. Free Computer Books. <https://www.freecomputerbooks.com>
- Liu, X. (s. f.). *Elementary algorithms*. Free Computer Books. <https://www.freecomputerbooks.com>
- Sedgewick, R., & Wayne, K. (2011). *Algorithms* (4th ed.). Free Computer Books. <https://www.freecomputerbooks.com>
- Ayala, G. (2020). *Algoritmos y programación: mejores prácticas*. Fundación Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). <https://elibro.net/es/lc/uabc/titulos/180290>
- Krishna, Kumar Mohbey; Malika, Acharya (2023). *Basics of Python Programming: A Quick Guide for Beginners*. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=90e5e5e1-c6cf-35f5-b543-abdb5f2e873b>
- Srivastava, A. (2020). *A practical approach to data structure and algorithm with programming in C*. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=2324349&lang=es&site=ehost-live>

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente de esta asignatura ha de contar con formación profesional en Ciencias de la Computación, Ingeniería en Sistemas o áreas afines. Se espera dominio de la programación estructurada, estructuras de datos, recursión, depuración y buenas prácticas de codificación, así como experiencia en el diseño e implementación de algoritmos en C y Python y en el uso de herramientas de inteligencia artificial generativa para apoyar procesos de programación. Se requiere demostrar capacidad para enseñar el pensamiento computacional, heurísticas y

estrategias de resolución de problemas. Igualmente, es importante que posea habilidades para trabajar en proyectos interdisciplinarios, una comunicación efectiva, disposición para la colaboración y un compromiso con la promoción del pensamiento crítico y ético en el estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Ciencias Computacionales, Licenciatura en Física, Licenciatura en Matemáticas Aplicadas, Licenciatura en Ciencia de Datos
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Matemáticas Superiores
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Brenda Leticia De La Rosa Navarro Carlos Yee Romero Jonathan Verdugo Olachea José Ariel Camacho Gutiérrez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Matemáticas Superiores tiene como propósito introducir al estudiantado al pensamiento formal lógico-algebraico y brindarle las competencias necesarias para manipular las propiedades fundamentales de la lógica proposicional, los conjuntos, las relaciones, las funciones y las estructuras algebraicas de los números reales, números complejos y polinomios. Se pretende así que el estudiantado cuente con bases sólidas que le permitan aplicar el pensamiento algebraico de forma rigurosa y coherente en la resolución de problemas de sus programas educativos.

Esta unidad de aprendizaje está ubicada en la etapa básica, como parte del Tronco Común de Ciencias Exactas, siendo de carácter obligatorio para todas las Licenciaturas que comparten el Tronco Común.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los fundamentos del razonamiento lógico y de las estructuras algebraicas, mediante el uso del lenguaje formal, las propiedades y los axiomas que rigen dichas estructuras, con el propósito de resolver problemas, establecer conexiones entre distintos sistemas matemáticos y justificar resultados con coherencia, precisión y rigor.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que contenga las prácticas de talleres, los exámenes parciales y las tareas resueltas con su respectiva retroalimentación.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Matemáticas: Evaluar los fundamentos teóricos de la geometría, el álgebra, el análisis y la lógica matemática mediante el planteamiento de definiciones y axiomas, y la construcción de propiedades para la formulación y resolución de problemas en contextos científicos y tecnológicos, de manera colaborativa y con actitud crítica.

Física: Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

Ciencias Computacionales: Diseñar y analizar algoritmos utilizando fundamentos matemáticos, de modelado y lógicos, para generar soluciones optimizadas e innovadoras a problemas complejos, que contribuyan al avance tecnológico y científico, con pensamiento crítico, actitud ética y perseverancia.

Ciencias de Datos: Manejar los conocimientos básicos de las matemáticas a través de la geometría, el álgebra, el análisis y la lógica matemática, para aportar al desarrollo de la ciencia y la tecnología de manera colaborativa y con actitud crítica.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Lógica proposicional

Competencia

Identificar las proposiciones y operadores lógicos, mediante el uso del razonamiento formal y la interpretación de argumentos lógicos, para reconocer la estructura y validez de los razonamientos matemáticos, con actitud de rigor y pensamiento crítico.

Contenido

- 1.1. Proposiciones y operadores lógicos: OR, AND, NOT, THEN
- 1.2. Tablas de verdad y equivalencias lógicas
- 1.3. Métodos de demostración. Demostraciones directas, por contradicción y por contrapositiva
 - 1.3.1. Argumentos lógicos, inferencias y deducciones

Duración

09 horas

Unidad II. Conjuntos

Competencia

Aplicar los fundamentos de la teoría de conjuntos mediante el uso de notaciones formales, operaciones y demostraciones de propiedades, para resolver problemas y clasificar estructuras conjuntistas en distintos contextos matemáticos, con actitud de rigor lógico y pensamiento crítico.

Contenido

- 2.1. Definición de conjunto y notaciones formales
- 2.2. Pertenencia, conjunto vacío, subconjuntos y conjunto potencia
- 2.3. Operaciones con conjuntos: unión, intersección, complemento, producto directo.
- 2.4. Diagramas de Venn
- 2.5. Propiedades de las operaciones de Conjuntos
 - 2.5.1. Conmutatividad, asociatividad, distributividad
 - 2.5.2. Leyes de DeMorgan
- 2.6. Cardinalidad de conjuntos finitos

2.6.1. Principio de inclusión-exclusión

Duración

09 horas

Unidad III. Relaciones y funciones

Competencia

Examinar los tipos de relaciones y el concepto de función, mediante el uso de propiedades de conjuntos, para reconocer y clasificar funciones en diversos contextos matemáticos, con actitud de rigor lógico y pensamiento crítico.

Contenido

- 3.1. Definición de relación
- 3.2. Propiedades y tipos elementales de relaciones
- 3.3. Definición de función
- 3.4. Dominio, codominio, imagen y preimagen
- 3.5. Operaciones de conjuntos bajo funciones
- 3.6. Funciones sobreyectivas, inyectivas y biyectivas
- 3.7. Composición de funciones

Duración

12 horas

Unidad IV. Estructura algebraica de los números reales y complejos

Competencia

Examinar la estructura algebraica de los números reales y complejos, mediante la aplicación de los axiomas de campo, para establecer conexiones en los sistemas numéricos de los reales y los complejos, con pensamiento crítico y responsabilidad.

Contenido

- 4.1. Axiomas de campo.
- 4.2. Ley de cancelación de la suma y ley de cancelación del producto.
- 4.3. Leyes de los exponentes y radicales.
- 4.4. Propiedades elementales de los números reales.
 - 4.4.1. Propiedades elementales de la suma
 - 4.4.2. Propiedades elementales de la multiplicación
- 4.5. Relación de orden en los números reales.
 - 4.5.1. Axiomas de orden.
 - 4.5.2. Definición de las notaciones $<$, $>$, $\geq$, $\leq$.
 - 4.5.3. Propiedades elementales de orden de los números reales.
- 4.6. Inducción matemática.
- 4.7. Algoritmo de la división para enteros.

- 4.7.1. Máximo común divisor.
- 4.8. Teorema Fundamental de la Aritmética.
 - 4.8.1. Mínimo común múltiplo.
- 4.9. Números Complejos
 - 4.9.1. Los números complejos y su representación en el plano.
 - 4.9.2. Operaciones básicas con los números complejos.
 - 4.9.3. Módulo y conjugado.

Duración

12 horas

Unidad V. Polinomios

Competencia

Aplicar las operaciones de suma y multiplicación de polinomios mediante el análisis de sus componentes y propiedades, para determinar las raíces de un polinomio utilizando el algoritmo de la división y el Teorema Fundamental del Álgebra, con pensamiento crítico y responsabilidad.

Contenido

- 5.1. Polinomios
- 5.2. Definición de un polinomio
- 5.3. Identificación de coeficientes de un polinomio
- 5.4. Definición del grado de un polinomio
 - 5.4.1. Operaciones de polinomios
 - 5.4.2. Suma
 - 5.4.3. Multiplicación
 - 5.4.4. División: Cociente y residuo
 - 5.4.4.1. Algoritmo de la división para polinomios
- 5.5. Raíz de un polinomio
 - 5.5.1. Multiplicidad de una raíz
 - 5.5.2. Teorema Fundamental del Álgebra

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Lógica proposicional

Práctica 1: Propositiones y operadores lógicos

Duración

05 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes.
2. Identifica las proposiciones en una lista de enunciados.
3. Traduce a lenguaje simbólico una lista de proposiciones compuestas utilizando operadores lógicos.
4. Construye tablas de verdad de proposiciones compuestas.
5. Realiza consultas a la persona docente para obtener retroalimentación de sus avances.
6. Participa con compartir resultados y razonamientos a otro estudiantado.
7. Resguarda el trabajo realizado en su portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Hojas y bolígrafo
- Notas de la unidad de aprendizaje

Práctica 2: Demostraciones matemáticas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes.
2. Escribe una demostración directa de alguna proposición brindada, cuidando claridad y solidez en la argumentación.
3. Escribe una demostración por contradicción de alguna proposición brindada, cuidando claridad y solidez en la argumentación.
4. Escribe una demostración por contrapositiva de alguna proposición brindada, cuidando claridad y solidez en la argumentación.
5. Realiza consultas a la persona docente para obtener retroalimentación de sus avances.
6. Participa con compartir resultados y razonamientos a otro estudiantado.
7. Resguarda el trabajo realizado en su portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Hojas y bolígrafo
- Notas de la unidad de aprendizaje

Unidad II. Conjuntos

Práctica 3: Operaciones con conjuntos

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las indicaciones de su docente para la realización de la práctica.
2. Revisa definiciones de operaciones entre conjuntos.
3. Resuelve ejercicios correspondientes a las operaciones de conjuntos.
4. Expresa la solución mediante notación de conjuntos y mediante diagramas de Venn.
5. Solicita revisión y retroalimentación de sus avances al profesor.
6. Comparte sus resultados y razonamientos con el resto del grupo, participando de manera activa.
7. Incorpora los ejercicios resueltos al portafolio de evidencias, considerando las observaciones realizadas durante la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Hojas y bolígrafo
- Computadora
- Internet

Práctica 4: Demostración de propiedades de las operaciones con conjuntos

Duración

05 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones para la realización de la práctica.
2. Revisa definiciones y propiedades fundamentales de operaciones entre conjuntos.
3. Desarrolla demostraciones formales de las propiedades entre conjuntos indicadas por el docente, utilizando razonamiento lógico y notación de conjuntos, justificando cada paso del procedimiento.
4. Solicita revisión y retroalimentación sobre las demostraciones realizadas.
5. Comparte sus resultados y razonamientos con el resto del grupo, participando de manera activa.
6. Integra las demostraciones desarrolladas al portafolio de evidencias, considerando las observaciones realizadas durante la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos

- Hojas y bolígrafo
- Computadora
- Internet

Unidad III. Relaciones y funciones

Práctica 5: Relaciones en conjuntos

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para dar solución a problemas sobre relaciones en conjuntos.
2. Reconoce las propiedades de diferentes tipos de relaciones.
3. Utiliza una IA para generar ejemplos de tipos de relaciones en un conjunto.
4. Identifica relaciones elementales en conjuntos.
5. Participa en un debate entre pares y el docente de cómo construir relaciones en conjuntos.
6. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
7. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Pizarrón
- Cuaderno y lápiz
- Computadora
- Internet
- Software de IA

Práctica 6: Funciones

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para dar solución a problemas sobre dominio, contradominio, imagen y preimagen de funciones.
2. Reconoce las propiedades de diferentes tipos de funciones.
3. Identifica operaciones de conjuntos bajo funciones.
4. Identifica cuando una función es inyectiva, sobreyectiva o biyectiva.
5. Construye nuevas funciones a partir de otras mediante la operación composición de funciones.
6. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.

7. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Pizarrón
- Computadora
- Cuaderno y lápiz

Unidad IV. Estructura algebraica de los números reales y complejos

Práctica 7: Números reales

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para demostrar algunas propiedades de los números reales.
2. Identifica los axiomas de campo y los axiomas de orden de los números reales.
3. Participa en un debate entre pares y su docente de cómo aplicar los axiomas de campo y los axiomas de orden de los números reales.
4. Redacta las demostraciones de las propiedades básicas de los números reales.
5. Entrega las demostraciones para su revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Pizarrón
- Computadora
- Cuaderno y lápiz

Práctica 8: Divisibilidad de los enteros y números complejos

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para aplicar las propiedades de divisibilidad en los enteros y definir las operaciones de números complejos.
2. Identifica el algoritmo de la división y el teorema fundamental de la aritmética.
3. Aplica el algoritmo de Euclides y el teorema fundamental de la aritmética para determinar el máximo común divisor y el mínimo común múltiplo.
4. Reconoce las operaciones de los números complejos.

5. Da solución a problemas de divisibilidad de los enteros y de operaciones de números complejos.
6. Entrega la solución de los problemas para su revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Pizarrón
- Computadora.
- Cuaderno y lápiz

Unidad V. Polinomios

Práctica 9: Operaciones con polinomios

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para resolver problemas que involucren operaciones con polinomios.
2. Identifica las principales propiedades de las operaciones con polinomios (conmutativa, asociativa y distributiva) mediante ejemplos.
3. Resuelve ejercicios de suma, resta, multiplicación y división de polinomios aplicando correctamente la reducción de términos semejantes.
4. Participa en la revisión entre pares y con su docente para analizar procedimientos y corregir errores.
5. Integra las correcciones derivadas de la retroalimentación y mejora los ejercicios realizados.
6. Organiza y agrega los ejercicios resueltos, junto con las observaciones atendidas, al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Pizarrón
- Computadora
- Cuaderno y lápiz

Práctica 10: Cálculo de raíces de polinomios

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para dar solución a problemas sobre cálculo de raíces de polinomios.
2. Reconoce las propiedades de las raíces de polinomios.
3. Identifica la multiplicidad de una raíz de un polinomio.
4. Identifica la relación entre el grado del polinomio y el total de raíces contadas con multiplicidad.
5. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
6. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Pizarrón
- Computadora
- Cuaderno y lápiz

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	50%
– Tareas	20%
– Prácticas de taller	20%
– Portafolio de evidencias	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Angel, A. R., Runde, D. C., & Campos Olguín, V. (2019). *Álgebra intermedia* (9a ed.). Pearson Educación. [Clásica]
- Aufmann, R. N. ; S. Lockwood, J. (2013). *Álgebra intermedia* (8a. ed.). Cengage Learning. Biblioteca electrónica. [Clásica]
- Epp, S. S. (2012). *Matemáticas discretas con aplicaciones* (4a. ed.). Cengage Learning. Biblioteca electrónica. [Clásica]
- Madroñero Pabón, J. (2016). *Guía de matemáticas elementales*. Programa Editorial Universidad del Valle. Biblioteca electrónica (eLibro). [Clásica]
- Kaufmann, J. E., & Schwitters, K. L. (2010). *Álgebra* (8a. ed.). Cengage Learning Biblioteca electrónica. [Clásica]
- Rosen, K. H., & Morales, J. M. P. (2004). *Matemática discreta y sus aplicaciones* (5a ed.). McGraw-Hill. [Clásica]
- Spiegel, M. R., & Moyer, R. E. (2007). *Álgebra Superior* (3a ed.). McGraw-Hill. [Clásica]
- Swokowski, E. W., & Cole, J. A. (2018). *Precálculo: Álgebra y trigonometría con geometría analítica* (12a ed.). Cengage Learning. Biblioteca electrónica. [Clásica]
- Stewart, J., Redlin, L., & Watson, S. (2017). *Precálculo: matemáticas para el cálculo* (7a. ed.). Cengage Learning. [Clásica]

Zalamea Traba, F. (2000). *Fundamentos de matemáticas*. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Biblioteca electrónica (eLibro). [Clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Angoa Amador, J.J., Contreras Carreto, A., Ibarra Contreras, M., Linares Gracia, R., & Martínez García, A. (2004). *Matemáticas elementales*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [Clásica]

Bravo Mojica, A., Rincón Mejía, H., & Rincón Orta, C. (2013). *Álgebra Superior*. Universidad Nacional Autónoma de México. Acceso libre. [Clásica]

Bulajich Manfrino, R., Hinojosa Palafox, G., & Valdez Delgado, R. (2013). *Introducción al álgebra*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2013. Acceso libre. [Clásica]

Gómez Laveaga, C. (2014). *Álgebra Superior. Curso Completo*. Universidad Nacional Autónoma de México. [Clásica]

Villareal Rodríguez, C. E., & Rodríguez Sánchez, S.V. (2018). *Fundamentos de Matemáticas para Ciencias e Ingeniería*. Publicaciones Electrónicas, Sociedad Matemática Mexicana. Acceso libre.

Zakon, E. (2001). *Basic Concepts of Mathematics*. The Trillia Group, 2001.
<http://www.trillia.com/zakon1.html> Acceso libre. [Clásica]

Zubieta Russi, G. (2002). *Lógica Deductiva*. Publicaciones Electrónicas, Sociedad Matemática Mexicana, Serie: Textos, Vol. 1. Acceso libre. [Clásica]

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Matemáticas, Matemáticas Aplicadas o área afín, preferentemente con estudios de posgrado y dos años de experiencia docente. Ser una persona proactiva, analítica y que fomente el trabajo en equipo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Ciencias Computacionales Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Tecnología y Sociedad
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Evelio Martínez Martínez Eloisa del Carmen García Canseco Everardo Gutierrez López.
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje orientada al uso responsable de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) es fundamental en la formación profesional del estudiantado, ya que contribuye al desarrollo de criterios éticos y legales necesarios para su desempeño en entornos digitales cada vez más complejos. A través de esta unidad, el estudiantado adquiere conocimientos sobre marcos normativos y legales, desarrolla habilidades para el análisis de dilemas éticos y fortalece actitudes de responsabilidad, integridad y compromiso social, lo que le permite tomar decisiones informadas en el ejercicio profesional relacionado con las TIC.

Para la Licenciatura de Física, se imparte en la etapa básica, es de carácter obligatoria y pertenece al área de conocimiento Computacional.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los aspectos legales, sociales y éticos relacionados con el uso y desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, mediante el estudio de marcos normativos, teorías éticas y casos aplicados, con el propósito de tomar decisiones profesionales responsables, actuando con integridad, compromiso social y respeto a la legalidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Exponer de forma oral y escrita un tema relevante de la asignatura que muestre sus implicaciones sociales, legales y éticas. La exposición deberá incluir una investigación bibliográfica, una estructura clara (introducción, desarrollo y conclusión), uso adecuado de normativa o ejemplos reales, argumentos bien fundamentados, y responder preguntas del auditorio para demostrar comprensión profunda.

Portafolio de trabajos de investigación realizados durante el taller impartido en clases, debidamente organizado, con referencias bibliográficas completas y una conclusión reflexiva que muestre su evolución, aprendizajes y aportaciones personales del proceso.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje promueve competencias genéricas de impacto en los diferentes perfiles de egreso de los programas educativos de la Facultad de Ciencias.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia; Vanguardia; e Innovación Social

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Tecnología y su rol en la sociedad

Competencia

Analizar los conceptos de tecnología, TIC, tecnologías disruptivas, obsolescencia programada y ciclo de vida de la tecnología mediante el estudio de teorías, modelos y casos prácticos con el propósito de comprender su evolución, impacto social y factores de éxito o fracaso, con pensamiento crítico, responsabilidad, ética profesional y apertura a la innovación.

Contenido

- 1.1. Qué es tecnología
 - 1.1.1. Definiendo el término tecnología
 - 1.1.2. Qué es Ciencia y Tecnología
 - 1.1.3. Qué son las TIC
 - 1.1.4. Tecnología y Sociedad
 - 1.1.5. La misión de la tecnología
 - 1.1.6. Beneficios o méritos de las TIC
 - 1.1.7. Desventajas y riesgos de la tecnología
- 1.2. Tecnologías disruptivas
 - 1.2.1. Ejemplos de tecnologías disruptivas
 - 1.2.2. Innovación disruptiva
 - 1.2.3. Caso de estudio: *Kodak*
- 1.3. Obsolescencia tecnológica
 - 1.3.1. Obsolescencia programada
 - 1.3.2. Tipos de obsolescencia programada
 - 1.3.3. El origen de la obsolescencia programada
- 1.4. Ciclo de vida de la tecnología
 - 1.4.1. Ciclo de vida de adopción de tecnologías e innovaciones
 - 1.4.2. El ciclo de *sobreexpectación* de *Gartner*
 - 1.4.3. Factores de éxito o fracaso de una tecnología, producto, proceso o servicio
 - 1.4.4. Tecnologías que han fracasado
 - 1.4.5. Razones por las que las empresas emergentes (*startups*) fracasan

Duración:

04 horas

Unidad II. Aspectos sociales

Competencia

Analizar los aspectos sociales de las TIC mediante el estudio de teorías, modelos, casos prácticos y herramientas tecnológicas con el propósito de comprender su influencia social, económica y ambiental, actuando con pensamiento crítico, responsabilidad social, ética profesional y compromiso con la sostenibilidad.

Contenido

- 2.1. La brecha digital
 - 2.1.1. Qué es la brecha digital
 - 2.2.2. ¿Cómo se puede medir?
 - 2.2.3. ¿Cómo se puede abatir o reducir la brecha digital?
- 2.2. Economía digital
 - 2.2.1. Introducción
 - 2.2.2. El Internet comercial
 - 2.2.3. El auge y la burbuja de las empresas punto-com
 - 2.2.4. ¿Qué es economía digital?
 - 2.2.5. Economía digital y comercio electrónico
 - 2.2.6. Modelos del comercio electrónico
 - 2.2.7. Disrupciones que ha generado la economía digital
 - 2.2.8. *Crowdfunding*
 - 2.2.9. *Crowdsourcing*
 - 2.2.10. Economía compartida
 - 2.2.11. Internet como agente democratizador
 - 2.2.12. Que se necesita para ingresar a la economía digital
- 2.3. Blockchain & criptomonedas
 - 2.3.1. Breve historia del dinero
 - 2.3.2. Las Criptomonedas
 - 2.3.3. Qué es *Blockchain*
 - 2.3.4. Aplicaciones de *Blockchain*
 - 2.3.5. Retos y futuro de *Blockchain*
- 2.4. Redes sociales
 - 2.4.1. Qué son las redes sociales
 - 2.4.2. Historia de las redes sociales
 - 2.4.3. Beneficio de las redes sociales
 - 2.4.4. Desventajas y peligro de las redes sociales
 - 2.4.5. El poder de las redes sociales
- 2.5. TIC y el medio ambiente
 - 2.5.1. Introducción
 - 2.5.2. Qué es *Green IT*
 - 2.5.3. Iniciativas verdes
 - 2.5.4. Propuestas a favor del medio ambiente
 - 2.5.5. Energías alternativas
 - 2.5.6. *Green IT* y las criptomonedas
 - 2.5.7. Economía Circular

Duración:

08 horas

Unidad III. Privacidad y seguridad de la información**Competencia**

Analizar los principios de privacidad, protección de datos personales, ciberseguridad y delitos informáticos mediante el estudio de marcos normativos, casos reales y estándares internacionales con el propósito de proponer estrategias para la protección de la información y la prevención de riesgos digitales, actuando con responsabilidad, ética profesional, respeto a la legalidad y compromiso con la seguridad.

Contenido

- 3.1. Protección de datos personales
 - 3.1.1. Datos personales
 - 3.1.2. Datos sensibles o confidenciales
 - 3.1.3. Datos personales vs. Datos sensibles
 - 3.1.4. Qué es privacidad
 - 3.1.5. Niveles de privacidad
 - 3.1.6. Privacidad vs Seguridad
 - 3.1.7. Caso de estudio: *iPhone - San Bernardino, California*
 - 3.1.8. Reglamentación de la protección de datos personales en el mundo
 - 3.1.9. Caso de estudio: *Cambridge Analytica*
- 3.2. Intercepción de comunicaciones
 - 3.2.1. Caso de estudio: Telegrama *Zimmermann*
 - 3.2.2. La intercepción de las comunicaciones en México
 - 3.2.3. La información es poder
 - 3.2.4. Herramientas de vigilancia
 - 3.2.5. Héroes o Villanos: *Edward Snowden, Bradley Manning, Julian Assange, Aaron Swartz, Brittany Kaiser*
- 3.3. Seguridad de la información
 - 3.3.1. Qué es un delito informático
 - 3.3.2. Tipos de delitos informáticos
 - 3.3.3. Estándares en ciberseguridad
 - 3.3.4. Otros recursos sobre ciberseguridad
 - 3.3.5. Guerra cibernética (*Cyber warfare*)
- 3.4. Privacidad, Seguridad e Inteligencia Artificial
 - 3.4.1. Protección de datos en entrenamiento de modelos de IA
 - 3.4.2. Derechos ARCO y procesamiento automatizado
 - 3.4.3. Inferencia de información sensible
 - 3.4.4. Seguridad de modelos de IA y brechas de datos
 - 3.4.5. Privacidad diferencial, cifrado y privacidad por diseño
 - 3.4.6. Shadow AI

Duración:

06 horas

Unidad IV. Propiedad Intelectual**Competencia**

Analizar los fundamentos, normativas y figuras de protección de la propiedad intelectual, incluyendo derechos de autor, propiedad industrial, licencias, *DRM* y *NFT*, mediante el estudio de leyes, tratados internacionales y casos prácticos con el propósito de aplicar correctamente la legislación en el desarrollo y protección de productos tecnológicos, actuando con responsabilidad, ética profesional, respeto a la legalidad y honestidad.

Contenido

- 4.1. Qué es la propiedad intelectual
 - 4.1.1. Historia y origen de la Propiedad Intelectual
 - 4.1.2. El Estatuto de Venecia, Italia (1474)
 - 4.1.3. El Estatuto de los Monopolios (1624)
 - 4.1.4. El Estatuto de Anne (1710)
 - 4.1.5. Convenio de París (1883)
 - 4.1.6. Convenio de Berna (1886)
 - 4.1.7. Convenio de Roma (1961)
 - 4.1.8. Fundación de la WIPO (1967)
 - 4.1.9. TRIPS Agreement (1995)
 - 4.1.10. Impacto y beneficios de la PI
- 4.2. La propiedad intelectual en México
 - 4.2.1. Derechos de autor; propiedad industrial; derechos de obtentor
- 4.3. Derechos de autor
 - 4.3.1. Tipos de obras protegidas por la LFDA
 - 4.3.2. Tipos de Derechos que adquieren los autores
 - 4.3.3. Programas de cómputo (*software*)
 - 4.3.4. Derechos conexos
 - 4.3.5. Limitaciones al derecho de autor y los derechos conexos por causa de utilidad pública
 - 4.3.6. Dominio público
 - 4.3.7. Símbolos patrios
 - 4.3.8. Reservas de Derechos al uso exclusivo
- 4.4. Propiedad industrial
 - 4.4.1. ¿Qué es propiedad industrial?
 - 4.4.2. Figuras de protección del IMPI
 - 4.4.3. Patentes
 - 4.4.4. Modelo de Utilidad
 - 4.4.5. Diseños industriales
 - 4.4.6. Tabla Comparativa entre Patentes, modelo de utilidad y diseños industriales
 - 4.4.7. Trazado de Circuitos

- 4.4.8. Secretos industriales
- 4.4.9. Signos distintivos
- 4.4.10. Marcas
- 4.4.11. Marcas no tradicionales
- 4.4.12. Resumen de las marcas tradicionales y no tradicionales
- 4.4.13. Avisos comerciales
- 4.4.14. Nombres comerciales
- 4.4.15. Denominaciones de origen
- 4.4.16. Indicaciones geográficas
- 4.4.17. Búsquedas
- 4.5. Licencias y transmisión de derechos de marcas
 - 4.5.1. Franquicias
- 4.6. Piratería
 - 4.6.1. Piratería y la propiedad intelectual
- 4.7. DRM
 - 4.7.1. Qué es DRM
 - 4.7.2. Ventajas y desventajas del DRM
- 4.8. Los NFT y la propiedad intelectual
 - 4.8.1. Origen de los NFT
 - 4.8.2. ¿Qué son los NFT?
 - 4.8.3. Aplicaciones
 - 4.8.4. Los NFT y la propiedad intelectual
- 4.9. Derechos de propiedad Intelectual en IA Generativa
 - 4.9.1. Autoría y Titularidad (*Ownership & Authorship*)
 - 4.9.2. Uso de datos protegidos para entrenamiento
 - 4.9.3. Producción de obras derivadas o imitaciones demasiado similares
 - 4.9.4. Originalidad, creatividad y novedad
 - 4.9.5. Licencias y remuneración
 - 4.9.6. Protección técnica e identificación de origen
 - 4.9.7. Derechos morales y éticos del creador original
 - 4.9.8. Desafíos legales y vacíos normativos
 - 4.9.10. Demandas legales recientes y precedentes
 - 4.9.11. Implicaciones para políticas, éticas y acceso al conocimiento

Duración:

08 horas

Unidad V. Aspectos éticos

Competencia

Analizar los principios, teorías y códigos éticos, así como los dilemas y procesos de toma de decisiones en el ámbito computacional mediante el estudio de fundamentos teóricos, casos prácticos y marcos normativos con el propósito de desarrollar criterios éticos para la práctica profesional, actuando con responsabilidad, integridad, pensamiento crítico y respeto a la legalidad.

Contenido

- 5.1. Introducción a la ética
 - 5.1.1. ¿Qué es la Ética?
 - 5.1.2. Ética vs moral
 - 5.1.3. la ética, la moral y la ley
 - 5.1.4. Relación entre la ética y la ley
 - 5.1.5. La ética vs. La ley
- 5.2. Teorías éticas
 - 5.2.1. La ética de la virtud (*Virtue Ethics*)
 - 5.2.2. La ética Deontológica
 - 5.2.3. La ética consecuencialista
- 5.3. Ética computacional
 - 5.3.1. Origen de la ética computacional
 - 5.3.2. ¿Qué es ética computacional?
- 5.4. Códigos de la ética
 - 5.4.1. ¿Qué es un código de ética?
 - 5.4.2. Objetivos de los códigos de ética
 - 5.4.3. Tipos de códigos de ética
- 5.5. Dilemas éticos
 - 5.5.1. ¿Qué es un dilema ético?
 - 5.5.2. El dilema del tranvía
 - 5.5.3. El dilema del prisionero
 - 5.5.4. El dilema del prisionero aplicado en los deportes
 - 5.5.5. Dilema ético de *Harry S. Truman*
- 5.6. Ética en la toma de decisiones
- 5.7. Proceso para la toma de decisiones éticas de Kallman & Grillo
 - 5.7.1. Enfoque deontológico
 - 5.7.2. Enfoque consecuencialismo
 - 5.7.3. Otros principios normativos
 - 5.7.4. Aspectos Legales
 - 5.7.5. Proceso de cuatro pasos para el análisis ético y toma de decisiones de Kallman & Grillo
- 5.8. Caso de estudio TheranosS
- 5.9. Aspectos éticos de la inteligencia artificial generativa
 - 5.9.1. Sesgo y equidad
 - 5.9.2. Transparencia y explicabilidad (XAI)
 - 5.9.3. Privacidad de datos y consentimiento informado
 - 5.9.4. Responsabilidad y rendición de cuentas
 - 5.9.5. Autonomía humana y control humano
 - 5.9.6. Impacto social y laboral
 - 5.9.7. Uso ético en contextos especiales
 - 5.9.8. Seguridad, robustez y mitigación de riesgos

Duración:

04 horas

Unidad VI. Aspectos legales**Competencia**

Analizar el marco jurídico y regulatorio de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) mediante el estudio de la legislación mexicana, la jerarquía normativa, los organismos reguladores de Internet y los principios de neutralidad de la red para fundamentar el desarrollo y implementación de soluciones tecnológicas que cumplan con las disposiciones legales vigentes y promuevan el acceso equitativo a la información con responsabilidad social, ética profesional y compromiso ciudadano.

Contenido

- 6.1. Introducción a la legislación en TIC
 - 6.1.1. Tópicos por legislar en TIC
 - 6.1.2. Ámbito material de validez de las normas jurídicas
- 6.2. La jerarquía de las Leyes
 - 6.2.1. La Pirámide de Kelsen
 - 6.2.2. El sistema jurídico mexicano
- 6.3. Quién regula internet
 - 6.3.1. Qué es Internet
 - 6.3.2. ¿Entonces quién regula Internet?
 - 6.3.3. Actores clave en el funcionamiento de Internet
- 6.4. La neutralidad de la red
 - 6.4.1. Qué es Neutralidad de la Red
 - 6.4.2. ¿Por qué es importante la Neutralidad?
 - 6.4.3. La censura en Internet
 - 6.4.4. Malas prácticas que atentan contra la neutralidad
- 6.5. La neutralidad de la red en México
- 6.6. Aspectos legales y la inteligencia artificial
 - 6.6.1. Regulación legal específica de IA en México
 - 6.6.2. Licencia y uso de datos para entrenamiento
 - 6.6.3. Responsabilidad y cumplimiento legal
 - 6.6.4. Privacidad, protección de datos y transparencia en IA legalmente regulada
 - 6.6.5. Neutralidad legal del autor/inventor de IA
 - 6.6.6. Comparativa internacional y buenas prácticas

Duración:

2 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**Unidad I. Introducción a las TIC****Práctica 1. Obsolescencia Programada****Duración:**

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora un resumen y una conclusión a partir de una investigación sobre el documental Obsolescencia programada: Comprar, tirar, comprar" del Director: Cosima Dannoritzer, producido por: Televisión de Galicia (TVG) / Televisión de Galicia (TVG) / Arte France / Article Z / Media 3.14 con extensión de 1 a 2 cuartillas.
3. Reflexiona y responde las siguientes preguntas de manera escrita:
 - a. ¿Qué piensas de la Obsolescencia Programada?
 - b. ¿Es realmente necesaria?
 - c. ¿Es ético fabricar productos que fallen?
 - d. ¿Compraría un producto que sabes que va a fallar?
4. Entrega un documento en formato *.pdf*, con una extensión mínima de dos cuartillas con el resumen y conclusión del documental y las respuestas a las preguntas, utilizando formato APA de las fuentes consultadas.

Recursos de apoyo

- El documental se encuentra disponible en *Youtube.com*, en el siguiente URL: <https://www.youtube.com/watch?v=fzwT1GGY0Ds> [puede variar]

Unidad II. Aspectos Sociales**Práctica 2. El valor del dinero en la economía digital****Duración:**

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora un resumen y una conclusión a partir de una investigación sobre el documental "Bitcoin: el fin del dinero tal como lo conocemos" del director: *Torsten Hoffmann y Michael Watchulonis* (co-director).
3. Reflexiona y responde las siguientes preguntas de manera escrita:

Lista las 5 criptomonedas con más capital invertido (*market capitalization*) en el mundo e indique la cantidad en *billones de dólares* invertidos de cada moneda.

¿Están en peligro los bancos tradicionales?

Qué es *Blockchain* y mencione 5 aplicaciones

Liste 5 razones que definen el valor de una criptomoneda

4. Entrega un documento en formato *.pdf*, con una extensión mínima de dos cuartillas con el resumen y conclusión del documental y las respuestas a las preguntas, utilizando formato APA de las fuentes consultadas.

Recursos de apoyo

- El documental se encuentra disponible en *Youtube.com*, en el siguiente URL:
<https://youtu.be/-TmpLBG1ZdQ?si=njRC9NqtF2FBDS9C>

Práctica 3. ¿Qué es el fracking?

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora un resumen y una conclusión a partir de una investigación sobre el documental “¿Qué es el fracking? Explicado en 5 minutos” de *GreenPeace México*.
3. Reflexiona y responde las siguientes preguntas de manera escrita:

¿Qué es el fracking y en qué consiste el proceso técnico de extracción?

¿Cuáles son las principales zonas de México donde se han identificado reservas de gas o petróleo que podrían explotarse con fracking?

¿Qué impactos ambientales negativos se han documentado en relación con el fracking (agua, aire, suelo, biodiversidad)?

¿Cómo afecta el uso intensivo de agua en el fracking a regiones de México con problemas de sequía o escasez hídrica?

¿Qué leyes, normas o regulaciones mexicanas existen en torno al fracking y qué limitaciones tienen en cuanto a la protección ambiental?

Desde una perspectiva ética y de sustentabilidad, consideras viable el uso del fracking en México? ¿Por qué?

4. Entrega un documento en formato *.pdf*, con una extensión mínima de dos cuartillas con el resumen y conclusión del documental y las respuestas a las preguntas, utilizando formato APA de las fuentes consultadas.

Recursos de apoyo

- El documental se encuentra disponible en *Youtube.com*, en el siguiente URL:
<https://youtu.be/S9MmaTO7-vA?si=fA82BYU0783sIJfZ>

Práctica 4. El fin del petróleo

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora un resumen y una conclusión a partir de una investigación sobre el documental “*El fin del petróleo, no hay mañana*” de *Incubate Pictures*. Director: *Dermot O’Connor*.
3. Reflexiona y responde las siguientes preguntas de manera escrita:

¿Cuál es la hipótesis principal que plantea el documental respecto al fin del petróleo?

¿Qué evidencias científicas o estadísticas se presentan para mostrar que el petróleo podría estar en declive?

¿Qué implicaciones económicas tiene para los países productores si el petróleo deja de ser rentable o útil?

En el caso de México, ¿qué impactos sociales, económicos y ambientales podrían derivarse de una reducción significativa en la producción o uso del petróleo?

¿Qué papel juegan las políticas públicas nacionales e internacionales en la transición energética?

¿Qué dilemas éticos surgen al decidir entre conservar modelos económicos basados en petróleo o apostar por energías renovables que podrían ser más costosas o menos lucrativas inicialmente?

¿Qué opinas sobre la viabilidad del *fracking* como alternativa para extender la dependencia del petróleo en México?

¿Qué responsabilidades tienen los ciudadanos, empresas, gobiernos y organismos internacionales ante la posibilidad de que los recursos fósiles disminuyan?

¿Cuál será la energía del futuro?

4. Entrega un documento en formato *.pdf*, con una extensión mínima de dos cuartillas con el resumen y conclusión del documental y las respuestas a las preguntas, utilizando formato APA de las fuentes consultadas.

Recursos de apoyo

- El documental se encuentra disponible en *Youtube.com*, en el siguiente URL:
<https://youtu.be/8VRgo62Dw5Y>

Práctica 5. Basura electrónica

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora un resumen y una conclusión a partir de una investigación sobre el documental *"El vertedero electrónico"* de RT en español.
3. Reflexiona y responde las siguientes preguntas de manera escrita:
 - ¿Cuántas toneladas de basura electrónica genera México al año y cómo se compara con otros países?
 - ¿Cuáles son los principales países que vierten basura electrónica?
 - ¿Qué países reciben basura electrónica por toneladas?
 - ¿Es legal enviar basura electrónica a estos países?

Desde una perspectiva ética, ¿cuál sería la responsabilidad de los fabricantes, usuarios y gobierno para reducir el impacto de la basura electrónica?
4. Entrega un documento en formato *.pdf*, con una extensión mínima de dos cuartillas con el resumen y conclusión del documental y las respuestas a las preguntas, utilizando formato APA de las fuentes consultadas.

Recursos de apoyo

- El documental se encuentra disponible en *Youtube.com*, en el siguiente URL:
<https://www.youtube.com/watch?v=zfDWE0TyS-w&t=12s>

Unidad III. Privacidad y seguridad de la información

Práctica 6. Seguridad y Privacidad de la Información

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Reflexiona y responde las siguientes preguntas de manera escrita:
 - Qué organismo en México promueve la *transparencia, acceso a la información y la protección de datos personales*.
 - Menciona las leyes en México sobre transparencia, acceso a la información y protección de datos personales

¿Qué normativas universitarias existen en este sentido?

¿Cuáles son los principios y obligaciones que los sujetos obligados tienen bajo la Ley General de Transparencia y Ley General de Protección de Datos Personales en México?

¿Qué derechos ARCO (Acceso, Rectificación, Cancelación y Oposición) tiene un titular de datos personales, y cómo puede ejercerlos?

En tu opinión, ¿qué desafíos hay en México para que la transparencia y protección de datos realmente funcionen (por ejemplo: institucionales, culturales, tecnológicos)?

¿Cómo se equilibra el derecho a la información pública con el derecho a la privacidad de las personas?

¿Qué responsabilidad tienen los ciudadanos para exigir transparencia y proteger sus propios datos personales (por ejemplo al usar redes sociales, servicios digitales)?

Podrías elaborar una minibiografía de los siguientes personajes: *Bradley Manning*, *Edward Snowden*, *Julian Assange*, *Aaron Swartz* y *Brittany Kaiser*.

¿Qué tienen en común estos personajes?

Desde tu punto de vista ¿Los considera héroes o villanos?

3. Entrega un documento en formato *.pdf*, con una extensión mínima de dos cuartillas con el resumen y conclusión del documental y las respuestas a las preguntas, utilizando formato APA de las fuentes consultadas.

Recursos de apoyo

- Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGTAIP.pdf>
- Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPDPPSO.pdf>

Práctica 7: Internet de las cosas y la privacidad

Duración:

02 horas

Procedimiento

Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

1. Elabora un resumen y una conclusión a partir de una investigación sobre el documental *"The Internet of Everything"* del Director *Brett Gaylor*.
2. Reflexiona y responde las siguientes preguntas de manera escrita:

¿Cual de los casos que se mencionan en el documental le pareció el más invasivo a la privacidad? ¿Y por qué?

- ¿Hasta qué punto estamos dispuestos a sacrificar nuestra privacidad por la comodidad que ofrecen los dispositivos conectados?
 - ¿Estamos creando un mundo donde perdemos la capacidad de funcionar sin tecnología?
 - ¿Qué sucede cuando los sistemas interconectados fallan o son comprometidos?
 - ¿El IoT está ampliando o reduciendo la brecha digital entre diferentes comunidades?
 - ¿Quién se beneficia realmente de esta hiperconectividad?
 - ¿Mantenemos el control sobre nuestras decisiones o los algoritmos están decidiendo por nosotros?
3. Entrega un documento en formato *.pdf*, con una extensión mínima de dos cuartillas con el resumen y conclusión del documental y las respuestas a las preguntas, utilizando formato APA de las fuentes consultadas.

Recursos de apoyo

- El documental se encuentra disponible en los siguientes URL:
https://youtu.be/PYEAVC5lfes?si=ssklfoPYM2V62_FS (versión en inglés)
<https://www.facebook.com/watch/?v=436353974840100> (versión en español)

Unidad IV. Propiedad intelectual

Práctica 8: Documental - ¡Copiad Malditos!

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora un resumen y una conclusión a partir de una investigación sobre el documental *¿Copiad Malditos! de Elegantmobfilms, RTVE (2011)*
3. Reflexiona y responde las siguientes preguntas de manera escrita:
 - ¿Es realmente justo que las ideas puedan "poseerse" de la misma manera que los objetos físicos?
 - ¿El sistema actual de derechos de autor fomenta o limita la creatividad?
 - ¿Debería la cultura ser un bien común accesible para todos?
 - ¿Cómo afectan las restricciones de copyright a la educación y la investigación?
 - ¿Pueden las licencias *Creative Commons* y otros modelos alternativos sostener económicamente a los creadores?
 - ¿Es viable un mundo sin *copyright* tradicional?

¿Qué significa que el propio documental use la licencia que defiende?

4. Entrega un documento en formato *.pdf*, con una extensión mínima de dos cuartillas con el resumen y conclusión del documental y las respuestas a las preguntas, utilizando formato APA de las fuentes consultadas.

Recursos de apoyo

- El documental se encuentra disponible en *Youtube.com*, en el siguiente URL:
<https://youtu.be/YY0i4xJss9c>

Práctica 9. Documental - La Guerra de las Patentes

Duración:

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora un resumen y una conclusión a partir de una investigación sobre el documental *"La Guerra de las Patentes"* de *Hannah Leonie Prinzler (RTVE)*.
3. Reflexiona y responde las siguientes preguntas de manera escrita:

¿Cómo hemos pasado de un sistema diseñado para "estimular a los inventores" a crear "oscuras estrategias" monopolísticas?

¿Quién se beneficia más del sistema actual: los inventores originales o las grandes corporaciones?

¿Deberían existir límites a qué se puede patentar (medicamentos, software, genes)?

¿Qué habría pasado si inventos como "la bombilla, la máquina de vapor o el teléfono" hubieran estado sujetos a las estrategias monopolísticas actuales?

¿Es sostenible un mundo donde el conocimiento esencial esté fragmentado por monopolios?

4. Entrega un documento en formato *.pdf*, con una extensión mínima de dos cuartillas con el resumen y conclusión del documental y las respuestas a las preguntas, utilizando formato APA de las fuentes consultadas.

Recursos de apoyo

- El documental se encuentra disponible en las siguientes URL:
<https://youtu.be/ZmJektY7ToM>

Práctica 10. Documental - Code Linux

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora un resumen y una conclusión a partir de una investigación sobre el documental *"The Code (código linux)"* del director *Hannu Puttonen*.
3. Reflexiona y responde las siguientes preguntas de manera escrita:

Haga una lista de 5 personajes más importantes que aparecen en el documental

¿Quién fue el personaje iniciador del movimiento Software Libre?

¿Quién fue el personaje que inició el desarrollo del Sistema Operativo GNU/Linux?

¿Quién tiene la propiedad intelectual del Sistema Operativo GNU/Linux?

¿Quién se encarga de desarrollar el núcleo (core) del S.O. GNU/Linux y administrar los cambios?

Cuáles son las 4 libertades del Software Libre

¿Qué pasaría si Linux perteneciera a alguna empresa?

¿Por qué miles de programadores contribuyen gratuitamente a un proyecto común?

¿Es sostenible un modelo donde el producto principal es gratuito pero se monetizan los servicios?

¿Cómo puede el software libre democratizar el acceso a la tecnología?

¿Qué otros ámbitos podrían beneficiarse de modelos similares (medicina abierta, educación libre, etc.)?

¿Cómo se relaciona el éxito de Linux con las críticas al sistema de patentes y copyright que vimos en los otros documentales?

¿Es el software libre una respuesta práctica a "la guerra de las patentes"?

4. Entrega un documento en formato *.pdf*, con una extensión mínima de dos cuartillas con el resumen y conclusión del documental y las respuestas a las preguntas, utilizando formato APA de las fuentes consultadas.

Recursos de apoyo

- El documental se encuentra disponible en las siguientes URL:
<https://youtu.be/HNho1tXWNHI>

Unidad V. Aspectos éticos

Práctica 11. Análisis y toma de decisiones

Duración:

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora un documento basado en el “proceso de 4 pasos para el análisis y toma de decisiones” de los autores *Kallman & Grillo* de un caso de estudio en el ámbito de las TIC que considere relevante, visto en clase o de actualidad.
3. Entrega un documento en formato *.pdf*, con una extensión mínima de cinco cuartillas con el resumen y conclusión del documental y las respuestas a las preguntas, utilizando formato APA de las fuentes consultadas.

Casos reales sugeridos:

1. El escándalo del físico *Jan Hendrik Schön* (manipulación de datos)
2. El caso del físico *Rusi Taleyarkhan* (misconduct in fusion researcher case)
3. Caso del matemático *Dănuț Marcu* (acusaciones de plagio)
4. Caso *Workday* (discriminación en herramientas de contratación)
5. Caso *Amazon* y sesgos en algoritmos de selección de currículos
6. Caso [Builder.ai](#) (IA), *One Coin*, *FTX*, *Wirecard* (sector Fintech), *Nikola* (autos eléctricos), *Volkswagen* (Dieselgate), *Bernie Madoff* (sector financiero), *Lehman Brothers*, *Wells Fargo* (sector bancario), *Valeant* (farmacéutica), *Parmalat* (alimentos).

Recursos de apoyo:

- Martínez, Evelio (2024). *Tecnología y Sociedad: Perspectivas legales, sociales y éticas sobre las tecnologías de la información y la comunicación*. Editorial Convergente. México.
- Kallman, Ernest A., Grillo, John P. (1995). *Ethical Decision Making & Information Technology: An Introduction with Cases*. McGraw-Hill/Irwin.

Unidad VI. Aspectos legales

Práctica 6. Análisis del marco legal en TIC

Duración:

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el marco jurídico de las TIC en México.
2. Analiza un caso real relacionado con regulación de internet, neutralidad de la red o uso de datos personales.}
3. Identifica las leyes, normas y organismos involucrados.
4. Evalúa si el caso cumple o vulnera el marco legal vigente.
5. Elabora un documento donde exponga el análisis del caso, los fundamentos legales y una postura crítica.
6. Entrega el documento en el buzón de tareas y recibe retroalimentación docente.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Análisis de videos documentales
- Cuadros comparativos
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	30%
– Tareas	40%
– Presentación oral y escrita	30%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Base, Sara. (2013). *A Gift of Fire: Social, Legal, and Ethical Issues for Computing Technology*. Pearson. (4th ed.). [clásica].
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2020). *Ley Federal del Derecho de Autor*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFDA.pdf>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2020). *Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPPI.pdf>
- Ceruzzi, Paul E. (2012). *Computing: A concise history*. The MIT press Essential Knowledge Series [clásica].
- Kallman, Ernest A., Grillo, John P. (1995). *Ethical Decision Making & Information Technology: An Introduction with Cases*. McGraw-Hill/Irwin. [clásica].
- Kizza, Joseph Migga. (2016). *Ethics in Computing*. Springer. Switzerland. [clásica].
- Martínez, Evelio (2024). *Tecnología y Sociedad: Perspectivas legales, sociales y éticas sobre las tecnologías de la información y la comunicación*. Editorial Convergente. México.
- Rogers, Everett M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press [clásica].
- Tapscott, Don. (1995). *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*. McGraw-Hill. [clásica].

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Gorniak-Kocikowska, K. (1996). The computer revolution and the problem of global ethics. *Sci Eng Ethics*, 2, 177–190. <https://doi.org/10.1007/BF02583552>
- Haber, Stuart, Stornetta, W. Scott. (1991). How to time-stamp a digital document. *Journal of Cryptology* 3, 99–111 (1991). <https://doi.org/10.1007/BF00196791>
- Isaak, J., & Hanna, M. J. (2018). User data privacy: Facebook, Cambridge Analytica, and privacy protection. *Computer*, 51(8), 56-59. <https://doi.org/10.1109/MC.2018.3191268>
- Long, Pamela O. (1991). Invention, Authorship, Intellectual Property, and the Origin of Patents: Notes toward a Conceptual History. *Technology and Culture*, 32(4), 846-884 <https://doi.org/10.2307/3106154>

Scott J. Shackelford. (2013). Managing Cyber Attacks in International Law, Business, and Relations. *Search of Cyber Peace*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139021838>

Skórzewska-Amberg, M. (2017). Impact of ICT on the Law. In: Zacher. L. Technology. Society and Sustainability. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47164-8_11

XII. PERFIL DOCENTE

Formación de posgrado (maestría o doctorado) en el área de TIC, con conocimientos en derecho informático, ética profesional y responsabilidad social, así como dominio actualizado de la legislación nacional e internacional aplicable al entorno digital. Debe tener experiencia en el análisis de dilemas éticos y legales en contextos tecnológicos, habilidades didácticas para promover el pensamiento crítico y la reflexión ética, y demostrar integridad, compromiso con la formación de personas ciudadanas responsables y respeto por la diversidad de opiniones.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Mecánica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ramón Carrillo Bastos Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje tiene como propósito aplicar y analizar los principios que rigen el movimiento de los cuerpos. Busca emplear herramientas matemáticas, computacionales y de representación gráfica, para la resolución de problemas, elaboración de diagramas y simulaciones, e interpretación de modelos. Tiene como finalidad analizar con objetividad, rigor científico e integridad los fenómenos mecánicos y fortalecer las bases de cursos posteriores y su formación profesional en física. Se ubica en la etapa básica, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los principios fundamentales de la mecánica clásica y de la relatividad galileana, mediante el razonamiento deductivo y el uso riguroso del lenguaje matemático, para aplicarlos en la resolución de problemas que permitan describir y explicar las leyes que gobiernan el movimiento de los cuerpos en la naturaleza y sus aplicaciones en otras ramas de la ciencia, de manera objetiva y con una actitud crítica, fomentando al mismo tiempo el trabajo en equipo, la disciplina y la responsabilidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Bitácora de resolución de problemas

Resolución de problemas y ejercicios prácticos individuales y/o en equipo, aplicando conceptos, procedimientos y técnicas revisados en clase. Se califica con una rúbrica que evalúa la aplicación correcta de conceptos y procedimientos, la claridad y coherencia en la explicación de cada paso, el uso adecuado de herramientas matemáticas, gráficas o de software y la colaboración efectiva en equipo.

Portafolio integrador de evidencias

Portafolio de evidencia digital con informes, infografías, reportes y esquemas, productos de la realización de las prácticas de taller. Se califica con una rúbrica que pondera completitud y organización del material, calidad técnica de informes, reportes y claridad, así como creatividad en el diseño de infografías y esquemas, finalmente deben presentar una reflexión crítica con bien sustentada a manera de conclusión. El portafolio contiene todas las prácticas del curso incorporando la retroalimentación recibida. Se verifica el uso responsable de herramientas digitales y de la correcta comunicación escrita y visual.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Vanguardia y Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Cinemática

Competencia

Aplicar los conceptos de desplazamiento, velocidad y aceleración, el movimiento de las partículas materiales en una, dos y tres dimensiones, utilizando los conceptos del cálculo diferencial y las herramientas vectoriales, para comprender los diferentes tipos de movimientos, con objetividad y honestidad.

Contenido

- 1.1. Velocidad promedio e instantánea en 1D
- 1.2. Aceleración promedio e instantánea en 1D
- 1.3. Tiro vertical y caída libre
- 1.4. Posición y velocidad por integración
- 1.5. Vectores de velocidad y posición en 2D y 3D
- 1.6. Movimiento circular
- 1.7. Movimiento curvilíneo general
- 1.8. Velocidad relativa

Duración

15 horas

Unidad II. Dinámica

Competencia

Aplicar las leyes de Newton utilizando los conceptos de momento lineal, fuerza y fricción, para la resolución de problemas que involucren cambios en el estado de movimiento de los cuerpos, con objetividad e integridad.

Contenido

- 2.1. Fuerzas e interacciones
- 2.2. La ley de la inercia. Primera ley de Newton
- 2.3. Principio de conservación del momento lineal
- 2.4. Segunda y tercera ley de Newton

- 2.5. Masa y peso
- 2.6. Diagramas de cuerpo libre y equilibrio
- 2.7. Dinámica de partículas
- 2.8. Fuerzas de fricción
- 2.9. Dinámica del movimiento circular: Momento angular y torca
- 2.10. Movimiento relativo: Marcos de referencia no inerciales
- 2.11. Las fuerzas fundamentales

Duración

21 horas

Unidad III. Trabajo y Energía

Competencia

Analizar los conceptos de trabajo, energía cinética y energía potencial, utilizando la ley de conservación de la energía, para la resolución de problemas que involucren el movimiento de los cuerpos, con integridad y objetividad.

Contenido

- 3.1. Energía cinética y trabajo
- 3.2. Teorema de conservación y potencia
- 3.3. Energía potencial
- 3.4. Fuerzas conservativas y no-conservativas
- 3.5. Diagrama de energía

Duración

12 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Cinemática

Práctica 1: Análisis dimensional y conversiones

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Revisa ejemplos de ecuaciones físicas y verifica su consistencia dimensional.
3. Resuelve ejercicios de conversión entre sistemas de unidades (SI, CGS, inglés).
4. Programa en Python un convertidor simple de unidades.
5. Compara resultados manuales con los generados por el programa.
6. Exporta su trabajo en un archivo portable (pdf).
7. Entrega archivo para recibir retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Bibliografía básica de Física General.
- Ejercicios para conversión de unidades.
- Calculadora científica y cuaderno de apuntes.
- Python en Google Colab/Jupyter.
- Pizarrón para resolver ejemplos en grupo.

Práctica 2: Ángulos y la curvatura de la Tierra – estimación del radio terrestre con el atardecer

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Relaciona la duración del atardecer depende con la altura del observador sobre la superficie terrestre.
3. Plantea el modelo geométrico de la Tierra como esfera y deduce la relación entre altura, ángulo de depresión del horizonte y tiempo de atardecer.
4. Recolecta o simula datos de alturas y tiempos de atardecer desde diferentes niveles.
5. Representa los datos en una gráfica y ajusta el modelo para estimar el radio de la Tierra.
6. Exporta su trabajo en un archivo portable (pdf).
7. Entrega archivo para recibir retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Calculadora científica y cuaderno de apuntes.
- Python en Colab/Jupyter para graficar datos y realizar ajustes.
- Pizarrón para el modelo geométrico.

Práctica 3: Incertidumbre, cifras significativas y vectores

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Resuelve problemas de propagación de errores en operaciones básicas.
3. Redondea resultados con el número correcto de cifras significativas.
4. Identifica magnitudes escalares y vectoriales en ejemplos físicos.
5. Representa gráficamente operaciones vectoriales en Python/NumPy.
6. Exporta su trabajo en un archivo portable (pdf).
7. Entrega archivo para recibir retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Apuntes de metrología básica.
- Manual de Física General.
- Python con librería NumPy.
- Cuaderno de apuntes.
- Ejercicios de propagación de errores.

Práctica 4: Gráficas de MRU y MRUA

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Resuelve problemas de posición, velocidad y aceleración en MRU y MRUA.
3. Emplea tablas de valores para organizar resultados.
4. Programa gráficas de $x(t)$, $v(t)$ y $a(t)$ en Python.
5. Analiza la dependencia de las trayectorias con los parámetros iniciales.
6. Exporta su trabajo en un archivo portable (pdf).
7. Entrega archivo para recibir retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Bibliografía básica de Física General.
- Cuaderno de ejercicios de cinemática.
- Apuntes de cinemática.
- Python con Matplotlib.
- Cuaderno de apuntes.

Práctica 5: Caída libre y derivada numérica

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Describe el problema de la caída libre en el marco de la cinemática: posición en función del tiempo $y(t)$.
3. Genera una tabla de valores de posición $y(t)$ para distintos instantes de tiempo.
4. Aplica diferencias finitas para estimar la velocidad y la aceleración a partir de los datos de posición.

5. Grafica posición, velocidad y aceleración en Python y analiza la consistencia con las expresiones teóricas.
6. Exporta su trabajo en un archivo portable (pdf).
7. Entrega archivo para recibir retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Fórmulas de cinemática.
- Pizarrón para discutir derivadas y diferencias finitas.

Práctica 6: Movimiento circular y velocidad angular

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Analiza el movimiento circular uniforme a partir de la posición de un objeto sobre una circunferencia.
3. Genera una tabla de coordenadas $(x(t), y(t)) = (R \cos \omega t, R \sin \omega t)$ en distintos instantes de tiempo.
4. Utiliza derivadas numéricas (diferencias finitas) para calcular componentes de velocidad y aceleración a partir de la tabla de posiciones.
5. Grafica en Python las trayectorias, vectores de velocidad y aceleración, y discute su relación con el modelo teórico (aceleración centrípeta).
6. Exporta su trabajo en un archivo portable (pdf).
7. Entrega archivo para recibir retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Pizarrón para representar el círculo y vectores.
- Cuaderno de apuntes.

Práctica 7: Movimiento relativo y efecto Doppler

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Deduce la relación entre la frecuencia percibida de una onda cambia si la fuente y el observador se mueven uno respecto al otro (Efecto Doppler).
3. Simula en Python distintos escenarios (fuente en reposo/observador en movimiento; fuente en movimiento/observador en reposo).
4. Grafica la frecuencia percibida en función de la velocidad relativa entre fuente y observador.
5. Analiza los resultados y discute aplicaciones físicas y cotidianas (sirenas, radar, astronomía).
6. Genera un esquema digital del efecto Doppler.
7. Entrega esquema digital para su retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Plataforma de diseño digital (Canva).
- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Fórmulas de cinemática.
- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Unidad III. Dinámica

Práctica 8: Diagramas de cuerpo libre

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Identifica fuerzas reales en distintos escenarios físicos.
3. Elabora diagramas de cuerpo libre para sistemas con planos y poleas.
4. Resuelve ejercicios aplicando la primera ley de Newton.
5. Compara y discute las representaciones en equipo.
6. Genera una infografía con la explicación de cómo se realiza un diagrama de cuerpo libre.
7. Entrega infografía para recibir retroalimentación docente y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Hojas con problemas propuestos por el profesor.
- Pizarrón para resolver en grupo.
- Cuaderno de apuntes.
- Plataforma de diseño digital (Canva).

Práctica 9: Segunda ley de Newton en 1D

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Resuelve problemas aplicando $F=ma$ con fuerzas constantes y con fricción.
3. Analiza casos de fuerzas variables (resorte ideal).
4. Simula en Python el movimiento de un objeto con fuerza constante.
5. Compara resultados analíticos y computacionales.
6. Redacta informe digital con resultados de la práctica.
7. Entrega informe digital para recibir retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Apuntes de dinámica.
- Python en Colab/Jupyter.
- Cuaderno de apuntes.

Práctica 10: Partícula en un plano inclinado

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Analiza el movimiento de una partícula sobre un plano inclinado de ángulo θ , con y sin fricción.
3. Dibuja el diagrama de cuerpo libre, y descompone el peso en componentes paralelas y perpendiculares al plano.
4. Deriva las ecuaciones de movimiento usando la segunda ley de Newton.
5. Simula en Python la posición y velocidad de la partícula en función del tiempo.
6. Compara resultados analíticos y numéricos; evalúa el efecto de la fricción.
7. Redacta informe digital de la práctica.
8. Entrega informe para recibir retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Fórmulas de cinemática.
- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para diagramas de cuerpo libre.

Práctica 11: Partícula en un plano inclinado con rebotes

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Plantea el modelo de una partícula desciende por un plano inclinado y rebota elásticamente en el piso al llegar al borde.
3. Descompone la aceleración en el plano y usa la conservación del momento en los rebotes (colisión elástica).
4. Simula en Python la posición de la partícula durante varias trayectorias: deslizamiento en el plano + salto parabólico + rebote.
5. Grafica la trayectoria completa para ilustrar los rebotes.
6. Analiza cómo cambian la altura y la distancia recorrida en cada rebote y discute la idealización del modelo (sin pérdida de energía).
7. Diseña una infografía que involucre el diagrama del problema, solución, resultados y conclusiones.
8. Entrega infografía para recibir retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Fórmulas de cinemática.
- Cuaderno de apuntes.
- Plataforma de diseño digital (Canva).

Práctica 12: Oscilador armónico simple

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Describe el movimiento de una masa que oscila unida a un resorte ideal.
3. Explica cómo la fuerza recuperadora del resorte provoca un movimiento periódico.
4. Representa en Python la posición, la velocidad y la aceleración de la masa a lo largo del tiempo.
5. Compara los resultados obtenidos con una simulación numérica mediante el método de Euler.
6. Analiza cómo la energía se transforma continuamente entre cinética y potencial durante la oscilación.
7. Redacta reporte digital con los resultados de la práctica.
8. Entrega reporte para recibir retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Apuntes del curso de mecánica.
- Python en Colab/Jupyter con NumPy y Matplotlib.
- Pizarrón para esquematizar el sistema masa-resorte.
- Cuaderno de apuntes para registrar resultados y conclusiones.

Práctica 13: Las leyes de Kepler y el movimiento planetario

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Analiza cómo los planetas se mueven alrededor del Sol siguiendo trayectorias elípticas y tiempos de recorrido regulares.
3. Investiga las tres leyes de Kepler y discute su significado físico en términos de órbita, áreas barridas y periodos.
4. Implementa en Python un modelo orbital; calcula la trayectoria y grafica la órbita.
5. Verifica con la simulación cómo cambia la velocidad a lo largo de la órbita y lo relaciona con la segunda ley de Kepler.
6. Participa en discusión grupal sobre la importancia de estas leyes como base del modelo gravitacional de Newton.
7. Realiza un cuadro comparativo con los tipos de trayectorias y las condiciones iniciales para que ocurran.
8. Entrega el cuadro comparativo en formato digital para recibir retroalimentación y agrega al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Fórmulas de cinemática.
- Cuaderno de apuntes.
- Plataforma de diseño digital (Canva).

Práctica 14: Fuerzas en un elevador

Duración

03 horas

Procedimiento

- Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
- Realiza esquema de las fuerzas que actúan sobre una persona o un objeto dentro de un elevador en diferentes situaciones (subida, bajada, reposo, frenado).
- Elabora diagramas de cuerpo libre para cada caso, identificando el peso y la fuerza normal.

- Resuelve ejercicios numéricos sencillos para determinar la fuerza aparente percibida en cada situación.
- Simula en Python la variación de la fuerza normal en función del movimiento del elevador.
- Discute en forma grupal aplicaciones prácticas y cotidianas de este análisis (sensación de “peso” y “ligereza”).
- Redacta un reporte digital de la práctica.
- Entrega el reporte para recibir retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Fórmulas de cinemática.
- Cuaderno de apuntes.

Práctica 15. Fuerzas fundamentales y unidades naturales

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Identifica las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza y su relevancia en distintos fenómenos físicos.
3. Compara sus intensidades relativas mediante ejemplos conceptuales (gravitación en planetas, electromagnetismo en átomos, interacción nuclear en núcleos).
4. Introduce la idea de construir unidades naturales a partir de constantes fundamentales de la naturaleza (velocidad de la luz, constante de Planck, constante gravitacional).
5. Utiliza Python para calcular órdenes de magnitud de longitudes, tiempos y masas en unidades naturales.
6. Discute en equipo cómo estas unidades marcan los límites del conocimiento actual en Física (cosmología y física cuántica).
7. Diseña en equipo una infografía de formato libre sobre las fuerzas fundamentales.
8. Presenta la infografía digital frente al grupo y recibe retroalimentación.
9. Anexa infografía al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Bibliografía de Física General o de divulgación (constantes fundamentales).
- Tabla de constantes físicas básicas.
- Python en Colab/Jupyter con NumPy.
- Pizarrón para esquemas comparativos.
- Cuaderno de apuntes para cálculos y reflexiones.
- Plataforma de diseño digital (Canva).

Unidad IV. Trabajo y energía

Práctica 16: Trabajo y energía cinética

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Resuelve ejercicios aplicando el teorema trabajo-energía.
3. Calcula el trabajo realizado por fuerzas constantes y variables.
4. Simula en Python la variación de la energía cinética en un sistema simple.
5. Relaciona los resultados con ejemplos físicos cotidianos.
6. Digitaliza sus ejercicios resueltos.
7. Entrega los ejercicios para su retroalimentación y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Fórmulas de cinemática.
- Cuaderno de apuntes.
- Problemario con ejercicios de trabajo y energía.

Práctica 17: Diagramas de energía en sistemas unidimensionales

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Escribe las ecuaciones que relacionan la energía cinética, potencial y mecánica total en un sistema de una dimensión (ejemplo: masa en resorte, partícula en un pozo de potencial, caída libre).
3. Plantea ejemplos concretos y construye tablas con los valores de energía en distintos puntos de la trayectoria.
4. Representa en Python las gráficas de energía cinética, energía potencial y energía total en función de la posición.
5. Interpreta los diagramas de energía e identifica regiones de movimiento permitido y puntos de retorno.
6. Discute en grupo la utilidad de los diagramas de energía como herramienta para predecir la dinámica de un sistema.
7. Elabora un documento con todas las gráficas y explicaciones a manera de reporte.
8. Entrega el reporte para recibir retroalimentación docente y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Fórmulas de cinemática.
- Cuaderno de apuntes.

Práctica 18: Potenciales en dos dimensiones

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Calcula energía potencial en distintos campos conservativos.
3. Resuelve problemas de equilibrio estable e inestable.
4. Grafica curvas de potencial en Python.
5. Relaciona gráficas con trayectorias posibles.
6. Diseña un esquema digital que muestra la relación entre el potencial y trayectoria.
7. Entrega el esquema para recibir retroalimentación docente y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Fórmulas de cinemática.
- Cuaderno de apuntes.
- plataforma de diseño digital (Canva)

Práctica 19: Fuerzas conservativas y energía potencial

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Identifica y analiza ejemplos de fuerzas conservativas (gravitatoria, elástica) frente a fuerzas no-conservativas (fricción).
3. Elabora tablas comparativas con el trabajo realizado por cada fuerza en trayectorias distintas.
4. Representa gráficamente la energía potencial asociada a una fuerza conservativa en función de la posición.

5. Usa Python para simular el movimiento de una partícula bajo una fuerza conservativa y mostrar la conservación de la energía mecánica.
6. Redacta una discusión sobre cómo los diagramas de energía permiten predecir el comportamiento del sistema.
7. Elabora infografía con las tablas y las gráficas generadas.
8. Entrega infografía para recibir retroalimentación docente y anexa al portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Bibliografía básica de Física General (tema de trabajo y energía).
- Apuntes de fuerzas y conservación de la energía.
- Python en Colab/Jupyter con NumPy y Matplotlib.
- Pizarrón para esquematizar trayectorias y diagramas.
- Cuaderno de apuntes para cálculos y reflexiones.
- Plataforma de diseño digital (Canva).

IX. MÉTODO DE TRABAJO

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	40 %
– Bitácora de resolución de problemas	20 %
– Tareas	20 %
– Portafolio integrador de evidencias	20 %
Total	100 %

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Alonso, M., & Finn, E. J. (1967–1970). *Fundamental university physics* (Vols. 1–3). Addison-Wesley. [clásica]

Giancoli, D. C. (2021). *Physics: Principles with applications* (7th ed.). Pearson.

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2021). *Fundamentals of physics* (12th ed.). Wiley.

Serway, R. A., & Jewett, J. W., Jr. (2018). *Physics for scientists and engineers with modern physics* (10th ed.). Cengage.

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2020). *Sears and Zemansky's university physics with modern physics* (15th ed.). Pearson.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Falstad, P. (s. f.). *Falstad Physics and Math Applets*. <https://www.falstad.com>

Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (s. f.). *The Feynman Lectures on Physics, Vol. I: Mainly Mechanics, Radiation, and Heat* [Edición web]. Caltech.
https://www.feynmanlectures.caltech.edu/I_toc.html

Ling, S. J., Sanny, J., & Moebs, W. (2016). *University physics volume 1*. OpenStax.
<https://openstax.org/details/books/university-physics-volume-1>

Massachusetts Institute of Technology. (s. f.). *8.01SC Classical Mechanics* (Curso completo). MIT OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu/courses/8-01sc-classical-mechanics-fall-2016/>

Neumann, E. (s. f.). *myPhysicsLab: Physics Simulation with JavaScript*. <https://www.mypysicslab.com>

OpenStax. (2016–). *University Physics, Volume 1*. OpenStax. <https://openstax.org/details/books/university-physics-volume-1>

PhET Interactive Simulations. (s. f.). *PhET Interactive Simulations*. University of Colorado Boulder. <https://phet.colorado.edu>

Schroeder, D. V. (s. f.). *Physics Simulations in Python*. <https://physics.weber.edu/schroeder/scicomp/PythonManual.pdf>

SymPy Development Team. (s. f.). *SymPy documentation: physics.mechanics*. <https://docs.sympy.org/latest/modules/physics/mechanics/index.html>

XII. PERFIL DOCENTE

Se requiere que la persona docente cuente con Licenciatura en Física y, preferentemente, con estudios de posgrado en un área afín, así como con al menos dos años de experiencia en docencia. Deberá poseer dominio de la mecánica clásica incluyendo cinemática, dinámica, trabajo y energía, y leyes de conservación y contar con la capacidad de explicar estos contenidos con rigor y claridad. Asimismo, deberá manejar software de cálculo y visualización, así como herramientas en Python y Google Colab, e integrar de manera responsable el uso de inteligencia artificial para fortalecer el pensamiento computacional del estudiantado. Se espera que promueva la disciplina, la honestidad académica, el trabajo colaborativo y la actualización continua.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada.
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Cálculo Integral
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 04 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos: 08
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Juan Crisóstomo Tapia Mercado
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Cálculo Integral es fundamental en la etapa básica de los programas ciencias exactas porque representa uno de los conceptos más importantes del análisis matemático; en combinación con la derivada permite entender el Teorema Fundamental del Cálculo y resolver una amplia variedad de problemas que involucran cambios. Su comprensión y manejo constituyen un preámbulo en el aprendizaje del Cálculo de Varias Variables e incursionar en áreas más avanzadas de las matemáticas como son: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Probabilidad y Métodos Matemáticos de la Física. La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa básica, es de carácter obligatoria y pertenece al área de conocimiento de Matemáticas, es deseable haber cursado la unidad de aprendizaje de Cálculo Diferencial.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar conceptos del Cálculo Integral y las propiedades de la integral definida e indefinida mediante técnicas analíticas y numéricas para resolver integrales de funciones de una variable real y problemas relacionados con la tecnología, ciencias naturales y exactas con disposición al trabajo colaborativo, respeto y responsabilidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio integrador

El portafolio debe contener la resolución de problemas y ejercicios con el desglose detallado del proceso y resultados del manejo de los métodos de solución de los diferentes tipos de integrales, se debe considerar lo siguiente para la integración del portafolio:

- Los conceptos fundamentales involucrados en el análisis cuantitativo y cualitativo
- Aplicar los métodos de integración apropiados a situaciones reales, cómo el cálculo de áreas y volúmenes de sólidos de revolución,
- Calcular sumas infinitas examinando el comportamiento de los términos y aplicando los criterios de convergencia típicos, mientras colabora proactivamente con sus compañeros.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia e Inclusión.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Integral de Riemann

Competencia

Manipular la integral de Riemann mediante el cálculo de integrales, para resolver problemas de diferentes áreas de ingeniería y ciencias, con actitud analítica, disposición al trabajo en equipo y responsabilidad.

Contenido

- 1.1. Integral de Riemann
 - 1.1.1. Antiderivada
 - 1.1.2. Algunas técnicas de antiderivación
 - 1.1.3. Aplicaciones a ecuaciones diferenciales y movimiento rectilíneo
 - 1.1.4. Definición axiomática de área
 - 1.1.5. Sumas superiores e inferiores.
 - 1.1.6. La integral definida
 - 1.1.7. Teorema del valor medio para integrales
 - 1.1.8. Teoremas fundamentales del cálculo
 - 1.1.9. Integral indefinida
 - 1.1.10. Integración de funciones elementales

Duración

10 horas

Unidad II. Métodos de integración

Competencia

Aplicar los diferentes métodos de integración a través de la identificación de los diferentes tipos de integrandos para resolver integrales de funciones elementales, con actitud ordenada, reflexiva y responsable.

Contenido

- 2.1. Métodos de integración
 - 2.1.1. Cambio de variable, integración por sustitución
 - 2.1.2. Integración por partes
 - 2.1.3. Sustitución Trigonométrica
 - 2.1.4. Función logaritmo natural y su inversa: integración logarítmica y exponencial
 - 2.1.5. Integración de funciones racionales: fracciones parciales

Duración

08 horas

Unidad III. Aplicaciones de la integral

Competencia

Aplicar el concepto de integral y su significado geométrico mediante la determinación de secciones geométricas y su manipulación en el plano o el espacio para calcular áreas, perímetros de superficies irregulares, así como volúmenes de sólidos de revolución, con orden, compromiso y tenacidad.

Contenido

3.1. Aplicaciones de la integral

- 3.1.1. Cálculo del área de una región plana
- 3.1.2. Cálculo de volúmenes de sólidos mediante el método de rebanado
- 3.1.3. Cálculo de volúmenes de sólidos mediante el método de discos
- 3.1.4. Cálculo de volúmenes de sólidos mediante el método de arandelas
- 3.1.5. Cálculo de volúmenes de sólidos mediante el método de capas cilíndricas
- 3.1.6. Cálculo de longitudes de arco: teorema de Pappus
- 3.1.7. La integral impropia: definición, clasificación, convergencia
- 3.1.8. Problemas de aplicación a las ciencias exactas

Duración

08 horas

Unidad IV. Sucesiones y Series

Competencia

Emplear series numéricas y de potencias a través de examinar el comportamiento de los términos y la aplicación de los criterios de convergencia típicos para calcular sumas infinitas o descartar su existencia esto con una actitud participativa, perseverante, paciencia y tolerancia.

Contenido

4.1. Series de Taylor

- 4.1.1. Aproximaciones polinomiales mediante la Fórmula de Taylor
- 4.1.2. Sucesiones
- 4.1.3. Series infinitas de términos constantes, positivos y negativos
- 4.1.4. Criterios de convergencia y divergencia
- 4.1.5. Series de potencias

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I: Integral de riemann

Práctica 1: Exploración gráfica y numérica del concepto de área y sumas de Riemann

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación guiada de su docente sobre la relación entre área, sumas y la integral.
2. Grafica en software (GeoGebra/Desmos) funciones sencillas como la función exponencial, la parábola y la función seno.
3. Construye sumas inferiores y superiores para intervalos de diferente partición.
4. Calcula numéricamente las sumas de Riemann izquierda, derecha y punto medio.
5. Analiza el comportamiento al refinar la partición.
6. Elabora una tabla comparativa entre los valores aproximados y el valor exacto cuando sea posible.
7. Redacta conclusiones sobre convergencia y significado geométrico.
8. Entrega el reporte con resultados de los ejercicios realizados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- GeoGebra o Desmos.
- Calculadora científica.
- Presentación del docente.
- Apuntes de clase.

Práctica 2: Antiderivadas y técnicas básicas de integración

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Revisa la definición de antiderivada y su relación con la integral indefinida.
3. Identifica familias de funciones que comparten derivadas.
4. Resuelve integrales básicas con reglas directas: potencias, trigonométricas, exponenciales.
5. Verifica resultados derivando tus antiderivadas.
6. Compara métodos cuando existan dos formas correctas.
7. Realiza una actividad colaborativa para clasificar integrales según la técnica apropiada.
8. Entrega tu reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Tabla de derivadas e integrales.
- Calculadora simbólica (WolframAlpha opcional).
- Notas de clase.

Práctica 3: Integral definida y teorema fundamental del cálculo

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Repasa el enunciado de los Teoremas Fundamentales del Cálculo vistas en clase.
3. Evalúa integrales definidas usando antiderivadas.
4. Construye gráficas de funciones para interpretar el signo de la integral.
5. Analiza integrales en intervalos invertidos y propiedades de simetría.
6. Evalúa integrales donde el integrando cambia de signo.
7. Escribe una reflexión sobre el significado físico de área neta y área total, y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- GeoGebra / Desmos.
- Tablas de integrales.
- Apuntes del TFC.

Práctica 4: Sumas superiores e inferiores y definición axiomática de área

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Revisa las propiedades axiomáticas del área.
3. Plantea sumas superiores e inferiores para funciones no monótonas.
4. Genera particiones no uniformes en el intervalo asignado.
5. Determina cuándo ambas sumas convergen al mismo valor.
6. Contrasta el resultado con la integral definida.
7. Redacta un análisis final sobre cuándo una función es integrable.
8. Entrega tu reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno cuadriculado.
- GeoGebra.
- Ejemplos proporcionados.

Unidad II: Métodos de integración

Práctica 5: Integración por sustitución (cambio de variable)

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Revisa sustituciones directas y trigonométricas básicas.
3. Identifica integrales donde la composición de funciones lo sugiera.
4. Resuelve integrales que requieran manipulación algebraica previa.
5. Verifica la corrección reconstruyendo el diferencial.
6. Resuelve ejercicios avanzados propuestos por el docente.
7. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Notas de métodos de integración.
- Calculadora.
- Software simbólico opcional.

Práctica 6: Integración por partes

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Revisa la deducción de la fórmula desde la regla del producto vista en clase.
3. Selecciona la función $u(x)$ y el diferencial dv .
4. Resuelve integrales algebraicas, trigonométricas y logarítmicas
5. Aplica integración por partes repetida.
6. Resuelve integrales que regresan a la original.
7. Documenta el procedimiento paso a paso.
8. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Ejemplos resueltos.
- GeoGebra.

Práctica 7: Sustitución trigonométrica

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Repasa identidades trigonométricas fundamentales vistas en clase.
3. Identifica las formas estándar que requieren sustituciones $x = a \sin \theta$, $x = a \tan \theta$, $x = a \sec \theta$.
4. Realiza el trazo geométrico que justifica cada sustitución.
5. Resuelve integrales con raíces cuadradas de expresiones cuadráticas.
6. Regresa a la variable original mediante triángulos de referencia.
7. Elabora un reporte con diagramas.
8. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Tabla de identidades trigonométricas.
- Notas del docente.

Práctica 8: Integración racional y fracciones parciales

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Revisa la clasificación de denominadores: lineales, cuadráticos e irreducibles vistas en clase.
3. Descompón integrales racionales en fracciones parciales.
4. Ajusta coeficientes mediante igualación o comparación.
5. Resuelve integrales resultantes usando técnicas previas.
6. Verifica la respuesta mediante derivación.
7. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Tabla de fracciones parciales.
- Calculadora algebraica.
- Software CAS (opcional).

Unidad III: Aplicaciones de la integral

Práctica 9: Cálculo de áreas entre curvas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Representa gráficamente las curvas asignadas.
3. Identifica puntos de intersección.
4. Define correctamente la función superior e inferior en cada intervalo.
5. Plantea la integral del área y calcula el área.
6. Analiza simetrías para simplificar el cálculo.
7. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- GeoGebra.
- Apuntes del tema.

Práctica 10: Volúmenes por rebanado y por discos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Diferencia los métodos de rebanado y discos vistos en clase.
3. Modela la región base y el eje de revolución.
4. Plantea la integral del volumen en cada método.
5. Resuelve problemas con funciones polinómicas y trigonométricas.
6. Interpreta físicamente el significado del volumen de revolución.
7. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- GeoGebra 3D
- Tablas de integrales

Práctica 11: Método de arandelas y capas cilíndricas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Revisa los esquemas geométricos de cada método visto en clase.
3. Compara las ventajas de usar arandelas vs. capas.
4. Plantea integrales de volumen para ejes de revolución desplazados.
5. Realiza un ejercicio mixto donde se compare el resultado por ambos métodos.
6. Analiza errores típicos.
7. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- GeoGebra.
- Guía de ejercicios.

Práctica 12: Integrales impropias en aplicaciones físicas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Revisa la clasificación de integrales impropias: tipo I y II vistas en clase.
3. Aplica el límite para definir la integral.
4. Resuelve problemas de probabilidad, decaimiento, trabajo o distancia infinita.
5. Determina convergencia o divergencia.
6. Presenta un reporte con las conclusiones físicas finales en grupo para su revisión y retroalimentación docente.
7. Entrega reporte final.

Recursos de apoyo

- Apuntes del docente.
- Tabla de límites.

Unidad VI: Sucesiones y Series

Práctica 13: Sucesiones: comportamiento y límites

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Define explícitamente cada sucesión asignada.
3. Evalúa términos iniciales y construye tablas.
4. Identifica si es monótona, acotada o divergente.
5. Determina el límite cuando exista.
6. Representa puntos en el plano (n, a_n) .
7. Concluye sobre la convergencia o divergencia y presenta los argumentos analíticos de manera individual o grupal y recibe retroalimentación docente.
8. Entrega reporte final.

Recursos de apoyo

- GeoGebra.
- Tablas de límites.

Práctica 14: Series numéricas: pruebas de convergencia

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Revisa criterios: razón, raíz, comparación, integral vistos en clase.
3. Analiza la serie asignada y selecciona el criterio adecuado.
4. Realiza el cálculo justificando cada paso.
5. Clasifica la serie como convergente/divergente.
6. Analiza series alternantes y su convergencia condicional.
7. Presenta frente a grupo los resultados de los ejercicios realizados y recibe retroalimentación docente.
8. Entrega reporte final.

Recursos de apoyo

- GeoGebra CAS.
- Apuntes del docente.
- Tabla de derivadas/integrales.

Práctica 15: Series de potencias

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Revisa la definición formal de una serie de potencias y su centro.
3. Calcula el radio de convergencia mediante pruebas estándar.
4. Analiza el intervalo de convergencia evaluando extremos.
5. Comprueba la convergencia mediante ejemplos gráficos.
6. Discute de manera grupal las aplicaciones físicas y recibe retroalimentación docente.
7. Entrega reporte final.

Recursos de apoyo

- GeoGebra CAS.
- Apuntes del docente.
- Tabla de derivadas/integrales.

Práctica 16: Series de Taylor y aproximaciones polinomiales

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente sobre la práctica a realizar.
2. Analiza la fórmula general de Taylor vista en clase.
3. Calcula derivadas sucesivas de la función real que será aproximada por polinomios.
4. Obtén el polinomio de Taylor de orden n .
5. Compara gráficamente la aproximación con la función real.
6. Evalúa errores locales y globales.
7. Presenta frente a grupo las aplicaciones en física o ingeniería y recibe retroalimentación docente.
8. Entrega reporte final.

Recursos de apoyo

- GeoGebra / Desmos
- Apuntes de derivación
- Software simbólico opcional

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

● Evaluaciones parciales	40%
● Participación y tareas	10%
● Portafolio integrador	50%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Apostol, T. (2005). *Calculus*, vol. 1. Ed. Reverté. [clásica]

Boyce, W.E. y DiPrima, R. C. (s.f.). *Cálculo*. Ed. CECSA.

Larson, R. E. y Edwards, B. (2023). *Cálculo*. CENGAGE.

Leithold, L. (1994). *El Cálculo*. Oxford. [clásica]

Stewart J., Clegg, D. Watson, S. (2021). *Cálculo de una variable: trascendentes tempranas*. CENGAGE.

Spivak, M. (1998). *Calculus*. Ed. Reverté. [clásica]

Thomas, G. (2010). *Cálculo*. Ed. Pearson. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Aguilar, A. (2016). *Cálculo diferencial e integral*. Mc Graw Hill. [clásica]

Fuenlabrada, S. (2013). *Cálculo integral*. Pearson. [clásica]

Oteyza, E., Lam, E., Hernández, C y Carrillo, A. (2019). *Cálculo diferencial e integral*. Pearson.

René, M., Estrada. R. (2020). *Cálculo integral*. Pearson.

Swokowski, E. A. (1982). *Cálculo con Geometría analítica*. Grupo Editorial Iberoamérica. [clásica]

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente que imparta la unidad de aprendizaje de Cálculo Integral debe contar con título de Licenciatura en Física, Matemáticas o área afín, con conocimientos de los diferentes métodos de solución de integrales, cálculo de áreas y volúmenes de sólidos de revolución, así como series y su convergencia, utilizando procedimientos analíticos y numéricos, para aplicarlas en la solución de problemas de las ciencias naturales y exactas, preferentemente con estudios de posgrado y experiencia docente mínima de un año. Ser una persona analítica, respetuosa, responsable y proactiva, contar con facilidad de expresión y fomentar la participación individual y en equipo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Álgebra Lineal
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 04 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos: 08
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Juan Crisóstomo Tapia Mercado Ramón Carrillo Bastos Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito es que el estudiantado aplique los conceptos y propiedades básicas de espacios vectoriales, transformaciones lineales, matrices, sistemas de ecuaciones lineales, determinantes, valores y vectores propios, que constituyen la base del álgebra lineal. Estos contenidos sustentan el desarrollo de la propia disciplina y de otras áreas de las ciencias naturales, exactas, computacionales y de datos. La unidad es de carácter obligatorio, se ubica en la etapa básica de la formación y pertenece al área de conocimiento de Matemáticas.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los conceptos básicos del álgebra lineal, mediante el estudio y uso de espacios vectoriales, matrices, sistemas de ecuaciones lineales, transformaciones lineales, determinantes y valores y vectores propios, para modelar y resolver problemas sencillos de la propia disciplina y de otras áreas de las ciencias, con rigor, iniciativa y disposición al trabajo en equipo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Resolución de problemas teóricos y realización de prácticas de taller y computacionales, con desglose claro del procedimiento y de los resultados obtenidos.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Espacios vectoriales

Competencia

Emplear el concepto de espacio vectorial sobre $\mathbb{R}$ y sus propiedades, mediante la descripción axiomática y resultados básicos, para modelar y resolver problemas de las ciencias, con iniciativa, rigor y pensamiento crítico.

Contenido

1.1. Introducción

1.1.1. Motivación y ejemplos en $\mathbb{R}^n$ (geometría en el plano y en el espacio)

- 1.2. Definición y propiedades de espacio vectorial sobre $\mathbb{R}$
- 1.3. Subespacios vectoriales: criterio, propiedades y operaciones (suma e intersección)
- 1.4. Combinaciones lineales y conjuntos generadores
- 1.5. Dependencia e independencia lineal
- 1.6. Bases y dimensión
- 1.7. Coordenadas de un vector respecto a una base
- 1.8. Cambio de base en dimensión baja como reinterpretación de coordenadas en distintas bases (sin lenguaje matricial formal)

Duración

06 horas

Unidad II. Matrices y sistemas de ecuaciones lineales

Competencia

Resolver sistemas de ecuaciones lineales mediante técnicas matriciales básicas que comprenden la expresión del sistema en la forma $Ax = b$, la reducción por renglones y el uso elemental de determinantes en casos de baja dimensión, para interpretar los resultados en términos de existencia y unicidad de soluciones en problemas sencillos de las ciencias, con actitud ordenada, colaborativa y responsable.

Contenido

- 2.1. Sistemas de ecuaciones lineales y forma matricial
 - 2.1.1. Formulación de sistemas lineales en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$
 - 2.1.2. Matriz de coeficientes, vector de incógnitas y vector de términos independientes
 - 2.1.3. Escritura de un sistema en la forma $Ax = b$
- 2.2. Matriz ampliada y reducción por renglones
 - 2.2.1. Matriz ampliada de un sistema lineal
 - 2.2.2. Operaciones elementales por renglones
 - 2.2.3. Forma escalonada (y, en casos sencillos, forma escalonada reducida)
 - 2.2.4. Resolución de sistemas lineales mediante reducción por renglones (método de eliminación Gaussiana)
- 2.3. Rango y clasificación de sistemas
 - 2.3.1. Idea de rango de una matriz a partir de su forma escalonada
 - 2.3.2. Criterios de existencia y unicidad de solución según los rangos de A y $[A|b]$
 - 2.3.3. Descripción del conjunto solución (única solución, infinitas soluciones, sin solución)
- 2.4. Determinantes básicos
 - 2.4.1. Definición y cálculo del determinante de matrices 2×2
 - 2.4.2. Cálculo del determinante de matrices 3×3 en casos sencillos
 - 2.4.3. Criterio $\det(A) \neq 0 \Leftrightarrow A$ es invertible (enunciado y ejemplos simples)
 - 2.4.4. Regla de Cramer para sistemas de ecuaciones lineales 2×2 y 3×3 : enunciado, uso en ejemplos concretos y discusión de sus limitaciones

frente a métodos más generales.

2.5. Contenidos opcionales (si el tiempo lo permite)

2.5.1. Interpretación geométrica elemental del determinante como factor de escala de áreas en $\mathbb{R}^2$

2.5.2. Ejemplos muy sencillos de modelación de problemas mediante sistemas lineales $Ax = b$

Duración

08 horas

Unidad III. Transformaciones lineales y representación matricial

Competencia

Emplear el concepto de transformación lineal entre espacios vectoriales reales de dimensión finita, mediante su representación matricial en la base estándar y el análisis de su núcleo e imagen, para plantear, analizar y resolver problemas sencillos de las ciencias, con actitud analítica, rigurosa y propositiva.

Contenido

3.1. Definición y ejemplos de transformaciones lineales

3.1.1. Transformaciones lineales $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ y $T: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$ (escalamientos, proyecciones y simetrías sencillas) como ejemplos geométricos

3.1.2. Transformaciones que no son lineales (ejemplos y contraejemplos)

3.2. Núcleo e imagen de una transformación lineal

3.2.1. Definición de $\ker(T)$ e $\text{im}(T)$ en espacios de dimensión finita

3.2.2. Interpretación de $\ker(T)$ como conjunto de soluciones de $T(x) = 0$

3.2.3. Interpretación de $\text{im}(T)$ como conjunto de todos los valores posibles $T(x)$

3.3. Teorema de la dimensión (versión básica)

3.3.1. Relación $\dim(\text{dom}(T)) = \dim(\ker(T)) + \dim(\text{im}(T))$ en ejemplos sencillos de $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$

3.3.2. Conexión con la clasificación de sistemas lineales estudiada en la Unidad II

3.4. Representación matricial en la base estándar

3.4.1. Matriz asociada a una transformación lineal $T: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ respecto a la base estándar

3.4.2. Cálculo de la matriz de T a partir de $T(e_1)$, $T(e_2)$, ..., $T(e_n)$

3.4.3. Uso de la matriz asociada para calcular $T(x)$ mediante multiplicación de matrices

3.5. Interpretación de espacios columna y nulo

3.5.1. Espacio columna de una matriz como imagen de la transformación lineal asociada

3.5.2. Espacio nulo de una matriz como núcleo de la transformación lineal asociada

3.6. Contenidos opcionales (si el tiempo lo permite)

3.6.1. Inyectividad y sobreyectividad de transformaciones lineales en $\mathbb{R}^n$

3.6.2. Isomorfismos lineales entre espacios de la misma dimensión (idea intuitiva)

3.6.3. Composición de transformaciones lineales y su efecto en la matriz asociada

Duración

06 horas

Unidad IV. Productos escalares y ortogonalidad

Competencia

Emplear el concepto de producto escalar en $\mathbb{R}^n$ y sus propiedades básicas, mediante el cálculo de normas, distancias, ángulos, relaciones de ortogonalidad y la construcción de bases ortonormales sencillas, para resolver problemas elementales de geometría y proyecciones en espacios euclidianos, con rigor, claridad y disposición al trabajo colaborativo.

Contenido

- 4.1. Producto escalar en $\mathbb{R}^n$
 - 4.1.1. Definición de producto escalar usual en $\mathbb{R}^n$
 - 4.1.2. Propiedades básicas (bilinealidad, simetría, positividad)
 - 4.1.3. Norma de un vector y distancia entre vectores inducidas por el producto escalar
 - 4.1.4. Ángulo entre vectores en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$ (interpretación geométrica)
- 4.2. Ortogonalidad y bases ortonormales
 - 4.2.1. Vectores ortogonales y conjuntos ortogonales
 - 4.2.2. Bases ortonormales en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$
 - 4.2.3. Ventajas de trabajar con bases ortonormales (cálculo sencillo de coordenadas)
- 4.3. Proyecciones ortogonales sencillas
 - 4.3.1. Proyección ortogonal de un vector sobre una recta en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$
 - 4.3.2. Descomposición de un vector como suma de componente paralela y perpendicular a una recta
- 4.4. Ortonormalización de Gram–Schmidt
 - 4.4.1. Idea del procedimiento de Gram–Schmidt para construir una base ortonormal a partir de dos o tres vectores linealmente independientes en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$
 - 4.4.2. Aplicaciones sencillas: obtención de una base ortonormal a partir de una base cualquiera en $\mathbb{R}^2$ o $\mathbb{R}^3$
- 4.5. Extensiones y aplicaciones adicionales (si el tiempo lo permite)
 - 4.5.1. Proyección ortogonal de un vector sobre un plano generado por dos vectores ortogonales
 - 4.5.2. Matrices ortogonales básicas en $\mathbb{R}^2$ (rotaciones y reflexiones) como ejemplos de transformaciones que preservan el producto escalar

Duración

06 horas

Unidad V. Conceptos fundamentales de valores y vectores propios

Competencia

Usar las propiedades básicas de los valores y vectores propios de matrices reales de tamaño pequeño, mediante su definición y resultados elementales, para analizar situaciones sencillas de la misma disciplina y de las ciencias exactas, con actitud propositiva, crítica y responsable.

Contenido

5.1. Definiciones básicas

5.1.1. Autovalores (valores propios) y autovectores (vectores propios) de una matriz cuadrada

5.1.2. Ejemplos en matrices 2×2 y 3×3 sencillas

5.2. Polinomio característico y ecuación característica

5.2.1. Polinomio característico de matrices 2×2 y 3×3 en casos simples

5.2.2. Ecuación característica y cálculo de valores propios en ejemplos concretos

5.3. Vectores propios, espacios propios y sus bases

5.3.1. Cálculo de vectores propios asociados a un valor propio dado

5.3.2. Espacio propio como subespacio asociado a un valor propio

5.3.3. Bases de espacios propios en ejemplos sencillos

5.4. Diagonalización básica

5.4.1. Criterio práctico de diagonalización en dimensión pequeña (existencia de n autovectores linealmente independientes)

5.4.2. Ejemplos de matrices diagonalizables y no diagonalizables

5.4.3. Interpretación de la diagonalización en términos de cambios de base sencillos

5.5. Contenidos opcionales (si el tiempo lo permite)

5.5.1. Enunciado del teorema espectral para matrices simétricas reales (sin demostración)

5.5.2. Comentarios sobre aplicaciones a modos normales y sistemas acoplados simples

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Espacios vectoriales

Práctica 1: Espacios vectoriales y subespacios en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$.

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de espacio vectorial sobre $\mathbb{R}$ y el criterio de subespacio.
3. Analiza, en equipo, distintos conjuntos de vectores en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$ (por ejemplo, rectas y planos dados por ecuaciones simples) e identifica cuáles cumplen los axiomas de espacio vectorial con las operaciones usuales.
4. Aplica el criterio de subespacio para decidir si subconjuntos como $\{(x,y,z) \in \mathbb{R}^3 : x + y + z = 0\}$, $\{(x,y,z) \in \mathbb{R}^3 : z = 0\}$ y $\{(x,y,z) \in \mathbb{R}^3 : x = 1\}$ son o no subespacios.
5. Representa gráficamente (a mano o con software de geometría dinámica) ejemplos de subespacios típicos: la recta que pasa por el origen, el plano que pasa por el origen y una recta que no pasa por el origen, explicando por qué este último caso no es subespacio.
6. Elabora una tabla donde clasifica cada conjunto analizado como “espacio vectorial / no espacio vectorial” y “subespacio/ no subespacio”, indicando brevemente el argumento (qué propiedad o axioma falla cuando no lo es).
7. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos (opcional).
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
 - Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional)
 - para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 2: Combinaciones lineales, conjuntos generadores e independencia lineal

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas las definiciones de combinación lineal, conjunto generador, dependencia e independencia lineal.
3. Trabaja en equipo con ejemplos de vectores en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$: calcula combinaciones lineales simples de dos o tres vectores y describe geométicamente el conjunto de todas las combinaciones lineales (recta, plano o todo el espacio).
4. Analiza distintos conjuntos de vectores (por ejemplo S_1, S_2, S_3 en $\mathbb{R}^3$) y decide qué subespacio generan, identificando si hay vectores redundantes que no aportan nada nuevo al espacio generado.
5. Plantea y resuelve sistemas lineales sencillos del tipo $a_1v_1 + a_2v_2 + a_3v_3 = 0$ para determinar si los vectores son linealmente dependientes o independientes, relacionando el resultado con la interpretación geométrica (vectores colineales o coplanares).
6. Usa, de manera guiada, una herramienta computacional básica (por ejemplo Python en Colab, calculadora de la computadora o software de álgebra lineal) para verificar algunos resultados de independencia lineal.
7. Elabora un cuadro de síntesis donde, para cada conjunto de vectores estudiado, indica: subespacio generado, si el conjunto es minimal (posible base) y si es dependiente o independiente, justificando brevemente.
8. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos (opcional).
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
 - Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 3: Bases, dimensión, coordenadas y cambio de base conceptual

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas las definiciones de base, dimensión y coordenadas de un vector respecto a una base.
3. Analiza conjuntos generadores en $\mathbb{R}^3$: a partir de un conjunto dado de vectores, elimina aquellos que resulten redundantes (dependientes) hasta obtener una base de un subespacio y determina su dimensión.
4. Compara distintas bases del mismo subespacio en $\mathbb{R}^2$ o $\mathbb{R}^3$ (por ejemplo, la base estándar y una base oblicua) y verifica que cada conjunto cumple las condiciones de base (independencia y generación).
5. Calcula, resolviendo sistemas lineales sencillos, las coordenadas de varios vectores respecto a dos bases distintas (por ejemplo, la base estándar y una base oblicua en $\mathbb{R}^2$) e interpreta el significado de esas coordenadas.
6. Discute, en equipo, el concepto de cambio de base como cambio de sistema de coordenadas: reflexiona sobre por qué el mismo vector geométrico puede tener representaciones numéricas distintas según la base elegida.
7. Opcionalmente, utiliza una herramienta computacional sencilla para automatizar el cálculo de coordenadas de un vector respecto a una base dada y verifica los resultados obtenidos a mano.
8. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos (opcional).
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
 - Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Unidad II. Matrices y sistemas de ecuaciones lineales

Práctica 4: Sistemas lineales y forma $Ax = b$

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de sistema de ecuaciones lineales y la forma matricial $Ax = b$.
3. En equipo, analiza varios problemas sencillos propuestos por el docente (por ejemplo: balance de mezclas, puntos de equilibrio muy simples, repartos de cantidades) y formula los sistemas de ecuaciones lineales correspondientes en $\mathbb{R}^2$ o $\mathbb{R}^3$.
4. Escribe cada sistema primero en forma de ecuaciones y, posteriormente, en forma matricial, identificando con claridad:
 - a. La matriz de coeficientes A .
 - b. El vector de incógnitas x .
 - c. El vector de términos independientes b .
5. Discute en equipo qué información aporta cada una de estas partes (A , x , b) sobre el problema original.
6. Resuelve al menos dos sistemas de 2×2 y dos de 3×3 utilizando métodos elementales (sustitución o eliminación "a mano") y verifica si las soluciones obtenidas tienen sentido en el contexto del problema.
7. Elabora una tabla de síntesis donde registra, para cada problema:
 - a. El enunciado del problema.
 - b. El sistema en forma de ecuaciones.
 - c. La forma $Ax = b$ con A , x y b claramente identificados.
 - d. La solución encontrada y su interpretación en el contexto.
8. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.
- 9.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos (opcional).
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.

- Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 5: Eliminación Gaussiana, matriz ampliada y clasificación de sistemas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de matriz ampliada $[A|b]$, las operaciones elementales por renglones y el concepto de forma escalonada.
3. Retoma algunos sistemas de 2×2 y 3×3 trabajados en la práctica anterior y otros nuevos propuestos por el docente; para cada uno:
 - a. Escribe la matriz de coeficientes A y la matriz ampliada $[A|b]$.
 - b. Aplica, paso a paso, operaciones elementales por renglones para llevar la matriz ampliada a forma escalonada (y, en uno o dos ejemplos, a forma escalonada reducida).
 - c. Registra explícitamente cada operación realizada y la matriz resultante.
4. A partir de la forma escalonada de $[A|b]$, determina si el sistema tiene:
 - a. Una solución única.
 - b. Infinitas soluciones.
 - c. Ninguna solución.
5. Obtiene las soluciones cuando existan, escribiéndolas en forma explícita (caso de solución única) o paramétrica (caso de infinitas soluciones), y comenta brevemente la interpretación geométrica (intersección de rectas o planos) en al menos dos ejemplos.
6. Identifica, a partir de la forma escalonada, el número de renglones no nulos de la matriz de coeficientes A y discute la idea de rango de A y de $[A|b]$ en ejemplos concretos.
7. Elabora una tabla de síntesis donde registres, para cada sistema:
 - a. La matriz ampliada inicial $[A|b]$.
 - b. Una forma escalonada de $[A|b]$.
 - c. Clasificación del sistema (única solución, infinitas soluciones, sin solución).
 - d. Comentario geométrico, cuando sea posible.
8. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:

- [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos (opcional).
- [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
- Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
- Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 6: Determinantes y regla de Cramer en sistemas pequeños

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de determinante para matrices 2×2 y 3×3 y el criterio $\det(A) \neq 0 \Leftrightarrow A$ es invertible, en ejemplos sencillos.
3. Trabaja en equipo con una colección de matrices 2×2 y 3×3 asociadas a sistemas lineales $Ax = b$:
 - a. Calcula el determinante de cada matriz A usando las fórmulas vistas en clase.
 - b. Clasifica las matrices como “invertibles” ($\det(A) \neq 0$) o “no invertibles” ($\det(A) = 0$) y discute qué implica esto para las soluciones de $Ax = b$.
4. Aplica la regla de Cramer en sistemas 2×2 y, en uno o dos casos simples, en sistemas 3×3 :
 - a. Calcula los determinantes necesarios para obtener las soluciones mediante Cramer.
 - b. Compara las soluciones obtenidas con las halladas por eliminación Gaussiana en la práctica anterior.
5. Discute en equipo las ventajas y limitaciones de la regla de Cramer:
 - a. En qué casos es útil (sistemas pequeños, cuando $\det(A) \neq 0$).
 - b. Por qué no es práctica para sistemas grandes.
6. Opcionalmente, explora un ejemplo sencillo donde el valor absoluto del determinante de una matriz 2×2 se interprete como factor de escala de área (por ejemplo, imagen de un cuadrado bajo una transformación lineal dada por una matriz A).
7. Elabora un cuadro de síntesis donde, para cada sistema estudiado, registra:
 - a. Matriz de coeficientes A y su determinante.
 - b. Clasificación de A (invertible / no invertible).
 - c. Solución mediante regla de Cramer (cuando aplique) y comparación con la solución obtenida por eliminación Gaussiana.
8. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos (opcional).
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
 - Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Unidad III. Transformaciones Lineales

Práctica 7: Exploración de transformaciones lineales en $\mathbb{R}^2$

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en tus notas la definición de transformación lineal $T: V \rightarrow W$ y sus propiedades básicas (preserva la suma de vectores y el producto por escalar).
3. En equipo, analiza una colección de aplicaciones $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ propuestas por el docente (por ejemplo: escalamientos, proyecciones sobre un eje y simetrías respecto a un eje) e identifica cuáles son transformaciones lineales y cuáles no, justificando en cada caso.
4. Para cada aplicación que sí sea transformación lineal, verifica explícitamente en al menos dos ejemplos que $T(u + v) = T(u) + T(v)$ y $T(\alpha u) = \alpha T(u)$ para algunos vectores u , v y escalares α representativos.
5. Representa gráficamente (a mano o con software de geometría dinámica) algunos de los ejemplos más sencillos, mostrando cómo se transforman los vectores de la base estándar y uno o dos vectores adicionales.
6. Elabora una tabla donde, para cada aplicación estudiada, indica: si es o no lineal, una breve justificación y una descripción cualitativa de su efecto geométrico (escala, proyecta y refleja, etc.).
7. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.

- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos.
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
 - Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 8: ¿Es o no es transformación lineal?

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de transformación lineal $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ (preserva suma y producto por escalar).
3. En equipo, analiza una lista breve de aplicaciones $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ dadas por el docente, por ejemplo:
 - a. $T_1(x,y) = (2x, 3y)$;
 - b. $T_2(x,y) = (x + y, y)$;
 - c. $T_3(x,y) = (x + 1, y)$;
 - d. $T_4(x,y) = (0,0)$.
4. Para cada aplicación:
 - a. Verifica, con uno o dos pares de vectores u, v y un escalar α , si se cumple $T(u + v) = T(u) + T(v)$ y $T(\alpha u) = \alpha T(u)$.
 - b. Decide si es transformación lineal o no, y anota en una frase cuál propiedad falla cuando no lo es.
5. Completa una tabla con columnas: nombre de la aplicación, expresión de $T(x,y)$, “¿es lineal?” (sí/no) y breve justificación.
6. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos.
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.

- Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
- Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 9: Núcleo, imagen y matriz asociada en $\mathbb{R}^2$

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en tus notas las definiciones de núcleo $\ker(T)$, imagen $\text{im}(T)$ y matriz asociada de una transformación lineal $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ en la base estándar.
3. En equipo, trabaja con 2 o 3 transformaciones lineales sencillas dadas por el docente, por ejemplo:
 - a. $T_1(x,y) = (x + y, y)$
 - b. $T_2(x,y) = (x - y, x + y)$
 - c. $T_3(x,y) = (0, x + y)$
4. Para cada T :
 - a. Calcula su matriz asociada A en la base estándar usando $T(e_1)$ y $T(e_2)$.
 - b. Resuelve $T(x,y) = (0,0)$ para describir el núcleo $\ker(T)$ como recta o $\{0\}$.
 - c. Describe informalmente la imagen $\text{im}(T)$ (por ejemplo: todo $\mathbb{R}^2$, una recta que pasa por el origen, etc.) a partir de la matriz o de ejemplos de $T(x,y)$.
5. Completa una tabla con columnas: transformación T , matriz A , descripción de $\ker(T)$, descripción de $\text{im}(T)$ y comentario rápido sobre el “efecto geométrico” (por ejemplo: proyecta sobre una recta, mezcla las coordenadas, etc.).
6. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos.
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
 - Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Unidad IV: Productos escalares y ortogonalidad

Práctica 10: Producto escalar, norma, distancia y ángulo

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de producto escalar usual en $\mathbb{R}^n$ y las fórmulas básicas en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$.
3. En equipo, calcula el producto escalar de pares de vectores sencillos en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$ (dados por el docente o propuestos por el equipo) y verifica propiedades básicas como:
 - a. Simetría: $u \cdot v = v \cdot u$.
 - b. Linealidad en cada entrada (en ejemplos concretos).
 - c. Positividad: $u \cdot u \geq 0$ y $u \cdot u = 0$ solo si $u = 0$.
4. A partir del producto escalar, calcula la norma de varios vectores ($\|u\| = \sqrt{u \cdot u}$) y la distancia entre pares de puntos/ vectores en $\mathbb{R}^2$, interpretando geoméricamente estos resultados (longitud de flechas, distancia entre puntos).
5. Utiliza la fórmula del coseno para el ángulo entre vectores en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$ en ejemplos sencillos, y representa algunos de ellos en el plano o en el espacio para visualizar el ángulo calculado.
6. Clasifica pares de vectores como “obtusos”, “agudos” u “ortogonales” de acuerdo con el signo del producto escalar y el valor del ángulo.
7. Elabora una tabla de síntesis con varios ejemplos donde registra, para cada par de vectores:
 - a. u, v .
 - b. $u \cdot v, \|u\|, \|v\|$.
 - c. Ángulo aproximado entre u y v .
 - d. Comentario geométrico (por ejemplo: “casi perpendiculares”, “casi paralelos”, etc.).
8. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos.
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.

- Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 11: Ortogonalidad, bases ortonormales y proyección sobre una recta

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en tus notas las definiciones de ortogonalidad, conjunto ortonormal y base ortonormal en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$.
3. En equipo, analiza distintos conjuntos de vectores en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$ para determinar:
 - a. Si contienen pares de vectores ortogonales (usando el producto escalar).
 - b. Si forman conjuntos ortonormales (ortogonales y de norma 1).
4. Normaliza varios vectores no nulos (es decir, construye vectores de norma 1 en la misma dirección) y a partir de ellos forma pequeños conjuntos ortonormales en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$.
5. Discute, con ejemplos numéricos sencillos, las ventajas de trabajar con bases ortonormales (por ejemplo, la fórmula simple para las coordenadas de un vector respecto a una base ortonormal).
6. Aplica la fórmula de proyección ortogonal de un vector sobre una recta en $\mathbb{R}^2$:
 - a. Elige un vector no nulo u que genere la recta y un vector v cualquiera.
 - b. Calcula la proyección de v sobre la recta generada por u y la componente perpendicular correspondiente.
 - c. Representa gráficamente algunos ejemplos y comenta la interpretación geométrica de la proyección.
7. Elabora una tabla de síntesis donde registres:
 - a. Ejemplos de conjuntos ortogonales y ortonormales.
 - b. Casos de proyección de un vector sobre una recta, con los valores de la componente paralela y perpendicular.
8. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos.
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.

- Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 12: Ortonormalización de Gram–Schmidt en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la idea del procedimiento de Gram–Schmidt para construir una base ortonormal a partir de un conjunto de vectores linealmente independientes.
3. En equipo, trabaja con ejemplos concretos de familias de vectores linealmente independientes en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$ (dados por el docente):
 - a. Verifica, en cada ejemplo, que los vectores son linealmente independientes (usando criterios vistos en unidades anteriores, en casos muy sencillos).
 - b. Aplica paso a paso el procedimiento de Gram–Schmidt para obtener primero una base ortogonal y después una base ortonormal del subespacio generado.
4. Registra de forma ordenada cada paso del procedimiento:
 - a. Cálculo de productos escalares necesarios.
 - b. Cálculo de las componentes proyectadas.
 - c. Obtención de los nuevos vectores ortogonales y su normalización.
5. Comprueba, en cada ejemplo, que la base final es realmente ortonormal (verificando ortogonalidad y norma 1) y que genera el mismo subespacio que la familia inicial.
6. Aplica la base ortonormal obtenida para resolver uno o dos problemas sencillos de proyección:
 - a. Proyección de un vector sobre la recta o plano generado por parte de la base ortonormal.
 - b. Descomposición de un vector en componentes respecto a la base ortonormal.
7. Discute en equipo las ventajas de disponer de una base ortonormal al trabajar con productos escalares y proyecciones (simplicidad de las fórmulas, interpretación geométrica clara).
8. Opcionalmente, implementa el procedimiento de Gram–Schmidt para un ejemplo sencillo en una herramienta computacional (por ejemplo, una hoja de cálculo o un pequeño script en Python) y compara los resultados con los cálculos hechos a mano.
9. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.

- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos.
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
 - Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Unidad V. Conceptos fundamentales de valores y vectores propios

Práctica 13: Valores y vectores propios en matrices 2×2

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de autovalor (valor propio) y autovector (vector propio) de una matriz cuadrada.
3. En equipo, trabaja con una colección de matrices reales 2×2 sencillas (proporcionadas por el docente), por ejemplo:
 - a. Matrices diagonales.
 - b. Matrices triangulares.
 - c. Matrices de rotación-escala simples.
4. Para cada matriz:
 - a. Calcula, por ensayo sencillo o usando la ecuación $A v = \lambda v$, algunos pares (λ, v) candidatos.
 - b. Verifica si cumplen la relación $A v = \lambda v$ para decidir si son realmente valores y vectores propios.
5. Discute qué ocurre cuando el vector candidato v es el vector cero y por qué no se considera vector propio.
6. Clasifica los ejemplos de matrices 2×2 según el número de valores propios reales que presentan (uno, dos o ninguno).
7. Elabora una tabla de síntesis donde registres, para cada matriz estudiada:
 - a. A .
 - b. Valores propios reales encontrados.
 - c. Uno o dos vectores propios asociados a cada valor propio.
 - d. Comentario sobre el efecto geométrico aproximado (por ejemplo: estira en una dirección, contrae en otra, etc.).
8. Escribe un informe breve con el desarrollo y las conclusiones de la práctica y lo entrega a su docente para revisión y retroalimentación.
9. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos.
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
 - Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales

Práctica 14: Polinomio característico y cálculo de valores propios

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de polinomio característico $p_A(\lambda) = \det(A - \lambda I)$ para matrices 2×2 y 3×3 en casos sencillos.
3. En equipo, trabaja con varias matrices reales 2×2 y algunas 3×3 de estructura simple (diagonales, triangulares o casi diagonales):
 - a. Calcula el polinomio característico $p_A(\lambda)$ de cada matriz usando determinantes.
 - b. Escribe la ecuación característica $p_A(\lambda) = 0$ y resuélvela para encontrar los valores propios reales.
4. Comprueba que, en el caso 2×2 , el polinomio característico se puede escribir como $\lambda^2 - (\text{tr } A)\lambda + \det(A)$, y lo usa para simplificar algunos cálculos.
5. Relaciona, para cada matriz, los valores propios obtenidos con ejemplos de la práctica anterior en los que se habían encontrado autovalores “a mano”.
6. Discute en equipo qué ocurre cuando el polinomio característico no tiene raíces reales (por ejemplo, en algunas matrices de rotación) y qué significa esto para los valores propios reales.
7. Elabora una tabla de síntesis donde registres, para cada matriz:
 - a. A .
 - b. Polinomio característico $p_A(\lambda)$.
 - c. Valores propios reales encontrados.
8. Escribe un informe breve con el desarrollo y las conclusiones de la práctica y lo entrega a su docente para revisión y retroalimentación.
9. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos.
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
 - Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 15: Espacios propios, bases y significado geométrico

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de espacio propio asociado a un valor propio y la idea de que se trata de un subespacio de $\mathbb{R}^n$.
3. En equipo, selecciona algunas matrices 2×2 y 3×3 sencillas con valores propios reales conocidos (por ejemplo, obtenidos en las prácticas anteriores).
4. Para cada matriz y cada valor propio λ :
 - a. Plantea la ecuación $(A - \lambda I) v = 0$.
 - b. Resuelve el sistema lineal correspondiente para encontrar todos los vectores propios asociados a λ (excepto el vector cero).
 - c. Describe el conjunto solución como un subespacio (recta o plano que pasa por el origen).
5. Identifica una base para cada espacio propio encontrado y discute su dimensión.
6. En el caso de matrices 2×2 , representa en el plano (a mano o con software de geometría dinámica) la dirección de los vectores propios y discute el efecto de la transformación A sobre ellos (escalamiento sin cambio de dirección).
7. Elabora una tabla de síntesis donde registres, para cada matriz:
 - a. Valores propios.
 - b. Una base de cada espacio propio.
 - c. Dimensión de cada espacio propio (dimensión geométrica).
8. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos.
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
 - Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 16: Diagonalización básica y aplicaciones sencillas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la idea de diagonalización $A = PDP^{-1}$ en dimensión pequeña y el criterio práctico: una matriz $n \times n$ es diagonalizable si admite n autovectores linealmente independientes.
3. En equipo, trabaja con matrices 2×2 y 3×3 sencillas con valores propios reales:
 - a. Reúne, para cada matriz, un conjunto de vectores propios correspondiente a cada valor propio.
 - b. Decide si el número total de vectores propios linealmente independientes es igual a la dimensión del espacio (2 o 3). En ese caso, concluye que la matriz es diagonalizable.
4. Para cada matriz diagonalizable:
 - a. Forma la matriz P cuyas columnas son los vectores propios elegidos.
 - b. Forma la matriz diagonal D que contiene los valores propios en la diagonal principal, en el mismo orden que las columnas de P .
 - c. Verifica, en ejemplos concretos, la relación $A \approx PDP^{-1}$ (al menos numéricamente).
5. Discute la interpretación de la diagonalización como un cambio de base que vuelve especialmente simple la acción de A (en la base de autovectores, A actúa como un escalamiento independiente en cada dirección propia).
6. Opcionalmente, analiza un ejemplo sencillo de aplicación (por ejemplo, un sistema lineal discreto $x_{k+1} = A x_k$) donde la diagonalización permite entender fácilmente la evolución en el tiempo en términos de valores propios.
7. Escribe un informe breve con los resultados de la práctica y lo entrega a su docente para revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Computadora o tableta con acceso a software de álgebra lineal y visualización, por ejemplo:
 - [Python en Google Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos sencillos.
 - [GeoGebra](#) o software similar de geometría dinámica para representar vectores y subespacios.
 - Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
 - Opcionalmente, asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente (por ejemplo, herramientas de IA integradas en la plataforma institucional) para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	40 %
– Prácticas de taller	30 %
– Participación en clase	10 %
– Tareas	20 %
Total	100 %

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Flores Godoy, J. J., & Grossman, S. I. (2019). *Álgebra lineal* (8.ªed.). McGraw-Hill.
- Lay, D. C., Lay, S. R., & McDonald, J. J. (2021). *Linear algebra and its applications* (6th ed.). Pearson.
- Poole, D. (2018). *Álgebra lineal: Una introducción moderna* (4.ªed.). Cengage Learning.
- Strang, G. (2023). *Introduction to linear algebra* (6th ed.). Wellesley-Cambridge Press.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Arroyo Paniagua, M. J., & Bromberg Silverstein, S. T. (2021). *Álgebra lineal*. Editorial Trillas.
- Axler, S. (2024). *Linear algebra done right* (4.ª ed.). Springer.
- Axler, S. (2024). *Linear algebra done right* (4.ª ed.). <https://linear.axler.net/>
- Beezer, R. A. (2012). *A first course in linear algebra* (Version 2.90). <http://linear.ups.edu/>
- Friedberg, S. H., Insel, A. J., & Spence, L. E. (2019). *Linear algebra* (5th ed.). Pearson.
- Lang, S. (1987). *Linear algebra* (3rd ed.). Springer. [clásica]
- Lipschutz, S., & Lipson, M. (2012). *Schaum's outline of linear algebra* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Strang, G. (2023). *MIT OpenCourseWare - Linear Algebra*. <https://ocw.mit.edu/courses/18-06-linear-algebra-spring-2010/>
- Strang, G. (s.f.). *Video lectures*. <https://www.youtube.com/playlist?list=PL49CF3715CB9EF31D>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Matemáticas, Física o área afín, preferentemente con posgrado. Se requiere experiencia en docencia universitaria de cursos introductorios de álgebra lineal o matemáticas superiores y dominio sólido de los fundamentos del álgebra lineal, incluyendo espacios vectoriales reales de dimensión finita, transformaciones lineales, matrices, sistemas de ecuaciones lineales, determinantes, ortogonalidad y diagonalización básica. Debe mostrar capacidad para relacionar conceptos abstractos con interpretaciones geométricas en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$, así como familiaridad con aplicaciones elementales en ciencias exactas y naturales. Se busca una persona analítica y responsable, que fomente el pensamiento matemático riguroso con desarrollo gradual, el razonamiento crítico, el uso de herramientas computacionales básicas Python, MATLAB, GeoGebra o similares para visualización y cálculo y el trabajo colaborativo en sus estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Métodos Experimentales de la Física
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 01 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 02 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Extra-clase: 01 Créditos:05
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Héctor Francisco Ortiz Kerbertt Duilio Valdespino Padilla
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Brindar los fundamentos conceptuales, matemáticos y experimentales que permitan comprender, describir y predecir fenómenos de cinemática y dinámica, así como desarrollar habilidades para modelar sistemas físicos e interpretar críticamente resultados experimentales. Su importancia radica en que establece un vínculo entre los fundamentos teóricos y prácticos de la Mecánica elemental, al tiempo que desarrolla las habilidades de planeación y evaluación de experimentos mediante el uso de instrumentación integrada a sistemas de adquisición de datos por computadora.

La asignatura se ubica en la etapa básica, tiene carácter obligatorio, se recomienda cursar simultáneamente con Mecánica y forma parte del área de conocimiento Experimental.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Realizar experimentos de mecánica básica mediante herramientas computacionales e instrumentales para observar, cuantificar, analizar e interpretar los comportamientos y relaciones entre las variables físicas involucradas en los experimentos, con disciplina y responsabilidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Bitácora de los experimentos en la que contenga: datos, cálculos realizados y análisis de resultados, la cual deberá estar organizada por fecha y con presentación.

Reportes semanales de cada práctica de laboratorio que incluyan: fundamentos, datos obtenidos, gráficos, análisis e interpretación de datos experimentales y cuestionario resuelto.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar, implementar y evaluar experimentos en las áreas de la física, utilizando técnicas experimentales y computacionales, así como métodos de análisis de datos, para describir, explicar y predecir fenómenos físicos, con creatividad, disposición al trabajo colaborativo y compromiso con el entorno, en apego a las normas de seguridad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Mediciones, incertidumbres, graficación y ajustes de datos

Competencia

Aplicar los principios de medición y análisis experimental mediante la obtención, representación y ajuste de conjuntos de datos experimentales con el fin de interpretar resultados y evaluar su confiabilidad, de manera crítica y sistemática.

Contenido

- 1.1. Mediciones directas e indirectas
 - 1.1.1. Tipos de errores presentes en las mediciones
 - 1.1.2. Incertidumbre en mediciones directas
 - 1.1.3. Propagación de incertidumbres
- 1.2. Graficación y ajuste de datos experimentales
 - 1.2.1. Método de mínimos cuadrados
 - 1.2.2. Interpolación y extrapolación
 - 1.2.3. Herramientas digitales para graficación y ajustes de datos experimentales
 - 1.2.4. Representación de incertidumbres (barras de incertidumbre)

Duración

03 horas

Unidad II. Cinemática

Competencia

Usar las ecuaciones de la cinemática mediante métodos matemáticos, simulaciones y la observación experimental, para describir el movimiento de cuerpos en una y dos dimensiones con precisión y rigor científico.

Contenido

- 2.1. Movimiento en una dimensión
 - 2.1.1. Velocidad en el movimiento rectilíneo uniforme
 - 2.1.2. Aceleración
 - 2.1.3. Caída libre
- 2.2. Movimiento en dos dimensiones
 - 2.2.1. Lanzamiento de proyectiles
 - 2.2.1.1. Tiempo de vuelo
 - 2.2.1.2. Alcance horizontal

Duración

06 horas

Unidad III. Dinámica y estática

Competencia

Aplicar las leyes de Newton y el principio de conservación de la energía en la descripción y predicción del comportamiento de sistemas mecánicos simples, mediante la resolución de ejercicios, la realización de experimentos básicos y el uso de simulaciones, para analizar el movimiento y evaluar la validez de los modelos empleados, con rigor científico y honestidad.

Contenido

- 3.1. Leyes de Newton
 - 3.1.1. Ley de Hooke
 - 3.1.2. Máquina de Atwood
- 3.2. Energía
 - 3.2.1. Conservación de la energía mecánica
 - 3.2.2. Pendulo simple
- 3.3. Conservación del momento lineal
 - 3.3.1. Colisiones en una dimensión

Duración

07 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Mediciones, propagación de incertidumbres, graficación y ajuste de datos

Práctica 1: Mediciones directas e indirectas y cálculo de incertidumbres sin diferenciales

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Calcula áreas, volúmenes y diferentes variables físicas a partir de datos proporcionados de mediciones directas con sus respectivas incertidumbres.
3. Propaga la incertidumbre en la variable física calculada, mediante los valores máximos y mínimos de los datos proporcionados.
4. Presenta los resultados en la forma de un intervalo y en la forma de medida central más/menos la incertidumbre.
5. Calcula la media de una variable medida directamente varias veces y usa la desviación estándar como incertidumbre del valor de la variable.
6. Presenta el resultado de la media junto con su incertidumbre calculada.

Recursos de apoyo:

- Cuaderno.
- Calculadora.

Práctica 2: Mediciones directas e indirectas y cálculo de incertidumbres con diferenciales**Duración:**

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Calcula áreas, volúmenes y diferentes variables físicas a partir de datos proporcionados de mediciones directas con sus respectivas incertidumbres
3. Propaga la incertidumbre en la variable física calculada mediante una aproximación por diferenciales
4. Presenta los resultados en la forma de un intervalo y en la forma de medida central más/menos la incertidumbre
5. Entrega los ejercicios resueltos

Recursos de apoyo

- Cuaderno
- Calculadora

Práctica 3: Graficación y ajustes de datos**Duración:**

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Gráfica conjuntos de datos experimentales en papel y en una computadora y verifica que el comportamiento sea rectilíneo.
3. Incluye barras de error en las gráficas de dispersión.
4. Hace ajustes lineales a mano y por medio de aplicaciones computacionales para determinar la ecuación de la recta de mejor ajuste.
5. Interpola y extrapola para diferentes valores de las variables involucradas.
6. Entrega los ejercicios resueltos.

Recursos de apoyo:

- Cuaderno.
- Calculadora.
- Computadora, tableta o *smartphone*.

Unidad II. Cinemática

Práctica 4: Velocidad en el movimiento rectilíneo (MR)

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve ejercicios básicos de movimiento rectilíneo uniforme.
3. Usa un simulador para poner a prueba sus soluciones.
4. Entrega los problemas resueltos con las respectivas capturas de pantalla del simulador.

Recursos de apoyo

- Cuaderno.
- Calculadora.
- Computadora, tableta o *smartphone*.
- Simuladores PhET o Geogebra.

Práctica 5: Aceleración

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve ejercicios básicos de movimiento rectilíneo uniforme.
3. Usa un simulador para poner a prueba sus soluciones.
4. Entrega los problemas resueltos con las respectivas capturas de pantalla del simulador.

Recursos de apoyo

- Cuaderno.
- Calculadora.
- Computadora, tableta o *smartphone*.
- Simuladores PhET o Geogebra.

Práctica 6: Movimiento en dos dimensiones

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve a mano ejercicios de movimiento de proyectiles para los que las incógnitas sean ángulos de tiro, alcances, tiempos de vuelo, alturas máximas.

3. Usa un simulador para poner a prueba sus soluciones.
4. Entrega los problemas resueltos con las respectivas capturas de pantalla del simulador.

Recursos de apoyo

- Cuaderno.
- Calculadora.
- Computadora, tableta o *smartphone*.
- Simuladores PhET o Geogebra.

Unidad III. Nombre de la unidad

Práctica 7: Segunda ley de Newton

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve ejercicios donde la fuerzas netas sean cero y diferentes de cero, calculando la aceleración para cada caso.
3. Usa un simulador para poner a prueba sus soluciones.
4. Entrega los problemas resueltos con las respectivas capturas de pantalla del simulador.

Recursos de apoyo

- Cuaderno.
- Calculadora.
- Computadora, tableta o *smartphone*.
- Simuladores PhET o Geogebra.

Práctica 8: Ley de Hooke

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve ejercicios de un sólo resorte para los que haya que calcular la fuerza aplicada, la constante del resorte o la deformación de este.
3. Usa un simulador para poner a prueba sus soluciones.
4. Resuelve ejercicios para sistemas de resortes en serie y en paralelo y hace las simulaciones correspondientes.
5. Entrega los problemas resueltos con las respectivas capturas de pantalla.

Recursos de apoyo

- Cuaderno.

- Calculadora.
- Computadora, tableta o *smartphone*.
- Simuladores PhET o Geogebra.

Práctica 9: Conservación de la energía

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve ejercicios de conservación de la energía para un objeto que cae por una pista curva.
3. Calcula la altura de la que debe caer un objeto que se desliza para que pueda completar un rizo en una pista circular vertical.
4. Usa un simulador para poner a prueba sus soluciones.
5. Entrega los problemas resueltos con las respectivas capturas de pantalla.

Recursos de apoyo

- Cuaderno.
- Calculadora.
- Computadora, tableta o *smartphone*.
- Simuladores PhET o Geogebra.

Práctica 10: Coeficiente de rozamiento estático y dinámico

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve ejercicios de coeficiente de rozamiento estático y dinámico para una masa sobre un plano inclinado variando el ángulo de inclinación.
3. Calcula la aceleración y velocidad de diferentes cuerpos que se deslizan sobre el plano inclinado.
4. Usa un simulador para poner a prueba sus soluciones.
5. Entrega los problemas resueltos con las respectivas capturas de pantalla.

Recursos de apoyo

- Cuaderno.
- Calculadora.
- Computadora, tableta o *smartphone*.
- Simuladores PhET o Geogebra.

Práctica 11: Péndulo simple

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve ejercicios de péndulo simple variando la longitud, la masa y el ángulo de inicial de oscilación.
3. Calcula el periodo de diferentes y las energías presentes en los péndulos.
4. Usa un simulador para poner a prueba sus soluciones.
5. Entrega los problemas resueltos con las respectivas capturas de pantalla.

Recursos de apoyo

- Cuaderno.
- Calculadora.
- Computadora, tableta o *smartphone*.
- Simuladores PhET o Geogebra.

Práctica 12: Conservación del momento lineal

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Hace predicciones acerca de algunas colisiones unidimensionales especiales que se le proponen de dos objetos, sin realizar cálculos: con masas iguales, velocidades iguales y de sentido opuesto, con una de las velocidades igual a cero, con coeficientes de restitución 0 o 1, y con una masa mucho mayor que la otra.
3. Usa un simulador para poner a prueba sus predicciones.
4. Calcula las velocidades después de la colisión y las compara con las del simulador.
5. Observa físicamente el caso de la colisión de una masa pequeña con una masa mucho más grande mediante una pelota de tenis apilada sobre una pelota de baloncesto que se dejan caer al mismo tiempo.
6. Entrega los problemas resueltos con las respectivas capturas de pantalla.

Recursos de apoyo

- Cuaderno.
- Computadora, tableta o *smartphone*.
- Simuladores PhET o Geogebra.
- Pelota de tenis y de baloncesto.

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Mediciones, propagación de errores, graficación y ajustes de datos

Práctica 1: Mediciones directas e indirectas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza mediciones directas de longitudes, espesores y diámetros de objetos rectangulares, esféricos y cilíndricos con ayuda de diferentes instrumentos de medición.
3. Mide el tiempo de diferentes eventos con ayuda de un cronómetro.
4. Indica la precisión, exactitud e incertidumbre de las mediciones.
5. Distingue los tipos de errores involucrados en cada medición.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cinta métrica.
- Vernier.
- Regla.
- Cronómetro.

Práctica 2: Graficación y ajustes de datos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza la gráfica de los datos experimentales proporcionados.
3. Realiza un ajuste por métodos de mínimos cuadrados y ajustes probabilísticos a los datos proporcionados por el docente.
4. Realiza una interpretación de las gráficas obtenidas.
5. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con software de graficación.

Unidad II: Cinemática

Práctica 3: Velocidad en el Movimiento Rectilíneo

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Suelta desde el reposo un balón que rueda sobre un riel con una sección curva y otra recta y horizontal.
3. Cronometra el tiempo que le toma al balón recorrer diferentes distancias sobre el riel.
4. Calcula la velocidad para cada segmento del recorrido.
5. Hace una gráfica de posición versus tiempo y realiza un ajuste lineal si fuera pertinente.
6. Hace una gráfica de velocidad versus tiempo y realiza un ajuste.
7. Interpreta físicamente los parámetros de ajuste.
8. Reporta las velocidades media e instantánea del móvil.
9. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
10. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Riel de aluminio.
- Cronómetro.
- Balines.
- Computadora.

Práctica 4: Aceleración

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Arma un riel de aire con dos fotointerruptores separadas entre sí por alguna distancia predeterminada.
3. Desnivele ligeramente el riel para iniciar el movimiento de un deslizador que es detectado por las fotointerruptores.
4. Realiza gráficas de posición vs. tiempo y posición vs. tiempo cuadrado. Hace los ajustes pertinentes e interpreta físicamente los parámetros de ajuste.
5. Hace una gráfica de velocidad versus tiempo, realiza el ajuste correspondiente e interpreta los parámetros de ajuste.
6. Calcula la aceleración media e instantánea.
7. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Riel de aire.
- Carrito deslizador.
- Fotointerruptores.
- Computadora.

Práctica 5: Caída libre

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Arma un dispositivo automático de cronometraje con un fotointerruptor y una plataforma de paro de reloj.
3. Suelta desde el reposo un objeto en repetidas ocasiones y desde diferentes alturas y cronometra el tiempo de caída.
4. Realiza una gráfica de $2d$ vs. t^2 . Hace los ajustes pertinentes e interpreta físicamente los parámetros de ajuste.
5. Repite para objetos de diferentes masas.
6. Reporta el valor de la aceleración gravitacional obtenida experimentalmente y calcula el error porcentual.
7. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Fotointerruptor con tapete detector.
- Pelotas con diferentes masas.
- Cinta métrica de 10 m.
- Computadora.

Práctica 6: Tiempo de vuelo en tiro horizontal

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Arma un lanzador de proyectiles con un sistema de cronometraje automático con fotointerruptor y plataforma de paro de reloj.
3. Realiza varios disparos horizontales de diferentes alcances y registra el tiempo que le toma al proyectil llegar hasta el suelo, así como la distancia horizontal recorrida.
4. Compara los tiempos registrados y los alcances con lo predicho por las ecuaciones de la Cinemática y obtiene las diferencias porcentuales.

5. Compara experimentalmente el tiempo de vuelo en un tiro horizontal con el tiempo de caída de un objeto desde la misma altura.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Lanzador de proyectiles.
- Fotointerruptor con tapete detector.
- Cinta métrica.
- Nivel de burbuja.
- Computadora.

Práctica 7: Alcance de un proyectil

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Arma un lanzador de proyectiles con un sistema de cronometraje automático con fotointerruptor y plataforma de paro de reloj.
3. Realiza varios disparos con diferentes ángulos de inclinación y desde la altura que tiene la mesa de trabajo respecto al piso.
4. Mide el alcance horizontal y lo compara con lo predicho por las ecuaciones de la Cinemática. Determina la diferencia porcentual entre estos valores.
5. Grafica el alcance versus el ángulo de lanzamiento y determina el ángulo que maximiza el alcance.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Lanzador de proyectiles.
- Fotointerruptor con tapete detector.
- Cinta métrica.
- Nivel de burbuja.
- Computadora.

Unidad III: Dinámica y estática

Práctica 8: Segunda ley de Newton

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Armar un riel de aire con un carrito deslizador, dos fotointerruptores y un sistema de masas y polea para acelerar el carrito.
3. Mantiene constante la fuerza que jala al deslizador, mide la distancia recorrida para diferentes tiempos y grafica de d vs. t^2 .
4. Mantiene fija la distancia y varía la fuerza que jala mueve al deslizador; grafica la fuerza versus t^2 .
5. Hace las gráficas y ajustes pertinentes e interpreta los parámetros de ajuste.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Riel de aire.
- Carro deslizador.
- Fotointerruptores.
- Juego de masas y portamasas.
- Cinta métrica.
- Polea.
- Nivel de burbuja.
- Computadora.

Práctica 9: Ley de Hooke

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Suspende un resorte de un soporte.
3. Cuelga en el extremo inferior del resorte diferentes masas y mide la elongación correspondiente para cada una.
4. Hace una gráfica de elongación versus fuerza, realiza un ajuste lineal y determina la constante del resorte.
5. Repite para resortes de diferente rigidez.
6. Repite para pares de resortes acoplados en serie y en paralelo y determina las constantes equivalentes.
7. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Resortes.
- Juego de masas y portamasa.
- Cinta métrica.
- Soporte universal.

- Computadora.

Práctica 10: Conservación de la energía

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Arma un lanzador de proyectiles con un sistema de cronometraje automático con dos fotointerruptores.
3. Realiza varios disparos verticales y con ayuda de los fotointerruptores determina la velocidad inicial del disparo.
4. Mide la altura máxima que alcanza el proyectil.
5. Mide la masa del proyectil.
6. Calcula la energía cinética inicial y la energía potencial final y calcula la diferencia porcentual de ambas.
7. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Lanzador de proyectiles.
- Fotointerruptores.
- Cinta métrica.

Práctica 11: Coeficiente de rozamiento estático y dinámico

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Sitúa objetos de diferentes materiales en el extremo superior de un plano inclinado y varía el ángulo de inclinación hasta que justo empiezan a deslizarse.
3. Calcula el coeficiente de rozamiento estático mediante el ángulo para el cual se produce el deslizamiento.

Recursos de apoyo

- Plano inclinado.
- Bloques de diferentes materiales.
- Transportador o inclinómetro.

Práctica 12: Péndulo simple

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Monta un péndulo con la máxima longitud posible.
3. Separa la masa del péndulo un ángulo menor de diez grados.
4. Cuando las oscilaciones son regulares toma el tiempo que tardan en ocurrir N oscilaciones para determinar el periodo.
5. Repetir el procedimiento para diez longitudes diferentes del péndulo.
6. Realizar una gráfica de periodo al cuadrado vs la longitud del péndulo.
7. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Soporte.
- Cronómetro.
- Cuerda.
- Masa para colgar.

Práctica 13: Máquina de Atwood

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Monta la máquina de Atwood.
3. Coloca la masa mayor en la parte más alta y deja caer aproximadamente de 1.5 m.
4. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Polea.
- Juego de masas.
- Cuerda.
- Cinta métrica.
- Soporte Universal.

Práctica 14: Conservación del momento lineal

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Determina las masas de los carros.
3. Presione el botón disparador y observe que los carros se mueven hacia los extremos del riel.
4. Experimente con diferentes posiciones de partida, hasta que los dos carros lleguen a sus respectivos extremos, al mismo tiempo.
5. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Riel de aluminio.
- Carro dinámico.
- Nivel.
- Cinta métrica.
- Balanza.

Práctica 15: Proyecto final

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la investigación de algún descubrimiento experimental.
2. Realiza una presentación sobre los puntos más importantes del descubrimiento experimental de tu interés con una duración de 10 a 15 minutos.
3. Entrega del reporte escrito de la investigación realizada.
4. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Artículos científicos.
- Videos de divulgación científica.
- Herramientas digitales.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Diagrama de flujo

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	20%
(Entrega de reportes de resolución de ejercicios)	
- Entrega semanal de reportes de laboratorio	50%
- Bitácora de experimentos	10%
- Presentación oral de experimento libre	20%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Baird, D.C. (1995). *Experimentation: an introduction to measurement theory and experiment design* (3.^a ed.). Prentice-Hall. [clásica].
- Gil, S. (2014). *Experimentos de Física: Usando las TIC y elementos de bajo costo* (1.^a ed.). Alfaomega. [clásica].
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., y Sands, M. (2011). *The Feynman lectures on physics* (Vol. 1). Basic Books. [clásica].
- Serway, R. A., & Jewett, J. W., Jr. (2018). *Física para ciencias e ingeniería* (10.^a ed., Vol. 1). Cengage. [clásica].
- Young, H. D., Freedman, R. A., & Ford, A. L. (2020). *University physics with modern physics* (15.^a ed.). Pearson.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- The Feynman Lectures on Physics* (California Institute of Technology)
<http://www.feynmanlectures.caltech.edu/>.
- University of Colorado Boulder (n.d.). *PhET Interactive Simulations: Physics. PhET*.
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics>
- Ling, S. J., Moebs, W., & Sanny, J. (2016). *University Physics Vol.1. OpenStax*.
<https://openstax.org/details/books/university-physics-volume-2>
- Xu, Y. Y. , *Elastic and Inelastic Collision*, <https://www.geogebra.org/m/J2yAxjyc>

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o área afín, preferentemente con grado de maestría o doctorado y experiencia en docencia universitaria de dos años. Se requiere dominio del uso de equipos de adquisición de datos en tiempo real y manejo competente de interfaces de conexión entre sensores y computadora, así como del software especializado para la captura, visualización y análisis de datos experimentales. Deberá poseer competencias para diseñar e implementar estrategias didácticas activas y ser una persona responsable con alto sentido ético y comprometida con el aprendizaje significativo de las y los estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Herramientas Computacionales para la Física
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 03 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Eta de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ramón Carrillo Bastos José Israel Páez Ornelas
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Promover habilidades de programación en Python y en el uso de librerías científicas para resolver, graficar y analizar problemas en Física. Se orienta a la adquisición de competencias para manipular datos, implementar simulaciones numéricas y simbólicas, así como integrar la inteligencia artificial como recurso de apoyo y aprendizaje. Asimismo, proporciona las bases para utilizar la computadora en la exploración de la Física y las Matemáticas. Se ubica en etapa básica con carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento Computacional.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar herramientas computacionales en Python, mediante la programación estructurada, la visualización, la simulación numérica, el cálculo simbólico y la inteligencia artificial, para resolver y analizar problemas básicos de Física, de manera crítica, responsable y creativa.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elaborar programas en Python que integren estructuras de control, funciones, manipulación de datos, simulaciones numéricas y cálculos simbólicos, acompañados de gráficas, visualizaciones y reportes donde el estudiante documente e interprete fenómenos físicos; asimismo, se considerará el uso crítico y responsable de herramientas de inteligencia artificial como apoyo en la programación y el aprendizaje, la resolución de ejercicios prácticos en clase y talleres, y la presentación de un proyecto integrador final que combine programación, simulación, análisis y comunicación clara de resultados.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar y utilizar programas computacionales aplicando los principios fundamentales de la física para la simulación o modelado de procesos físicos, con responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Programación y tipos de datos en Python

Competencia

Aplicar un entorno de programación en Python y los tipos de datos fundamentales mediante estructuras de control, funciones y manejo de colecciones para desarrollar programas que resuelvan problemas de Física y Matemáticas con rigor, responsabilidad y curiosidad científica.

Contenido

- 1.1. Introducción a la programación
- 1.2. Python en Jupyter/Colab: instalación, entornos y buenas prácticas
- 1.3. Tipos de datos: enteros, flotantes, cadenas, booleanos
- 1.4. Operadores aritméticos, lógicos y relacionales
- 1.5. Jerarquía de operadores
- 1.6. Entrada y salida de datos

Duración

04 horas

Unidad II. Estructuras de control y funciones

Competencia

Diseñar algoritmos utilizando estructuras de control y funciones para modelar y resolver problemas básicos de Física, con disciplina y pensamiento crítico.

Contenido

- 2.1. Condicionales: if, elif, else
- 2.2. Ciclos: for, while, anidados
- 2.3. Funciones: definición, parámetros y retorno
- 2.4. Alcance de variables (scope)
- 2.5. Depuración y pruebas de código

Duración

10 horas

Unidad III. Datos y visualización

Competencia

Analizar resultados de problemas físicos mediante estructuras de datos y librerías de visualización, para interpretar patrones, validar modelos y fundamentar conclusiones y decisiones experimentales, con objetividad y atención al detalle.

Contenido

- 3.1. Listas, tuplas y diccionarios en Python
- 3.2. Operaciones de arreglos numéricos con Numpy: operaciones vectoriales y matriciales
- 3.3. Lectura y escritura de datos con Numpy y pandas
- 3.4. Visualización de datos con Matplotlib: 2D, 3D y campos vectoriales

Duración

04 horas

Unidad IV. Inteligencia artificial como herramienta de aprendizaje y programación

Competencia

Integrar asistentes de programación e inteligencia artificial mediante el uso de entornos de desarrollo, librerías y herramientas de autocompletado para apoyar la resolución de problemas, el aprendizaje y la escritura de código en Física, actuando con responsabilidad, ética académica y pensamiento crítico.

Contenido

- 4.1. Introducción a la IA generativa y asistentes de programación
- 4.2. Buenas prácticas para diseñar *prompts* y validar resultados
- 4.3. Uso de IA para depuración, documentación y explicación de código
- 4.4. Ejemplos: resolución de problemas sencillos de Física con apoyo de IA
- 4.5. Reflexión sobre ética y limitaciones en el uso académico de IA

Duración

04 horas

Unidad V. Cómputo simbólico

Competencia

Resolver problemas físicos elementales mediante manipulación simbólica y álgebra computacional, para interpretar resultados, validar modelos y fundamentar conclusiones, aplicando rigor matemático y análisis preciso.

Contenido

- 5.1. Fundamentos de SymPy: expresiones simbólicas y simplificación
- 5.2. Cálculo simbólico: derivadas, integrales y series
- 5.3. Resolución de ecuaciones algebraicas y diferenciales simples
- 5.4. Aplicaciones en la Física: ley de Coulomb, oscilaciones, decaimiento exponencial

Duración

06 horas

Unidad VI. Perspectivas en la programación

Competencia

Explorar herramientas avanzadas que amplían las aplicaciones del cómputo científico en Física, mediante simulaciones, análisis de datos y programación en entornos de alto desempeño, para motivar la continuidad de la formación del estudiantado en programación, modelado y cómputo científico, fomentando curiosidad, iniciativa y pensamiento crítico.

Contenido

- 5.1. Paradigmas en la programación
- 5.2. Protocolos de envío y lectura en servidores
- 5.3. Cómputo paralelo
- 5.4. Programación orientada a objetos

Duración

04 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Programación y tipos de datos en Python

Práctica 1: Hola Mundo Físico – Conversión de unidades

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Crea una cuenta y se familiariza con un entorno en línea para programar en Python (Google Colab o Anaconda Cloud con Jupyter Notebooks).
3. Abre un cuaderno nuevo, configura el entorno y escribe el tradicional programa “Hola Mundo” en Python, verificando la correcta ejecución del código.
4. Declara variables en Python y asigna valores numéricos a magnitudes físicas.
5. Realiza un programa que convierte longitudes de millas a kilómetros y de kilómetros a millas, considerando el factor de conversión ($1 \text{ milla} \approx 1.609 \text{ km}$).
6. Prueba la jerarquía de operaciones con diferentes expresiones a evaluar.
7. Documenta brevemente en el cuaderno la utilidad de la conversión de unidades en Física y la importancia de validar resultados.
8. Guarda el cuaderno en la nube y compartirlo con el profesor para revisión.
9. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet, Cuenta activa en Google Colab o Anaconda Cloud.

- Guías introductorias de Python en línea (ej. documentación oficial de Python, tutoriales de Google Colab).
- Pizarrón y marcadores para discutir en grupo la lógica del programa.
- Cuaderno de apuntes para registrar observaciones y pruebas.

Práctica 2: Operadores y entrada/salida de datos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter y evalúa mediante ejemplos el uso de operadores básicos.
3. Escribe un programa que calcula el área y perímetro de un círculo y un cuadrado.
4. Escribe un programa que calcula diferentes magnitudes para el problema de lanzamiento vertical al solicitar como datos de entrada al usuario masa y velocidad inicial.
5. Muestra los resultados en pantalla.
6. Documenta una reflexión sobre la utilidad de la automatización de cálculos repetitivos.
7. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Python en Colab o Jupyter.
- Guía de operadores aritméticos y lógicos.
- Fórmulas geométricas básicas.
- Pizarrón para ejemplos grupales.

Unidad II: Estructuras de control y funciones

Práctica 3: Condicionales y caída libre

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter y define variables iniciales para capturar la posición y velocidad como parámetros de entrada por el usuario.
3. Escribe un programa que calcula la velocidad en caída libre.
4. Identifica mediante el uso de condicionales si el objeto está ascendiendo, en reposo o descendiendo.
5. Prueba con distintos valores iniciales y comenta los resultados.

6. Documenta una reflexión sobre el uso de condicionales para obtener información sobre la posición del objeto.
7. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Fórmulas de cinemática (caída libre).
- Guía de estructuras condicionales en Python.
- Pizarrón para explicar los casos.

Práctica 4: Ciclos for – energía cinética de una galaxia

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter y define una lista de masas y velocidades representativas de estrellas en una galaxia.
3. Emplea el ciclo for para calcular la energía cinética de cada estrella, almacenar los resultados en una lista y mostrarlos en pantalla en forma tabular.
4. Calcula y muestra la energía cinética total de la galaxia como suma de todas las estrellas.
5. Documenta una reflexión sobre la utilidad de estructuras de control y estructuras de datos.
6. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Fórmula de energía cinética.
- Datos simplificados de masas y velocidades estelares (pueden ser generados por el profesor o con valores ficticios).
- Cuaderno de apuntes para registrar resultados y reflexiones.

Práctica 5: Ciclo while – aproximación de π

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter donde implementa un ciclo while que controla la suma términos de una serie matemática para aproximar π .

3. Muestra en cada iteración el valor parcial obtenido.
4. Detiene el cálculo al alcanzar un error menor a 10^{-3} .
5. Compara su resultado con el valor de π incluido en la librería math.
6. Documenta una reflexión sobre la diferencia entre el uso de los ciclos for y while.
7. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Fórmulas de series para aproximar π .
- Librería math de Python.
- Cuaderno de apuntes.

Práctica 6: Funciones – energía potencial gravitatoria

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter y evalúa algunas funciones sin argumentos.
3. Define una función que calcula la energía potencial en función de masa y altura como argumentos de entrada.
4. Prueba la función con distintos valores de entrada.
5. Muestra en pantalla los resultados con mensajes descriptivos.
6. Compara los resultados obtenidos con cálculos manuales.
7. Documenta una reflexión sobre las ventajas de la construcción de funciones.
8. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
9. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Fórmula de energía potencial gravitatoria.
- Guía básica de funciones en Python.
- Cuaderno de apuntes.

Práctica 7: Depuración de código con errores

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter y captura el código proporcionado por el docente.
3. Analiza los tipos de errores presentes (ejemplo: MRU mal planteado).

4. Identifica errores de sintaxis y lógica y agrega comentarios explicando el problema y la corrección.
5. Corrige el programa paso a paso hasta obtener el resultado correcto.
6. Documentar los cambios realizados.
7. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Archivo con código base defectuoso.
- Python en Colab/Jupyter.
- Manual de buenas prácticas de programación.
- Cuaderno de apuntes.

Unidad III: Datos y visualización

Práctica 8: Gráficas de MRU y MRUA

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter, realiza instalación de librerías de visualización y captura un arreglo con tiempos utilizando NumPy.
3. Diseña funciones para determinar posición y velocidad en MRU y MRUA.
4. Calcula la posición en MRU y MRUA con el arreglo de tiempos creado.
5. Grafica ambas funciones con Matplotlib.
6. Compara las gráficas obtenidas al variar parámetros iniciales.
7. Documenta una reflexión sobre las herramientas de visualización en Python.
8. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
9. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Fórmulas de cinemática.
- Cuaderno de apuntes.

Práctica 9: Visualización de campos vectoriales

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter y realiza instalación de librerías de visualización.
3. Construye una malla de puntos en 2D y 3D.
4. Define el campo eléctrico para una carga puntual y la grafica.
5. Define un campo vectorial 3D y lo grafica.
6. Experimenta con variaciones en la representación de campos.
7. Documenta una reflexión sobre el manejo de gráficos vectoriales y su importancia en la física.
8. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
9. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet.
- Cuenta activa en Google Colab.
- Anaconda Cloud.

Unidad VI: Inteligencia artificial como herramienta de aprendizaje y programación

Práctica 10: Uso de IA para depurar código

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter y realiza y escribe un programa con errores intencionales.
3. Pide a un asistente de IA sugerencias de corrección.
4. Implementa las correcciones y ejecuta el programa.
5. Documenta las diferencias entre la versión inicial y la corregida.
6. Documenta una reflexión sobre el uso ético y pedagógico de la IA en programación.
7. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Acceso a asistente de IA (ChatGPT u otro).
- Archivo base con errores.
- Cuaderno de apuntes.

Práctica 11: Prompting para resolver un problema físico

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter y plantea un problema sencillo (ej. movimiento parabólico).
3. Formula un prompt a un asistente de IA solicitando un programa en Python.
4. Ejecutar y verificar los resultados.
5. Documenta una reflexión sobre la validez y limitaciones del código generado.
6. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet, Cuenta activa en Google Colab o Anaconda Cloud.

Unidad VI: Cómputo simbólico

Práctica 12: Derivadas simbólicas con SymPy

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter y realiza la instalación de SymPy para definir funciones simbólicas de posición.
3. Calcula derivadas de velocidad y aceleración.
4. Compara los resultados con el cálculo manual.
5. Documenta los pasos en el cuaderno y una reflexión sobre el uso de herramientas simbólicas en la resolución de problemas.
6. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter con librería SymPy.
- Apuntes de cálculo diferencial.
- Cuaderno de apuntes.

Práctica 13: Integrales simbólicas – trabajo en un campo de fuerza

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter y define utilizando SymPy una función de fuerza dependiente de la posición.
3. Calcula el trabajo como integral definida.
4. Compara el resultado simbólico con valores numéricos.

5. Resuelve un problema de energía y compara su resultado.
6. Documenta una reflexión sobre las aplicaciones del cómputo simbólico en ciencias.
7. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librería SymPy.
- Apuntes de cálculo integral.
- Cuaderno de apuntes.

Práctica 14: Resolución simbólica de ecuaciones diferenciales

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter y define utilizando SymPy la ecuación diferencial del oscilador armónico.
3. Resuelve simbólicamente y grafica la solución.
4. Compara con soluciones numéricas obtenidas previamente.
5. Documenta un análisis de la interpretación física.
6. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías SymPy y Matplotlib.
- Apuntes de oscilaciones.
- Cuaderno de apuntes.

Unidad VI: Perspectivas en la programación

Práctica 15: Programación orientada a objetos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter e implementa una clase "Partícula" con atributos de masa, posición y velocidad.
3. Define un método para calcular la energía cinética.
4. Crea varias instancias y compara los resultados.

5. Redacta una reflexión sobre la relación entre los objetos en programación y los objetos físicos modelados en simulaciones.
6. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Guía básica de POO en Python.
- Apuntes de mecánica clásica.
- Cuaderno de apuntes.

Práctica 16: Introducción al cómputo paralelo

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Abre un cuaderno en Colab/Jupyter y escribe un programa que calcule trayectorias de varias partículas de manera secuencial.
3. Reescribe el programa para ejecutarse en paralelo con multiprocessing.
4. Compara los tiempos de ejecución.
5. Redacta una discusión sobre las aplicaciones del cómputo paralelo en Física.
6. Guarda el cuaderno en la nube y lo comparte con el profesor para revisión.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librería multiprocessing.
- Computadora con procesador multinúcleo.
- Cuaderno de apuntes.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante. Esta información se mantiene accesible a través del espacio de trabajo digital durante todo el curso.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Cuadros comparativos
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	30%
– Prácticas laboratorio	40%
– Tareas y ejercicios	15%
– Proyecto integrador	15%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Giancoli, D. C. (2016). *Physics: Principles with Applications* (7ª ed.). Pearson. [clásica]
- Kinder, J. M., & Nelson, P. (2021). *A Student's Guide to Python for Physical Modeling* (2ª ed.). Princeton University Press.
- Kong, Q., Siau, T., & Bayen, A. (2021). *Python Programming and Numerical Methods: A Guide for Engineers and Scientists*. Elsevier.
- Ramalho, L. (2022). *Fluent Python: Clear, Concise, and Effective Programming* (2ª ed.). O'Reilly.
- Scopatz, A., & Huff, K. D. (2015). *Effective Computation in Physics: Field Guide to Research with Python*. O'Reilly. [clásica]

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2023). *Physics for Scientists and Engineers* (10^a ed.). Cengage.

Zelle, J. (2010). *Python Programming: An Introduction to Computer Science* (2^a ed.). Franklin, Beedle & Associates. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Matplotlib Developers. (2025). *Matplotlib 3.10.6 Documentation*. Matplotlib.org.
<https://matplotlib.org/stable/>

NumPy Developers. (2025). *NumPy v2.3 Manual*. NumPy.org. <https://numpy.org/doc/stable/>

SymPy Development Team. (2025). *SymPy 1.14 Documentation*. SymPy.org.
<https://docs.sympy.org/>

XII. PERFIL DOCENTE

Contar con formación en Licenciatura en Física, Matemáticas Aplicadas, Ciencias de la Computación o áreas afines, preferentemente con grado mínimo de maestría. Deberá tener experiencia en programación científica con Python, así como en el uso de librerías para cómputo numérico, simbólico y visualización de datos. Se valorará experiencia en el desarrollo de simulaciones aplicadas a la Física, manejo de entornos de programación en línea (Jupyter, Google Colab) e integración de herramientas de inteligencia artificial como recurso didáctico y de apoyo académico.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Sistema de Partículas
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Eta de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Claudio Ismael Valencia Yaves Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Sistema de Partículas es una unidad de aprendizaje básica con carácter obligatorio que integra gravitación, dinámica de sistemas de partículas y dinámica del cuerpo rígido. El estudiantado comprenderá y aplicará la Ley de la Gravitación Universal junto con las leyes de la mecánica newtoniana y las leyes de conservación (momento lineal, momento angular y energía) para describir y explicar el movimiento de cuerpos bajo diversos contextos físicos. Se fomentará el pensamiento computacional mediante el uso de software de cálculo y visualización, así como la elaboración de programas en Python asistidos por inteligencia artificial para modelar, simular y validar fenómenos, fortaleciendo la interpretación física y la toma de decisiones basada en evidencia. La unidad sienta bases conceptuales sólidas para cursos avanzados de la etapa terminal como la Mecánica Clásica, y se apoya en prerrequisitos recomendados (Geometría Vectorial, Cálculo Diferencial e Integral y Mecánica). Pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los principios fundamentales de la mecánica clásica y las leyes de conservación mediante el razonamiento deductivo, el uso del lenguaje matemático preciso y el fomento del pensamiento computacional, para aplicarlos en la resolución de problemas que permitan describir y explicar la dinámica de los cuerpos en la naturaleza y sus aplicaciones en otras ramas de la ciencia, con objetividad, actitud crítica, trabajo en equipo, disciplina y responsabilidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Proyecto integrador breve donde se plantee un problema abierto (p. ej., simulación de un choque o movimiento del centro de masa de un sistema), que se resuelva mediante un programa propio en Python asistido por IA, acompañado de un informe escrito claro y con interpretación física.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción al sistema de partículas

Competencia

Explicar las propiedades de un sistema de partículas, mediante la definición de las fronteras del sistema y sus interacciones, para aplicar sin ambigüedades los principios y leyes de la física en la solución de problemas, con una actitud crítica y de forma objetiva.

Contenido

- 1.1. Definición de un sistema de partículas
- 1.2. Definición de objeto extendido
- 1.3. Interacciones internas y externas
- 1.4. Sistemas aislados

Duración

04 horas

Unidad II. Dinámica de sistemas de partículas

Competencia

Estudiar el movimiento de sistemas de partículas mediante la descripción del centro de masas y la aplicación de la conservación del momento lineal para analizar colisiones en una y dos dimensiones, integrando el pensamiento computacional, con una actitud responsable y propositiva.

Contenido

- 2.1. Centro de masa
- 2.2. Movimiento del centro de masa
- 2.3. Momento lineal y momento angular de un sistema de partículas
- 2.4. Conservación del momento lineal de un sistema de partículas
- 2.5. Energía cinética de un sistema de partículas
- 2.6. Conservación de la energía en un sistema de partículas
- 2.7. Energía cinética en las colisiones
- 2.8. Colisiones elásticas e inelásticas entre dos cuerpos

Duración

06 horas

Unidad III. Dinámica de cuerpo rígido

Competencia

Estudiar el movimiento de rotación de los cuerpos, las causas que lo producen, las ecuaciones fundamentales que lo gobiernan y la ley de conservación del momento angular, extendiendo la noción de distribución discreta de partículas a una continua integrando el pensamiento

computacional mediante software de cálculo y visualización, y la elaboración de programas en Python asistidos por IA, para describir sistemas mecánicos en rotación, con disciplina, honestidad y actitud crítica.

Contenido

- 3.1. La torca
- 3.2. Inercia rotacional de cuerpos sólidos
- 3.3. Torca debida a la gravedad
- 3.4. Leyes del equilibrio de Newton para la rotación
- 3.5. Leyes de no-equilibrio de Newton para la rotación
- 3.6. Combinación de movimiento rotacional y traslacional
- 3.7. Trabajo y energía cinética en el movimiento rotacional
- 3.8. Momento angular
- 3.9. Conservación de momento angular
- 3.10. Movimiento giroscópico

Duración

12 horas

Unidad IV. Gravitación

Competencia

Aplicar la Ley de la Gravitación Universal a través de la conservación del momento angular, la conservación de la energía y las leyes de Newton del movimiento integrando el pensamiento computacional con software de cálculo y visualización y la elaboración de programas en Python asistidos por IA, para predecir el movimiento de planetas, objetos celestes y naves espaciales, con actitud crítica y responsable.

Contenido

- 4.1. Leyes de Kepler
- 4.2. Ley de la gravitación de Newton
- 4.3. Medición de G
- 4.4. Masa gravitatoria y masa inercial
- 4.5. Principio de equivalencia
- 4.6. Deducción de las leyes de Kepler
- 4.7. Energía potencial gravitatoria
- 4.8. Velocidad de escape
- 4.9. Clasificación energética de las órbitas
- 4.10. El campo gravitatorio g : cascarón esférico, esfera sólida
- 4.11. Principio de equivalencia

Duración

10 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad II. Dinámica de sistemas de partículas

Práctica 1: Centro de masa en sistemas discretos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza la simulación [PhET: Balance Lab](#) para representar un sistema discreto de masas en una barra, identificando gráficamente el punto de equilibrio como análogo al centro de masa.
2. Calcula en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#), el centro de masa de sistemas de dos y tres partículas puntuales en una dimensión y lo compara con el obtenido en la simulación.
3. Relaciona los resultados con ejemplos físicos (como un sistema de masas unidas por una varilla).
4. Emplea ChatGPT para la generación de problemas adicionales y la validación de interpretaciones sobre cómo cambia el centro de masa al variar las posiciones relativas de las partículas.

Recursos de apoyo

- [PhET: Balance Lab](#).
- *College Physics 2e*, sección 8.1 ([Linear Momentum and Impulse](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) (<https://colab.research.google.com/>) para cálculo y graficación.
- ChatGPT u otra IA para generar ejemplos adicionales.

Práctica 2: Movimiento del centro de masa y conservación del momento lineal

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza la simulación [PhET: Movimiento de proyectiles](#) para analizar trayectorias de dos proyectiles lanzados con distintas velocidades y ángulos.
2. Selecciona dos trayectorias simultáneas y registrarán posiciones en diferentes tiempos.
3. Calcula en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) la posición del centro de masa del sistema de proyectiles en función del tiempo y lo representarán en una gráfica.

4. Discute cómo se conserva el momento lineal total en ausencia de fuerzas externas horizontales, comparando la trayectoria del centro de masa con el movimiento de una “partícula equivalente”.
5. Contribuye con El ChatGPT en la propuesta de escenarios adicionales (por ejemplo, cohetes que liberan etapas, o choques en dos dimensiones) y en la validación de interpretaciones.

Recursos de apoyo

- [PhET: Movimiento de proyectiles](#).
- *College Physics 2e*, sección 8.2 ([Conservation of Momentum](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) (<https://colab.research.google.com/>) para cálculos vectoriales y representación gráfica.
- ChatGPT para generar escenarios adicionales y validar la interpretación física.

Práctica 3: Energía cinética y colisiones en una dimensión

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza [PhET: Colisiones de Carritos](#) para observar colisiones elásticas e inelásticas en una dimensión.
2. Registra los datos de velocidad antes y después de la colisión para calcular momento lineal y energía cinética en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#).
3. Compara la conservación del momento lineal con la de la energía cinética, destacando las diferencias entre colisiones elásticas e inelásticas.
4. Con apoyo de ChatGPT, propone ejemplos adicionales (como choques de autos o colisiones de partículas en aceleradores) y discutirán sus limitaciones.

Recursos de apoyo

- [PhET: Colisiones de Carritos](#).
- *College Physics 2e*, secciones 7.2 ([Kinetic Energy](#)) y 8.4 y 8.5 ([Elastic](#) and [Inelastic Collisions](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) (<https://colab.research.google.com/>) para cálculos de energía y momento.
- ChatGPT para contextualizar ejemplos reales.

Práctica 4: Colisiones bidimensionales y momento angular

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Con la simulación [PhET: Colisiones en 2D](#), explora colisiones de dos partículas en el plano.
2. Utiliza un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) para calcular vectores de momento lineal y verificar su conservación en 2D.
3. Extiende el análisis al cálculo del momento angular respecto a un punto de referencia.
4. Se apoya en ChatGPT para la discusión de escenarios avanzados (como colisiones en astrofísica, protones en aceleradores o trayectorias oblicuas)

Recursos de apoyo

- [PhET: Colisiones en 2D](#) (2D Mode).
- *College Physics 2e*, secciones 8.4 ([Two-Dimensional Collisions](#)) y 9.1 ([Angular Momentum](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) (<https://colab.research.google.com/>) para cálculos vectoriales y gráficas.
- ChatGPT para discusión conceptual avanzada.

Unidad III. Dinámica del cuerpo rígido

Práctica 5: Torca y condiciones de equilibrio

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza la simulación [PhET: Torque](#) para explorar cómo fuerzas aplicadas en diferentes puntos y ángulos originan torcas en un eje rotatorio.
2. Resuelve problemas en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) con varias fuerzas actuando sobre un cuerpo rígido (por ejemplo, varias fuerzas en distintos puntos de una barra), elaborando el diagrama de fuerzas y torcas resultantes para hallar el equilibrio ($\sum \tau = 0$).
3. Interpreta los resultados, comparando las predicciones teóricas ($\tau = r F \sin \theta$) con los valores de la simulación.
4. Se apoya en ChatGPT para la propuesta escenarios adicionales (puertas, palancas, sistemas de contrapesos) y validando las interpretaciones de los estudiantes.

Recursos de apoyo

- [PhET: Torque](#).
- *College Physics 2e*, sección 9.2 ([Torque](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) (<https://colab.research.google.com/>).
- ChatGPT para ejemplos aplicados.

Práctica 6: Inercia rotacional y torca gravitacional

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Utiliza la simulación [PhET: Balance Lab](#), para representar cómo masas distribuidas a diferentes distancias afectan la estabilidad y la rotación de un cuerpo rígido.
2. Calcula en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) la inercia rotacional de barras, discos y cilindros sólidos, comparando casos donde la masa se distribuye a distintas distancias del eje.
3. Analiza el efecto de la torca gravitacional sobre el equilibrio de cuerpos apoyados en diferentes puntos.
4. Se apoya en ChatGPT para proponer analogías con situaciones cotidianas (columpios, tableros sobre soportes, puentes).

Recursos de apoyo

- [PhET: Balance Lab](#).
- *College Physics 2e*, sección 10.3 ([Rotational Inertia](#)) y 9.2 ([Torque due to Gravity](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) (<https://colab.research.google.com/>).
- ChatGPT para discusión conceptual.

Práctica 7: Movimiento rotacional en no-equilibrio: Disco–polea rotante

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Describe cualitativamente cómo cambia la rapidez de giro al “tirar” de una cuerda y qué factores parecen impulsar o frenar el giro.
2. Utiliza una rueda/disco/polea con cuerda, pequeña masa o mano para tirar, cinta/marcador (puntos en el borde), cronómetro o cámara del celular.
3. Emplea la IA (ChatGPT u otra): para generar una plantilla de tabla y código simple de gráficas.
4. Utiliza la herramienta Colab: <https://colab.research.google.com/> para cargar una tablita y hacer gráficas de barras de rapidez vs. ensayo.

5. Atiende a los siguientes pasos:
 - A. Marca 2–3 puntos en el borde; realiza **3 ensayos** de tirón suave y seguro.
 - B. Anota, en cada ensayo: “intensidad” del tirón (baja/media/alta), duración aproximada, rapidez percibida (baja/media/alta), qué ocurre al dejar de tirar (se mantiene un poco / disminuye rápido).
 - C. Pide a la IA: “Dame código mínimo en Colab para cargar una tablita y hacer **gráficas de barras** de rapidez vs. ensayo”.
 - D. Genera 1–2 gráficas y escribe **2–3 frases** de conclusión: qué hace aumentar la rapidez; qué la frena; qué cambia entre ensayos.
6. Elabora los siguientes productos
 - A. Tabla breve de observaciones (3 ensayos).
1–2 gráficas de barras en Colab.
 - B. Conclusiones (2–3 frases).

Recursos de apoyo

- [PhET: Balance Lab](#).
- *College Physics 2e*, sección 10.3 ([Rotational Inertia](#)) y 9.2 ([Torque due to Gravity](#)).
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) (<https://colab.research.google.com/>).
- ChatGPT para discusión conceptual.

Práctica 8: Movimiento giroscópico: simulación generada por IA

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Comprende el movimiento giroscópico a través de una simulación generada con ayuda de la IA, que modele la precesión de un giroscopio ideal bajo la acción de la gravedad.
2. Plantea con IA lo siguiente.
 - a. Pide a la IA: “*Genera un código en Python/Colab que simule un giroscopio: un disco girando con velocidad angular alta y un eje inclinado, sometido a la gravedad. Muestra animaciones 3D simples con matplotlib.*”
 - b. Solicita además que incluya controles básicos (parámetros: masa, radio, velocidad angular, ángulo inicial).
3. Realiza la construcción y experimentación
 - a. Ejecuta el Cuaderno (notebook) de *Jupyter* generado por la IA en [Python/Colab](#).
 - b. Modifica parámetros y observa cómo cambian el movimiento de precesión y la estabilidad del eje.
 - c. Prueba al menos tres escenarios:
 - i. Alta velocidad de giro (estabilidad alta).
 - ii. Baja velocidad de giro (inestabilidad).
 - iii. Cambia de masa o radio del disco.
4. Reflexión guiada por la IA

- a. Pide a la IA que genere preguntas guía como:
 - i. ¿Qué mantiene estable el eje cuando el disco gira rápido?
 - ii. ¿Qué ocurre cuando se reduce la velocidad angular?
 - iii. ¿Qué analogías hay con bicicletas, trompos o satélites?
5. Producto final
 - a. Un cuaderno de *Jupyter* en [Python/Colab](#) con:
 - i. Código generado y adaptado con la IA.
 - ii. Gráficas o animaciones del movimiento.
 - iii. Breves conclusiones cualitativas sobre la precesión y estabilidad giroscópica.

Recursos de apoyo

- Colab: <https://colab.research.google.com/>
- IA (ChatGPT u otra): para generar código, modificar parámetros y proponer preguntas.
- Texto – College Physics 2e
 - Sección 10.5 ([Angular Momentum](#))

Unidad IV: Gravitación

Práctica 9: Leyes de Kepler con simulador de órbitas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Explora órbitas elípticas y periodos modificando masas, velocidades y posiciones en PhET: Gravity and Orbits ó My Solar System.
2. Registra pares (a,T).
3. Verifica tendencias cualitativas (p.ej., T crece con a).

Recursos de apoyo

- PhET: Gravity and Orbits (HTML5). [PhET+1](#)
- PhET: My Solar System (HTML5). [PhET+1](#)
- Colab: <https://colab.research.google.com/> (para graficar T vs. a)
- Texto: *College Physics* 2e ([Kepler y órbitas](#)).

Práctica 10: Ley de gravitación de Newton (fuerza $\propto$ masas / distancia²)

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Utiliza [PhET: Gravity Force Lab](#) para variar masas y distancia, registrando el cambio en la magnitud de la fuerza entre dos cuerpos
2. Describe la relación cualitativa.
3. Genera una plantilla en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) con la IA para graficar “fuerza vs. distancia” con datos de la simulación.

Recursos de apoyo

- PhET: Gravity Force Lab (HTML5). [PhET](#)
- [Python/Colab](#) (gráficas simples)
- Texto: *College Physics 2e* ([Ley de gravitación de Newton](#)).

Práctica 11: Medición de G (Cavendish virtual con IA)

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Con apoyo de la IA genera en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) una simulación 2D de una balanza de torsión (dos masas pequeñas unidas por varilla y un alambre con torsión; dos masas grandes externas).
2. Se solicita a la IA un código que calcule la posición angular en el tiempo por una pequeña torca gravitatoria.
3. Realiza un barrido de parámetros para estimar GGG a partir del ángulo de equilibrio y constantes de la balanza (la actividad es cualitativa: comparar órdenes de magnitud).

Recursos de apoyo

- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) (la IA crea el modelo y las gráficas).
- Texto: *College Physics 2e* ([experimento de Cavendish](#)).

Práctica 12: Masa gravitatoria vs. masa inercial; Principio de equivalencia: experimento mental/ simulado con IA

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Utiliza la IA para diseñar en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) un “mundo simple” (partículas cayendo en 1D y un elevador que acelera) para comparar: caída libre vs. aceleración uniforme sin gravedad.
2. Describe similitudes en trayectorias y tiempos (sin fórmulas obligatorias).
3. Compara objeto en ascensor acelerado “hacia arriba” vs. objeto en campo gravitatorio.
4. Estudia la Microgravedad simulada en un ascensor en caída libre (sensación de ingravidez).

Recursos de apoyo

- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) (generación del código por IA).

Práctica 13: Energía potencial gravitatoria, velocidad de escape y clasificación de órbitas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Utiliza [PhET: My Solar System](#), para variar la rapidez inicial de una “sonda” alrededor de un cuerpo central para observar: órbitas cerradas (elipse), parabólicas y trayectorias abiertas (hipérbolas).
2. Genera con IA un código en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#), para generar una tabla simple de “velocidad inicial” → “tipo de trayectoria” y una gráfica típica.

Recursos de apoyo

- PhET: My Solar System. [PhET+1](#)
- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) (clasificación visual).

Práctica 14: Campo gravitatorio $g(r)$ para un cascarón esférico y una esfera maciza: simulación con IA

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Con apoyo de la IA genera en un cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) funciones para trazar $g(r)$ (cualitativo) de (i) un cascarón esférico: $g=0$ en el interior; decae como $1/r^2$ en el exterior.
2. Con apoyo de la IA genera en Colab funciones para trazar $g(r)$ (cualitativo) de una esfera maciza (densidad uniforme): $g \propto r$ dentro; $g \propto 1/r^2$ fuera.

3. Describe la forma de las curvas y qué implican físicamente (peso dentro de planetas, túneles hipotéticos).

Recursos de apoyo

- Cuaderno (notebook) de *Jupyter* en [Python/Colab](#) (la IA construye las curvas y etiquetas)

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales

- Cuadros comparativos
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	40%
– Prácticas taller	30%
– Trabajo en el aula	10%
– Examen final	10%
– Proyecto final	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Alonso, M., & Finn, E. J. (2012). *Physics* (1st ed.). Pearson Education. Catálogo UABC. [Clásica]

Halliday, D., Resnick, R., & Krane, K. (2007). *Physics* (Vol. 1, 5th ed.). John Wiley & Sons. Catálogo UABC. [Clásica].

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). *Fundamentals of physics* (10th ed.). John Wiley & Sons. Catálogo UABC. [Clásica]

Moore, T. A. (2016). *Six ideas that shaped physics, unit C: Conservation laws, constrain interactions* (3rd ed.). McGraw-Hill Higher Education. Catálogo UABC. [Clásica]

Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. (2004). *Física* (Vol. 1, 4.^a ed. en español). CECSA. Catálogo UABC. [Clásica]

Roederer, J. G. (2002). *Mecánica elemental* (1.^a ed.). Eudeba. Catálogo UABC.[Clásica]

Serway, R. A., & Jewett, J. W., Jr. (2013). *Physics for scientists and engineers* (9th ed.). Brooks/Cole. Catálogo UABC. [Clásica]

Tipler, P. A. (2010). *Física para la ciencia y la tecnología* (Vol. 1A, 6.^a ed.). Reverté. Catálogo UABC.[Clásica].

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (n.d.). *The Feynman lectures on physics*. California Institute of Technology. Recuperado el 1 de octubre de 2025, de <http://www.feynmanlectures.caltech.edu/>

Institute of Physics. (n.d.). *Teach yourself physics*. Recuperado el 1 de octubre de 2025, de <http://www.physics.org/toplistdetail.asp?id=26>

Khan Academy. (n.d.). *Physics*. Recuperado el 1 de octubre de 2025, de <https://www.khanacademy.org/science/physics>

Massachusetts Institute of Technology. (n.d.). *MIT OpenCourseWare: 8.01 Classical Mechanics*. Recuperado el 1 de octubre de 2025, de <https://ocw.mit.edu/courses/8-012-physics-i-classical-mechanics-fall-2008/>

MyPhysicsLab. (n.d.). *Physics simulations*. Recuperado el 1 de octubre de 2025, de <https://www.mypysicslab.com/>

OpenStax. (2016). *College physics* (2nd ed.). Rice University. Recuperado el 1 de octubre de 2025, de <https://openstax.org/details/books/college-physics-2e>

The Physics Classroom. (n.d.). *Physics interactives*. Recuperado el 1 de octubre de 2025, de <http://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives>

University of Colorado Boulder. (n.d.). *PhET Interactive Simulations*. Recuperado el 1 de octubre de 2025, de <https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics&type=html>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física, preferente posgrado en área afín, con experiencia en la docencia mínima de dos años. Dominio de mecánica clásica (sistemas de partículas, cuerpo rígido y gravitación), capaz de explicar con rigor y claridad. Manejo de software de cálculo y visualización, Python/Colab, e integración responsable de IA para impulsar el pensamiento computacional. Promueve disciplina, honestidad académica, trabajo colaborativo y actualización continua.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Cálculo Vectorial
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Eta de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Roberto Romo Martínez Elmer Cruz Mendoza Duilio Valdespino Padilla
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de esta unidad de aprendizaje es proporcionar a las y los estudiantes una formación esencial en la construcción y aplicación rigurosa de los conceptos y métodos matemáticos que permiten analizar funciones de varias variables y campos vectoriales, herramientas indispensables en el estudio posterior de sistemas físicos reales. A través de las actividades, el estudiantado desarrolla habilidades para calcular derivadas parciales, gradientes y derivadas direccionales, aplicar el teorema de Taylor en varias variables, determinar máximos, mínimos y puntos de silla, así como resolver integrales dobles y triples en distintas coordenadas, fomentando una actitud analítica, ordenada y reflexiva. Se imparte en la etapa básica con carácter obligatorio, de naturaleza teórico-práctica, dentro del área de Matemáticas aplicadas a la física, y se recomienda tener conocimientos de cálculo diferencial e integral en una variable, sirviendo de base para cursos posteriores de física matemática y electromagnetismo.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Establecer los conceptos de límite, derivada e integral en funciones de varias variables, mediante la aplicación de los fundamentos del cálculo diferencial e integral de una variable para resolver e interpretar problemas físicos y geométricos, con formalidad, rigor conceptual y actitud reflexiva.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Exposición integradora final:

Exposición colaborativa en equipo donde las y los estudiantes presentan, analizan e interpretan los conceptos y métodos fundamentales del cálculo vectorial trabajados a lo largo del curso. Esta actividad integra los resultados teóricos y prácticos de las prácticas realizadas, demuestra rigor conceptual y claridad en la aplicación de las técnicas de cálculo con funciones de varias variables, utiliza software de graficación para ilustrar los resultados y su interpretación geométrica y física, y muestra una participación proactiva, crítica y reflexiva en el trabajo en equipo.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y vanguardia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Diferenciación en funciones de varias variables

Competencia

Analizar los conceptos de diferencial y derivada en funciones reales de variable vectorial, a través del concepto de límite, para resolver problemas que involucren razones de cambio y aproximaciones lineales en funciones de varias variables, con formalidad y actitud reflexiva.

Contenido

- 1.1. Gráficas de funciones con valores reales
- 1.2. Límites y continuidad
- 1.3. Diferenciación
- 1.4. Trayectorias y velocidad
- 1.5. Propiedades de la derivada
- 1.6. Gradientes y derivadas direccionales

Duración

18 horas

Unidad II. Teorema de Taylor, Máximos y mínimos

Competencia

Calcular máximos, mínimos y puntos silla de funciones de dos variables, por medio del criterio del Hessiano y el método de Multiplicadores de Lagrange, para resolver problemas en las ciencias aplicadas, con objetividad y de manera ordenada.

Contenido

- 2.1. Derivadas parciales iteradas
- 2.2. Teorema de Taylor
- 2.3. Extremos de funciones con valores reales
- 2.4. Extremos restringidos y multiplicadores de Lagrange
- 2.5. Aplicaciones

Duración

06 horas

Unidad III. Funciones con valores vectoriales

Competencia

Analizar el comportamiento de funciones vectoriales, a través de los conceptos de divergencia y rotacional, para resolver problemas de aplicaciones en distintas áreas de la física, con responsabilidad y actitud reflexiva.

Contenido

- 3.1 Longitud de arco
- 3.2. Campos vectoriales
- 3.3. Divergencia
- 3.4. Rotacional
- 3.5. Identidades vectoriales

Duración

09 horas

Unidad IV. Integrales dobles y triples

Competencia

Analizar el concepto de integral en funciones de dos y tres variables, por medio del uso de los fundamentos del cálculo integral de una variable, para resolver problemas de aplicaciones geométricas y físicas, con formalidad y actitud reflexiva.

Contenido

- 4.1. Integral doble sobre un rectángulo
- 4.2. Integral doble sobre regiones más generales
- 4.3. Cambio de orden de integración
- 4.4. Interpretación de la integral doble como un volumen
- 4.5. Aplicaciones geométricas y físicas de las integrales dobles
- 4.6. Integrales triples
- 4.7. Cambio de variables en integrales dobles y triples
- 4.8. Integrales impropias

Duración

15 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Diferenciación en funciones de varias variables

Práctica 1: Gráficas de funciones de varias variables

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Aplica los métodos de curvas de nivel y secciones para graficar funciones de dos variables.

3. Aplica los métodos de conjuntos y superficies de nivel y secciones para graficar funciones de variable múltiple.
4. Grafica funciones sencillas con software (plano, esfera, paraboloides, conos, sillas de montar, cilindros).
5. Identifica simetrías y cortes con planos coordenados.
6. Compara los bosquejos de tus gráficas elaboradas a mano con las generadas por el software utilizado.
7. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de cálculo y graficación (Python, Gnuplot, Geogebra, Matlab, o software en línea).
- Bibliografía de funciones reales de varias variables.

Práctica 2: Límites en dos variables

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la definición de límite en varias variables.
2. Evalúa límites de funciones bidimensionales por distintas trayectorias.
3. Aplica la definición de límite para demostrar la existencia de límites de funciones.
4. Aplica la definición de continuidad para determinar la continuidad de funciones de dos variables en puntos específicos.
5. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de cálculo y graficación (Geogebra o software en línea).
- Bibliografía de funciones reales de varias variables.

Práctica 3: Derivadas parciales y plano tangente

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las indicaciones de su docente para realizar la práctica.
2. Calcula derivadas parciales de funciones de dos variables.
3. Determina el vector normal y plano tangente en un punto dado.
4. Representa gráficamente la superficie y el plano tangente.
5. Redacta una explicación de los cálculos y gráficas obtenidos.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de cálculo y graficación (Geogebra o software en línea).
- Bibliografía de funciones reales de varias variables.

Práctica 4: Trayectorias en dos y tres dimensiones

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las indicaciones de su docente para realizar la práctica.
2. Define trayectorias paramétricas en el espacio.
3. Grafica curvas paramétricas en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$.
4. Calcular vectores tangentes a la trayectoria.
5. Define velocidad y aceleración en puntos de una trayectoria.
6. Redacta una explicación de los cálculos y gráficas obtenidos.
7. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.

- Software de cálculo y graficación (Geogebra o software en línea).
- Bibliografía de funciones vectoriales de variable real.

Práctica 5: Propiedades de la derivada

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Calcula matrices de derivadas parciales.
3. Resuelve ejemplos que aplican la regla de la cadena.
4. Ver casos especiales de la regla de la cadena.
5. Redacta una explicación de los ejemplos resueltos donde comentes los detalles de los diferentes casos particulares.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Bibliografía de funciones de varias variables.

Práctica 6: Gradientes y derivadas direccionales

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las indicaciones de su docente para realizar la práctica.
2. Calcula el gradiente de una función $f(x,y)$.
3. Aplicar el gradiente al cálculo de la dirección de más rápido crecimiento de una función.
4. Evalúa derivadas direccionales en distintas direcciones unitarias.
5. Grafica el campo gradiente y analiza su interpretación física.
6. Redacta una explicación de los cálculos y gráficas obtenidos, así como de su interpretación.
7. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de cálculo y graficación (Geogebra o software en línea).
- Bibliografía de funciones de varias variables.

Unidad II. Teorema de Taylor, Máximos y mínimos**Práctica 7: Máximos, mínimos y puntos silla****Duración:**

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las indicaciones de su docente para realizar la práctica.
2. Desarrolla el polinomio de Taylor de segundo orden para funciones de dos variables en un punto dado.
3. Verifica aproximaciones gráficamente en torno a un punto crítico.
4. Calcula el Hessiano para funciones en dos variables.
5. Clasifica puntos críticos en máximos, mínimos o puntos de silla.
6. Representa gráficamente cada tipo de punto crítico, discutiendo la interpretación geométrica.
7. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de cálculo y graficación (Geogebra o software en línea).
- Bibliografía sobre teorema de Taylor en funciones de varias variables.

Práctica 8: Multiplicadores de Lagrange**Duración:**

02 horas

Procedimiento:

1. Plantea problemas de optimización de funciones con una o más restricciones.
2. Aplica el método de los multiplicadores de Lagrange paso a paso.

3. Resuelve ejemplos representativos y discute la interpretación geométrica de la condición de Lagrange.
4. Analiza aplicaciones físicas y geométricas simples.
5. Discute las diferencias con problemas de máximos y mínimos sin restricciones, así como las ventajas y limitaciones del método.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de cálculo y graficación (Geogebra o software en línea).
- Bibliografía sobre el método de multiplicadores de Lagrange.

Unidad III. Funciones con valores vectoriales

Práctica 9: Trayectorias en $\mathbb{R}^3$, longitud de arco y aplicaciones físicas

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Calcula la longitud de arco en un intervalo y discute su interpretación geométrica.
3. Obtén la velocidad y aceleración a partir de la trayectoria y analiza su relación con la segunda ley de Newton en un ejemplo simple.
4. Representa la trayectoria y las magnitudes calculadas usando software 3D
5. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de graficación 3D (Matlab, Python).

Práctica 10: Divergencia, rotacional e interpretación física de campos vectoriales

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Evalúa la divergencia y el rotacional de distintos campos vectoriales en $\mathbb{R}^3$.
3. Interpreta físicamente los resultados en términos de flujos que se expanden, se contraen o se conservan, y de campos que generan circulación o rotación.
4. Representa ejemplos de campos vectoriales con software de graficación y discute su interpretación geométrica.
5. Analiza casos representativos de la física (ejemplo: flujo de un fluido incompresible, campo eléctrico de una carga puntual, campo magnético en torno a un conductor)
6. Redacta una explicación de tu interpretación física y geométrica de la divergencia y el rotacional de los campos vectoriales considerados
7. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de graficación 3D (Matlab, Python).

Práctica 11: Identidades vectoriales y aplicaciones en física**Duración:**

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Verifica algebraicamente identidades vectoriales básicas.
3. Aplica al menos una de estas identidades en un problema físico.
4. Discute colectivamente el significado físico de las identidades trabajadas.
5. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Bibliografía de funciones de varias variables.

Unidad IV. Integrales dobles y triples

Práctica 12: Integral doble sobre un rectángulo y regiones generales

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende la explicación docente sobre integrales dobles en rectángulos y regiones generales.
2. Plantea integrales dobles de funciones polinómicas sobre rectángulos.
3. Extiende los cálculos a regiones delimitadas por curvas sencillas.
4. Representa gráficamente las regiones de integración.
5. Redacta una explicación de la elección de los límites de integración en regiones tipo-1, tipo-2 y tipo-3.
6. Elabora y entrega el reporte con cálculos y gráficas de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de graficación 3D (Matlab, Python).

Práctica 13: Cambio de orden de integración

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende la explicación de su docente sobre las reglas que rigen el cambio de orden de integración en integrales dobles.
2. Resuelve una integral doble planteada con un orden de integración específico.
3. Reescribe la región de integración para invertir el orden de integración.
4. Verifica que ambos resultados coinciden.
5. Discute las ventajas de un orden de integración sobre otro en casos concretos.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de graficación de regiones 2D (Matlab, Python).

Práctica 14: Interpretación geométrica y física de la integral doble

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las indicaciones de su docente para realizar la práctica.
2. Resuelve integrales dobles interpretándolas como volúmenes bajo superficies.
3. Grafica superficies $z=f(x,y)$ y las regiones de integración.
4. Calcula volúmenes de cuerpos sencillos (cilindros, paraboloides truncados).
5. Interpreta los resultados en términos geométricos y físicos y redacta una breve explicación.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de graficación en 3D (Geogebra, Matlab).

Práctica 15: Integrales triples y cambio de variables

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende la explicación docente sobre el teorema que permite relacionar una integral triple con integrales unidimensionales iteradas.
2. Atiende la explicación docente sobre el teorema de cambio de variables en integrales triples.
3. Resuelve integrales triples en coordenadas cartesianas para calcular volúmenes de sólidos.
4. Reescribe el problema en coordenadas cilíndricas o esféricas.
5. Compara los resultados obtenidos en los diferentes sistemas de coordenadas.
6. Discute la conveniencia de elegir un sistema de coordenadas adecuado.

7. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de cálculo simbólico (Mathematica, Maple, Python).

Práctica 16: Aplicaciones geométricas y físicas de integrales múltiples

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las indicaciones de su docente para realizar la práctica.
2. Plantea integrales dobles y triples para calcular masa de láminas o sólidos con densidad variable.
3. Calcula el centro de masa de una región plana con densidad dada.
4. Resuelve un ejemplo de momento de inercia en un sólido sencillo.
5. Interpreta los resultados en términos de aplicaciones físicas.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica en formato digital como evidencia de su realización.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de cálculo simbólico (Mathematica, Maple, Python).
- Bibliografía de física aplicada.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos

- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	40%
– Tareas	20%
– Prácticas taller	20%
– Exposición integradora final	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Hughes-Hallet, D. (1992). *Calculus* (3rd edition). Wiley. [clásica]

Marsden, J. E., & Tromba, A. (2018). *Cálculo vectorial* (6ta ed.). Pearson Educación. <https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9788420568669> [clásica]

Stewart, J., Clegg, D., Watson, S. (2021). *Cálculo de varias variables (7ma ed.). Trascendentes tempranas*. Cengage. <https://libcon.rec.uabc.mx:2383/?il=21475>. [clásica]

Thomas Jr., G. B., Hass, J., Heil, C., & Przemyslaw, B. (2024). *Cálculo: Varias variables* (14.^a ed.) [ePub]. Pearson Educación. <https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786073260336> [clásica]

Tom M. Apostol (2002). *Calculus* (2da ed.). Reverté Ediciones, S.A de C.V. [clásica]

Williamson R. E., Cromwell R. H. y Trotter Hale F (1972). *Calculus of Vector Functions* (Third edition). Prentice Hall Inc. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Khan Academy. (s.f.). *Cálculo multivariable*. Khan Academy.
<https://es.khanacademy.org/math/multivariable-calculus>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física, Matemáticas o área afín, con conocimientos sólidos en cálculo diferencial e integral de varias variables, gradiente, divergencia, rotacional, así como en integrales dobles y triples y su aplicación a problemas geométricos y físicos. Se sugiere contar con estudios de posgrado y con una experiencia docente mínima de dos años. Deberá mostrar una actitud analítica, responsable, proactiva y respetuosa, contar con habilidades de comunicación clara y fomentar la participación individual y colaborativa del estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Juan Crisóstomo Tapia Mercado José Ariel Camacho Gutiérrez Jonathan Verdugo Olachea
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Ecuaciones Diferenciales permite al estudiantado ser competentes en la clasificación, resolución y análisis de la validez y comportamiento de las soluciones que calculen, se pretende que las y los estudiantes utilicen los saberes y las habilidades logradas previamente en Cálculo Diferencial, Álgebra Lineal y Mecánica, entre otras. Se imparte en la etapa básica, es de carácter obligatoria y pertenece al área de conocimiento de Matemáticas.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Valorar la elección de los métodos de solución de ecuaciones diferenciales ordinarias más adecuados, mediante el reconocimiento de las características de las ecuaciones y de los métodos de solución, para encontrar y analizar soluciones cuantitativa y cualitativas, así como establecer sus regiones de validez en problemas relacionados con las ciencias naturales y exactas, con disposición al trabajo en equipo, actitud analítica, crítica y responsable.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Carpeta de evidencias que contenga: Resolución de problemas y ejercicios con el desglose detallado del proceso y los resultados del manejo de los métodos de solución, con sus objetivos y sus limitantes, de los diferentes tipos de ecuaciones diferenciales, así como los conceptos fundamentales involucrados en el análisis cuantitativo y cualitativo, mostrando la capacidad para aplicar los métodos matemáticos apropiados a situaciones reales, la habilidad para utilizar procedimientos deductivos cumpliendo con los teoremas matemáticos, y la obtención de la solución correcta del problema, mientras colabora proactivamente con sus compañeros.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia, Inclusión

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos de las ecuaciones diferenciales ordinarias

Competencia

Aplicar los conceptos fundamentales asociados a una ecuación diferencial ordinaria, mediante un análisis crítico de definiciones y de ejemplos, para identificar las características de distintos tipos de ecuaciones diferenciales ordinarias así como las características de soluciones, con empatía, persistencia y responsabilidad.

Contenido

- 1.1. Conceptos y definiciones básicas
 - 1.1.1. Ecuación diferencial (ED), ED ordinaria (EDO), ED parcial, orden de EDs
 - 1.1.2. Estructura de EDOs lineales (homogéneas y no homogéneas, coeficientes constantes y no constantes)
 - 1.1.3. Solución, intervalo de solución, solución general
 - 1.1.4. Problemas de valor inicial, solución particular
- 1.2. Modelos matemáticos y ecuaciones diferenciales
 - 1.2.1. Caída libre, segunda ley de Newton
 - 1.2.2. Otros modelos clásicos
- 1.3. Ecuaciones diferenciales de integración directa
 - 1.3.1. Soluciones como integrales indefinidas
 - 1.3.2. Soluciones como integrales definidas

Duración

09 horas

Unidad II. Ecuaciones de primer orden

Competencia

Aplicar los métodos de solución clásicos en distintos tipos de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, mediante el análisis de la estructura de las ecuaciones y de la construcción de los métodos de solución, para encontrar soluciones y contrastarlas con los resultados del análisis cualitativo, con actitud reflexiva y disposición al trabajo colaborativo.

Contenido

- 2.1. Conceptos y resultados
 - 2.1.1. Forma normal $dy/dx = f(x,y)$
 - 2.1.2. Soluciones constantes
 - 2.1.3. Teorema clásico de existencia y unicidad de soluciones para problemas con valores iniciales
- 2.2. EDOs separables de primer orden
 - 2.2.1. División entre cero y completación de familia de soluciones

- 2.2.2. Soluciones explícitas y soluciones implícitas
- 2.3. EDOs lineales de primer orden
 - 2.3.1. Derivada del producto y factor de integración
 - 2.3.2. Método para hallar solución general
 - 2.3.3. Soluciones con integrales definidas, función erf
 - 2.3.4. Teorema de existencia y unicidad de soluciones para problemas con valores iniciales
- 2.4. Cambios de variable
 - 2.4.1. Idea general
 - 2.4.2. Cambios de variable lineales $Ax+By+C$
 - 2.4.3. Ecuaciones homogéneas $y' = f(y/x)$
 - 2.4.4. Ecuaciones de Bernoulli
- 2.5. Ecuaciones exactas
 - 2.5.1. Regla de la cadena para funciones $f(x, y(x))$
 - 2.5.2. Definición de ecuación exacta y función potencial
 - 2.5.3. Método de solución, familia de soluciones implícitas
- 2.6. Campos de direcciones
 - 2.6.1. Método gráfico, e isoclinas (construcción de campos de dirección)
 - 2.6.2. Comportamiento asintótico en el campo de direcciones
 - 2.6.3. Soluciones de equilibrio y estabilidad local
 - 2.6.4. Bifurcaciones: cambio de estabilidad debido a un parámetro
 - 2.6.5. Relación con el teorema clásico de existencia y unicidad $dy/dx=f(x,y)$
 - 2.6.6. Ecuaciones autónomas
 - 2.6.7. Familias de curvas ortogonales

Duración

12 horas

Unidad III. Ecuaciones de orden superior

Competencia

Aplicar los métodos de solución clásicos para ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de segundo orden homogéneas y no homogéneas, mediante el análisis de las raíces del polinomio característico, para encontrar soluciones generales y particulares, con actitud reflexiva y disposición al trabajo colaborativo.

Contenido

- 3.1. Introducción
 - 3.1.1. Problemas con valores iniciales
 - 3.1.1.1. Condiciones iniciales en el plano
 - 3.1.1.2. Teorema de existencia y unicidad de soluciones
 - 3.1.2. Problemas con valores en la frontera

- 3.2. Principio de superposición, caso homogéneo y no homogéneo
- 3.3. Ecuaciones homogéneas
 - 3.3.1. Soluciones linealmente independientes
 - 3.3.2. Wronskiano y sus propiedades
 - 3.3.3. Conjunto fundamental de soluciones y sus propiedades
 - 3.3.4. Método de reducción de orden
 - 3.3.5. Ecuaciones con coeficientes constantes
 - 3.3.5.1. Ansatz: solución exponencial
 - 3.3.5.2. Polinomio característico
 - 3.3.5.3. Análisis de raíces, solución general
- 3.4. Ecuaciones no homogéneas
 - 3.4.1. Solución complementaria y solución particular
 - 3.4.2. Método de coeficientes indeterminados
 - 3.4.3. Método de variación de parámetros
- 3.5. Sistema masa - resorte - amortiguador
 - 3.5.1. Planteamiento del modelo matemático
 - 3.5.2. Análisis de las soluciones
- 3.6. Extensión de la teoría de ecuaciones lineales de segundo orden a las de orden superior

Duración

09 horas

Unidad IV. Soluciones en series

Competencia

Aplicar el método de series de potencias y el método de Frobenius, mediante el uso adecuado de sus propiedades, para encontrar soluciones de ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden en la vecindad de puntos regulares y puntos singulares removibles, con actitud reflexiva y disposición al trabajo colaborativo.

Contenido

- 4.1. Solución en series de Taylor, de ecuaciones lineales en torno a puntos ordinarios.
 - 4.1.1. Aritmética de series de potencias
 - 4.1.2. Radio de convergencia
 - 4.1.3. Definición de puntos ordinarios
 - 4.1.4. Teorema de existencia de soluciones en series de potencias de ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden alrededor de puntos ordinarios
- 4.2. Soluciones de ecuaciones lineales en torno a puntos singulares removibles: Método de Frobenius
 - 4.2.1. Definición de puntos puntos singulares regulares.
 - 4.2.2. La función Gamma.

4.2.3. Solución de ecuaciones diferenciales clásicas como la ecuación diferencial de Bessel y la Ecuación diferencial de Legendre.

Duración

09 horas

Unidad V. Uso de transformada de Laplace en la solución de ecuaciones lineales

Competencia

Aplicar la transformada de Laplace y su inversa, mediante el uso adecuado de sus propiedades, para encontrar soluciones de ecuaciones diferenciales lineales de coeficientes constantes, con actitud reflexiva y disposición al trabajo colaborativo.

Contenido

- 5.1. Definición de transformada de Laplace
- 5.2. Linealidad de la transformada de Laplace
- 5.3. Transformada de Laplace de distintas funciones
 - 5.3.1. Monomios
 - 5.3.2. Exponenciales
 - 5.3.3. Seno y coseno
- 5.4. Transformada inversa de Laplace
 - 5.4.1. Linealidad
 - 5.4.2. Fracciones parciales
- 5.5. Transformada de Laplace de derivadas
- 5.6. Solución de ecuaciones lineales mediante transformada de Laplace
- 5.7. Introducción a sistemas lineales de ecuaciones diferenciales
 - 5.7.1. Transformación de una EDO de orden n , a un sistema de primer orden
 - 5.7.2. Solución de sistemas mediante transformada de Laplace
 - 5.7.3. Plano fase

Duración

09 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Introducción

Práctica 1: Reconocer y clasificar ecuaciones diferenciales

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para la práctica.
2. Revisa en tus notas las definiciones de ED, EDO, EDP, orden, linealidad, homogeneidad.
3. Analiza una lista de ecuaciones dadas y clasifícalas según su tipo.
4. Determina orden, linealidad y homogeneidad.
5. Construye una tabla comparativa.
6. Discute ejemplos límite.
7. Elabora un informe final.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Pizarrón.
- Texto de EDOs.
- Calculadora.
- Software simbólico opcional (Python/SymPy o WolframAlpha).

Práctica 2: Modelos clásicos: caída libre y ley de Newton

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa en tus notas la forma general de modelos físicos simples.
2. En equipo, formula la ecuación diferencial de caída libre con y sin resistencia proporcional a la velocidad.
3. Identifica las variables dependientes y parámetros físicos.
4. Determina las unidades de cada término para verificar consistencia dimensional.
5. Plantea el problema de valor inicial apropiado.
6. Escribe la solución formal como integral definida, aunque no la resuelvas todavía.
7. Dibuja el campo de direcciones para el modelo con resistencia y predice el comportamiento asintótico.
8. Escribe un informe con el modelo, su interpretación y la predicción cualitativa.

Recursos de apoyo

- Notas.

- Texto.
- Software de campos de direcciones (GeoGebra, Python).

Práctica 3: Soluciones como integrales definidas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa la idea de "solución como integral indefinida" versus "solución como integral definida".
2. Analiza ecuaciones del tipo $y'(x)=f(x)$, $y(x_0)=y_0$.
3. Escribe la solución general como integral indefinida.
4. Escribe la solución particular como integral definida desde x_0 .
5. Resuelve 4 ejemplos proporcionados por el docente.
6. Compara ambas expresiones y discute ventajas de la forma definida.
7. En software (opcional), grafica la función integrando numéricamente.
8. Elabora un informe con ejemplos y reflexiones.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Pizarrón.
- Software (Python o GeoGebra).

Unidad II. Ecuaciones de primer orden

Práctica 4: Ecuaciones separables

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa en tus notas la forma separable.
2. Analiza una lista de 10 ecuaciones y clasifica cuáles son separables.
3. Para cada ecuación separable:
 - Escribe explícitamente la separación.
 - Identifica posibles valores prohibidos (división entre cero).
 - Resuelve la ecuación explícitamente.
4. Construye el campo de direcciones de dos de ellas.
5. Usa el campo para identificar soluciones constantes, creciendo o decreciendo.
6. Elabora un informe con soluciones, restricciones y observaciones cualitativas.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Software para campos de direcciones.

Práctica 5: Ecuaciones lineales de primer orden y factor integrante

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa la forma estándar $y' + P(x)y = Q(x)$.
2. Para 4 ecuaciones dadas:
 - Identifica $P(x)$ y $Q(x)$.
 - Calcula el factor integrante $\mu(x) = e^{\int P(x) dx}$.
 - Aplica el método para obtener la solución general.
3. Resuelve una ecuación donde la integral involucra erf.
4. Verifica una solución sustituyéndola de regreso en la ecuación.
5. Discute ventajas del método.
6. Escribe un informe con el procedimiento detallado.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Texto.
- Pizarrón.
- Software simbólico opcional.

Práctica 6: Cambios de variable de primer orden

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa ejemplos de cambios lineales $u = Ax + By + C$.
2. Aplica un cambio de variable en:
 - una ecuación homogénea $y' = f(y/x)$
 - una ecuación de Bernoulli
 - una ecuación reducible a lineal
3. En cada caso, muestra la reducción a una forma conocida.
4. Resuelve la ecuación transformada.
5. Interpreta y dibuja la transformación geométrica del cambio lineal.
6. Elabora un informe con el procedimiento y comentarios.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Software para gráficas.

Práctica 7: Ecuaciones exactas y función potencial

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa la forma $M(x,y) dx + N(x,y) dy = 0$.
2. Verifica la condición de exactitud $\partial M/\partial y = \partial N/\partial x$.
3. Para 3 ecuaciones exactas:
 - Calcula la función potencial $\psi(x,y)$.
 - Obtén la familia de soluciones $\psi = C$.
4. Para 2 ecuaciones no exactas: determina si existe un factor integrante sencillo.
5. Representa gráficamente las curvas de nivel de ψ .
6. Elabora un informe con los procedimientos.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Software para curvas de nivel.

Práctica 8: Campos de direcciones, estabilidad y bifurcaciones

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa en tus notas el concepto de ecuación autónoma $y' = f(y)$.
2. Analiza 3 funciones $f(y)$ y determina sus puntos de equilibrio.
3. Determina estabilidad usando la derivada $f'(y^*)$.
4. Construye el diagrama de fases (lineal).
5. Para un parámetro r , estudia cómo cambia la estabilidad (bifurcación).
6. Simula numéricamente ejemplos si es posible.
7. Elabora un informe con diagramas, estabilidad y bifurcaciones observadas.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Software (GeoGebra, Python).

Unidad III: Ecuaciones de orden superior, forma general, ecuación orden n

Práctica 9: Soluciones linealmente independientes y Wronskiano

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa definiciones de independencia y Wronskiano.
2. Analiza pares de funciones y_1, y_2 dadas por el docente.
3. Calcula el Wronskiano y determina si son LI.
4. Verifica la solución en la ecuación dada (opcional).
5. Discute ejemplos donde el Wronskiano es cero en un punto, pero no en todos.
6. Elabora un informe con el cálculo y conclusiones.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Texto.
- Software simbólico.

Práctica 10: EDO lineales con coeficientes constantes

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa el método: ansatz exponencial y polinomio característico.
2. Resuelve ejemplos con:
 - raíces reales y distintas,
 - raíces repetidas,
 - raíces complejas.
3. Construye la solución general en cada caso.
4. Resuelve un problema de valores iniciales.
5. Representa gráficamente cada solución.
6. Elabora un informe.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Software (Python/GeoGebra).

Práctica 11: Métodos para ecuaciones no homogéneas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa métodos: coeficientes indeterminados y variación de parámetros.
2. Para 3 ecuaciones con forzamiento (polinomial, exponencial, trigonométrico):
 - Aplica coeficientes indeterminados.
 - Verifica si hay resonancia.
3. Usa variación de parámetros en un caso con forzamiento no estándar.
4. Presenta soluciones generales y particulares.

5. Escribe un informe comparativo entre métodos.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Texto.

Práctica 12: Sistema masa–resorte–amortiguador

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa la ecuación estándar $my'' + cy' + ky = F(t)$
2. Identifica los parámetros físicos y sus unidades.
3. Analiza 3 casos:
 - Subamortiguado
 - Amortiguamiento crítico
 - Sobreamortiguado.
4. Caracteriza la frecuencia natural y la frecuencia amortiguada.
5. Construye esquemas cualitativos de la solución.
6. En software, simula al menos un caso.
7. Elabora un informe con los resultados.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Software de simulación.

Unidad IV: Soluciones en series

Práctica 13: Aritmética de series de potencias y radio de convergencia

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa operaciones básicas con series: suma, producto, derivación.
2. Para 4 series dadas:
 - Calcula el radio de convergencia.
 - Determina si representan funciones conocidas.
3. Representa las series hasta los primeros 5 términos.
4. Elabora un informe.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Hojas de cálculo o Python.

Práctica 14: Soluciones en una vecindad de un punto ordinario

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa el método de serie de Taylor.
2. Para una ecuación como $y''+xy'+y=0$, desarrolla la solución como serie alrededor de $x=0$.
3. Calcula al menos 5 coeficientes.
4. Discute la validez y el radio de convergencia.
5. Elabora un informe con desarrollo y conclusiones.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Software para cálculos.

Práctica 15: Método de Frobenius en un punto singular regular

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa la forma del método de Frobenius.
2. Aplica el método a una ecuación del tipo Bessel o similar.
3. Calcula la ecuación indicial.
4. Obtén la primera solución.
5. Discute el caso de raíces separadas o iguales.
6. Elabora un informe.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Texto.
- Software simbólico.

Unidad V: Uso de transformada de Laplace en la solución de ecuaciones lineales

Práctica 16: Uso de la transformada de Laplace para resolver EDO

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Revisa definiciones y propiedades básicas.
2. Para 3 ecuaciones lineales con condiciones iniciales:
 - Toma transformada.
 - Resuelve para $Y(s)Y(s)Y(s)$.
 - Usa fracciones parciales si aplica.
 - Toma la transformada inversa.
3. Comprueba sustituyendo en la ecuación original.
4. En un caso, compara con la solución obtenida por métodos anteriores.
5. Elabora un informe.

Recursos de apoyo

- Notas.
- Pizarrón.
- Calculadora o software.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	50%
- Prácticas semanales	20%
- Tareas	5%
- Participación en clase	5%
- Examen final	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Boyce, W. E., DiPrima, R. C., & Haines, C. W. (2001). *Elementary differential equations and boundary value problems* (Vol. 9). Wiley. [clásica]
- Cengel, Y. A., Palm, W. J. (2023). *Ecuaciones diferenciales para ingeniería y ciencias*. McGraw Hill.
- Nagle, R. K, Saff, E. B, Snider, A. D. (2023). *Ecuaciones diferenciales con problemas de valores en la frontera*. Pearson.
- Rainville, E. D. (1998). *Ecuaciones diferenciales*. Pearson Education. [clásica]
- Simmons, G. F. (1993). *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones y notas históricas*. McGraw Hill. [clásica]
- Simmons, G. F. (2007). *Ecuaciones diferenciales : teoría, técnica y práctica*. McGraw Hill. [clásica]
- Trench, W.F. (2001). *Ecuaciones diferenciales con problemas de valores en la frontera*. International Thompson. [clásica]
- Zill, D. G. (2018). *Ecuaciones diferenciales con problemas de valores en la frontera*. Cengage. [clásica]
- Zill, D. G. (2021). *Ecuaciones diferenciales aplicadas*. Cengage.
- Zill, D. G., Warren, S. W. (2024). *Fundamentos de ecuaciones diferenciales*. Cengage.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Amritasu, S. (2013). *Applied differential equations*. Alpha Science International.
- Doshi, J. B. (2010). *Differential equations for scientists and engineers*. Alpha Science International

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física, Matemáticas o área afín, con conocimientos de los métodos de solución de ecuaciones diferenciales ordinarias más adecuados, utilizando procedimientos analíticos y numéricos, para aplicarlas en la solución de problemas de las ciencias naturales y exactas, preferentemente con estudios de posgrado y experiencia docente mínima de un año. Debe ser una persona analítica, respetuosa, responsable y proactiva, debe contar con facilidad de expresión y debe fomentar la participación individual y en equipo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Laboratorio de Física
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 00 Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 03 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Créditos:03
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Héctor Francisco Ortiz Kerbertt Duilio Valdespino Padilla
Subdirección que aprueba el PUA:	
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Brindar los fundamentos conceptuales, matemáticos y experimentales que permitan comprender, describir y predecir fenómenos de mecánica rotacional, ondas y fluidos, así como desarrollar habilidades para modelar sistemas físicos e interpretar críticamente resultados experimentales. Su importancia radica en que establece un vínculo entre los fundamentos teóricos y prácticos de la Mecánica que se aborda en otras unidades de aprendizaje de la etapa básica, al tiempo que fortalece las habilidades de medición y manejo de instrumentación integrada a sistemas de adquisición de datos por computadora. La asignatura se ubica en la etapa básica, es de carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento Experimental.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Realizar experimentos de Mecánica básica mediante herramientas computacionales e instrumentales para observar, cuantificar, analizar e interpretar los comportamientos y relaciones entre las variables físicas involucradas en los experimentos, con disciplina y responsabilidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Presentar la bitácora de los experimentos en la que contenga: datos, cálculos realizados y análisis de resultados, la cual deberá estar organizada por fecha y con presentación.

Además, un reporte de cada práctica que incluya: fundamentos, datos obtenidos, gráficos, análisis e interpretación de datos experimentales y cuestionario resuelto.

Presentación oral de experimento libre, apoyo visual, fundamentos, datos obtenidos, gráficos, análisis e interpretación de datos experimentales y cuestionario resuelto.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar, implementar y evaluar experimentos en las áreas de la física, utilizando técnicas experimentales y computacionales, así como métodos de análisis de datos, para describir, explicar y predecir fenómenos físicos, con creatividad, disposición al trabajo colaborativo y compromiso con el entorno, en apego a las normas de seguridad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento crítico, excelencia y vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

- Ley de enfriamiento de Newton
- Movimiento armónico simple
- Resonancia en un sistema masa – resorte
- Oscilaciones amortiguadas
- Reflexión de ondas en agua
- Ondas estacionarias en una cuerda
- Velocidad de propagación de ondas de agua
- Análisis espectral de ondas sonoras
- Momento de inercia de una masa puntual
- Momento de inercia de un disco y un anillo
- Conservación del momento angular
- Velocidad del sonido en el aire
- Densidad y Principio de Arquímedes
- Fuerza centrípeta

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1: Ley de enfriamiento de Newton

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Calienta una masa en un termo plató.
3. Monitorea la temperatura en tiempo real con un sistema de adquisición de datos. mientras la masa se enfría.
4. Aplica el modelo matemático adecuado para hacer un ajuste a los datos. experimentales con ayuda de software especializado.
5. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Sensor de temperatura.
- Interfaz para adquisición de datos.
- Computadora.
- Termoplato.

Práctica 2: Movimiento armónico simple

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Determina la constante de un resorte por un método estático. Cuelga diferentes masas en el resorte mide la deformación del resorte y obtiene el valor de la constante por medio de un ajuste lineal para la gráfica de elongación versus fuerza.
3. Determina el período y la frecuencia para oscilaciones pequeñas. Cuelga una masa de un resorte y lo hace oscilar por encima de un sensor de movimiento. Grafica en tiempo real la posición versus tiempo con ayuda de una interfaz de adquisición de datos y software especializado.
4. Compara el valor de la frecuencia natural obtenida experimentalmente con el valor teórico y calcula la diferencia porcentual entre ambos.
5. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Sensor de fuerza.
- Sensor de movimiento.
- Interfaz para adquisición de datos.
- Computadora.
- Resortes varios.
- Juego de masas y porta masas.
- Regla.
- Soporte universal.

Práctica 3: Resonancia en un sistema masa – resorte

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Determina la constante de un resorte midiendo la elongación que produce una masa colgada de uno de sus extremos.
3. Determina la frecuencia natural de oscilación del sistema con el modelo teórico correspondiente.
4. Hace oscilar el sistema con un vibrador mecánico. Varía la frecuencia de oscilación con un generador de señales, con valores por arriba y por debajo de la frecuencia natural de oscilación.
5. Registra en tiempo real la posición versus tiempo con ayuda de una interfaz de adquisición de datos y software especializado.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Sensor de movimiento.
- Vibrador mecánico.
- Generador de señales.
- Interfaz para adquisición de datos.
- Computadora.
- Resortes varios.
- Juego de masas y porta masas.
- Regla.
- Soporte universal.

Práctica 4: Oscilaciones amortiguadas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Hace oscilar en el aire un sistema masa-resorte colgado de un sensor de fuerza y registra en tiempo real la oscilación.
3. Hace oscilar en agua un sistema masa-resorte colgado de un sensor de fuerza y registra en tiempo real la oscilación.
4. Obtiene el coeficiente de amortiguamiento a partir del decaimiento de las oscilaciones
5. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Sensor de fuerza.
- Interfaz para adquisición de datos .
- Computadora.
- Resortes varios.
- Juego de masas y porta masas.
- Regla.
- Soporte universal.

Práctica 5: Reflexión de ondas en agua**Duración**

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Arma un tanque de ondas con luz estroboscópica y oscilador mecánico de frecuencia variable.
3. Usa una barrera como espejo plano, traza los frentes de onda incidente y reflejado en una hoja de papel sobre la que se proyecta la oscilación y mide los ángulos de incidencia y reflexión.
4. Sustituye la barrera plana por una con perfil circular y explora la reflexión de las ondas planas, determina el foco del reflector, el radio de curvatura y la relación entre estos dos últimos.
5. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Tanque de ondas.

- Oscilador mecánico.
- Luz estroboscópica.
- Barreras triangular y circular.
- Regla.
- Transportador.

Práctica 6: Ondas estacionarias en una cuerda

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Produce ondas estacionarias en una cuerda sujeta horizontalmente por un oscilador mecánico en un extremo y una polea en el otro extremo del cual pende una masa.
3. Varía la frecuencia de oscilación mientras mantiene la tensión y la longitud constantes
4. Grafica la frecuencia versus el número de lóbulos en la cuerda y hace un ajuste lineal del que obtiene la densidad lineal de masa de la cuerda.
5. Varía la tensión de la cuerda mientras mantiene fijas la frecuencia y la longitud.
6. Grafica la tensión versus el número de segmentos en la cuerda y hace un ajuste apropiado para obtener nuevamente la densidad lineal de masa.
7. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Oscilador mecánico.
- Generador de señales.
- Juego de masas y porta masas.
- Soporte universal.
- Polea.
- Cuerda

Práctica 7: Velocidad de propagación de ondas de agua

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Arma un tanque de ondas con luz estroboscópica y oscilador mecánico de frecuencia variable.

3. Produce ondas planas, las proyecta sobre una hoja de papel y mide la longitud de onda para diferentes frecuencias.
4. Gráfica la longitud de onda versus la frecuencia, hace un ajuste apropiado y determina la velocidad de propagación.
5. Determina la velocidad de propagación para diferentes profundidades del agua en la cuba de ondas.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Tanque de ondas.
- Oscilador mecánico.
- Luz estroboscópica.

Práctica 8: Análisis espectral de ondas sonoras

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Genera señales acústicas de una sola frecuencia y las detecta con un sensor de sonido.
3. Observa la FFT en tiempo real con software especializado y compara con la frecuencia del generador.
4. Observa la FFT de diferentes diapasones y determina su nota musical.
5. Observa la FFT del sonido producido por diferentes instrumentos musicales.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Interfaz de adquisición de datos en tiempo real.
- Sensor de sonido.
- Generador de señales y bocina.
- Diapasones.
- Instrumentos musicales.
- Computadora.

Práctica 9: Inercia rotacional de una masa puntual

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Mide y gráfica en tiempo real la velocidad lineal de una masa ubicada en el extremo de una varilla que rota.
3. Hace un ajuste lineal con software especializado a la gráfica de velocidad versus tiempo para obtener la aceleración tangencial
4. Determina la inercia rotacional con los valores experimentales obtenidos.
5. Compara el valor obtenido con el valor teórico y calcula el error porcentual
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Aparato rotacional.
- Juego de masas y porta masas.
- Balanza digital.
- Polea inteligente.
- Interfaz.
- Computadora.

Práctica 10: Inercia rotacional de un disco y de un anillo

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Mide y gráfica en tiempo real la velocidad lineal de un disco que rota
3. Hace un ajuste lineal con software especializado a la gráfica de velocidad versus tiempo para obtener la aceleración tangencial
4. Determina la inercia rotacional del disco con los valores experimentales obtenidos
5. Agrega el anillo al disco que rota y determina la aceleración del sistema
6. Determina la inercia rotacional del anillo
7. Compara los valores experimentales con los valores teóricos y calcula los errores porcentuales
8. Entrega bitácora y reporte de la práctica
9. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Aparato rotacional.
- Juego de masas y porta masas.
- Balanza digital.
- Polea inteligente.

- Interfaz.
- Computadora.

Práctica 11: Conservación del momento angular

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Mide y grafica en tiempo real la velocidad angular de un disco que rota
3. Deja caer un anillo sobre el disco y mide la nueva velocidad angular después de la colisión
4. Calcula el momento angular antes y después de la colisión
5. Calcula la pérdida de energía cinética
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Aparato rotacional.
- Juego de masas y porta masas.
- Balanza digital.
- Polea inteligente.
- Interfaz.
- Computadora.

Práctica 12: Velocidad del sonido en el aire

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Genera una onda sonora en el extremo de un tubo de resonancia.
3. Ajusta la longitud de la columna de aire dentro del tubo por medio de un pistón movable. y ubica con el oído las posiciones donde se producen los máximos.
4. Mide la distancia entre antinodos sucesivos y determina la longitud de onda y la velocidad de propagación.
5. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Tubo de resonancia con pistón.
- Generador de señales.

Práctica 13: Densidad y Principio de Arquímedes

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Introduce un objeto colgado de un sensor de fuerza en un recipiente que contiene un líquido.
3. Aumenta manualmente y de manera gradual la porción del objeto que queda sumergido en el líquido.
4. Registra el peso aparente que mide el sensor de fuerza.
5. Hace una gráfica de las variables tabuladas y hace un ajuste apropiado para obtener el valor de la densidad del líquido mediante los parámetros de ajuste
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Sensor de fuerza.
- Soporte universal.
- Regla.
- Vaso de precipitados.
- Líquidos de diferentes densidades.

Práctica 14: Fuerza centrípeta

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Suspende una masa conocida en el porta masas en el extremo del arreglo experimental.
3. Aumenta manualmente y de manera gradual la porción las masas suspendidos en la cuerda.
4. Registra la fuerza del accesorio de fuerza centrípeta.
5. Hace una gráfica de las variables tabuladas y hace un ajuste apropiado para obtener el valor de la fuerza centrípeta.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Plataforma rotacional.
- Accesorio para fuerza centrípeta.
- Juego de masas y porta masas.
- Balanza.

Práctica 15: Proyecto final

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la investigación de algún descubrimiento experimental
2. Realiza una presentación sobre los puntos más importantes del descubrimiento experimental de tu interés con una duración de 10 a 15 minutos
3. Entrega del reporte escrito de la investigación realizada
4. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Artículos científicos.
- Videos de divulgación científica.
- Herramientas digitales.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Organizadores gráficos

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	20%
– Bitácora de prácticas	10%
– Reporte de prácticas	50%
– Presentación de experimento libre	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Baird, D.C. (1995). *Experimentation: an introduction to measurement theory and experiment design* (3ª ed.). Prentice-Hall [Clásica].

Gil, S. (2014). *Experimentos de Física: Usando las TIC y elementos de bajo costo* (1ª ed.). Alfaomega [Clásica].

Feynman, R. P., Leighton, R. B., y Sands, M. (2011). *The Feynman lectures on physics* (Vol. 1). Basic Books [Clásica].

Serway, R. A., & Jewett, J. W., Jr. (2018). *Física para ciencias e ingeniería* (10ª ed., Vol. 1). Cengage. [Clásica].

Young, H. D., Freedman, R. A., & Ford, A. L. (2020). *University physics with modern physics* (15ª ed.). Pearson.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Feynman Lectures Website. (s. f.). *The Feynman Lectures on Physics*. California Institute of Technology. <https://www.feynmanlectures.caltech.edu>

Ling, S. J., Moebs, W., & Sanny, J. (2016). *University Physics Vol.1*. OpenStax. <https://openstax.org/details/books/university-physics-volume-1>

University of Colorado Boulder (n.d.). *PhET Interactive Simulations: Physics*. PhET. <https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o área afín, preferentemente con grado de maestría o doctorado y experiencia en docencia universitaria. Se requiere dominio del uso de equipos de adquisición de datos en tiempo real, incluyendo sensores utilizados en experimentos de mecánica rotacional, ondas y fluidos, y manejo competente de interfaces de conexión entre sensores y computadora, así como del software especializado para la captura, visualización y análisis de datos experimentales. Deberá poseer competencias para diseñar e implementar estrategias didácticas activas y ser una persona responsable con alto sentido ético y comprometida con el aprendizaje significativo de las y los estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Ondas y Fluidos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Manuel Iván Ocegueda Miramontes Héctor Francisco Ortiz Kerbertt
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Ondas y Fluidos proporciona al estudiante los conceptos fundamentales de la mecánica ondulatoria y la mecánica de fluidos, desarrollando habilidades analíticas para describir el comportamiento de sistemas físicos continuos. Su importancia radica en consolidar los conocimientos de Mecánica y Sistemas de Partículas aplicándolos a fenómenos ondulatorios y fluidos, sentando las bases conceptuales para unidades posteriores como Termodinámica, Óptica y Mecánica de Fluidos. Se imparte en la etapa básica,. Es de carácter obligatoria y pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar fenómenos de sistemas oscilatorios, ondas mecánicas y fluidos mediante la aplicación de las leyes de la mecánica clásica y herramientas del cálculo, con la finalidad de predecir y explicar su comportamiento en diversas situaciones físicas, con actitud crítica, disciplina y responsabilidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elaboración y presentación un proyecto de investigación sobre una aplicación o fenómeno relacionado con los sistemas oscilatorios, las ondas mecánicas o los fluidos, donde se analizará un caso específico aplicando los principios físicos y las herramientas matemáticas del curso, así como elaborar un reporte escrito que incluya la fundamentación teórica, la metodología empleada, el análisis de resultados y las conclusiones, y realizará una presentación oral ante el grupo donde demuestre dominio conceptual, claridad expositiva y rigor científico. Esta evidencia permite valorar de manera objetiva la comprensión, aplicación y comunicación del conocimiento, así como la actitud profesional y el pensamiento crítico.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia e Innovación Social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Sistemas oscilatorios

Competencia

Analizar el comportamiento de sistemas oscilatorios aplicando las leyes de la mecánica clásica, para determinar las propiedades dinámicas de osciladores simples, amortiguados y forzados, con lógica, iniciativa y responsabilidad.

Contenido

- 1.1 Movimiento de un objeto unido a un resorte
- 1.2. Partícula en movimiento armónico simple
- 1.3. Energía del oscilador armónico simple
- 1.4. Comparación del movimiento armónico simple y el movimiento circular
- 1.5. Movimiento armónico simple vertical
- 1.6. El péndulo simple
- 1.7. Movimiento armónico amortiguado
- 1.8. Oscilaciones forzadas y resonancia

Duración

10 horas

Unidad II. Ondas mecánicas

Competencia

Analizar la propagación de ondas mecánicas en diferentes medios aplicando la descripción matemática ondulatoria, para caracterizar el comportamiento ondulatorio y sus manifestaciones en diversos sistemas físicos, con rigor científico y actitud crítica.

Contenido

- 2.1. Tipos de ondas mecánicas
- 2.2. Ondas periódicas
- 2.3. Descripción matemática de una onda viajera
 - 2.3.1. Velocidad y aceleración de partículas en una onda senoidal
- 2.4. Rapidez de una onda en una cuerda estirada
- 2.5. Energía del movimiento ondulatorio
- 2.6. Interferencia de ondas y el principio de superposición
- 2.7. Ondas estacionarias en una cuerda
 - 2.7.1. Modos normales de una cuerda
 - 2.7.2. Instrumentos de cuerda
- 2.8. Tensión y deformación
 - 2.8.1. Densidad
 - 2.8.2. Módulo de Young
 - 2.8.3. Módulo volumétrico
- 2.9. Las ondas sonoras

- 2.9.1. Ondas sonoras como fluctuaciones de presión
- 2.9.2. Rapidez del sonido en un sólido
- 2.9.3. Rapidez del sonido en un fluido
- 2.9.4. Intensidad del sonido
- 2.9.5. La escala de decibeles
- 2.9.6. Ondas sonoras estacionarias y modos normales
- 2.9.7. Batimiento
- 2.9.8. Efecto Doppler
- 2.9.9. Ondas de choque

Duración

12 horas

Unidad III. Fluidos

Competencia

Examinar el comportamiento de fluidos en reposo y en movimiento aplicando los principios fundamentales de la hidrostática y la hidrodinámica, para describir y cuantificar las propiedades físicas relevantes de líquidos y gases, con rigor analítico y responsabilidad.

Contenido

- 3.1. Concepto de fluido.
- 3.2. Variación de la presión en un fluido en reposo
- 3.3. Principio de Pascal.
- 3.4. Medición de la presión.
- 3.5. Flotación: Principio de Arquímedes.
- 3.6. Tensión superficial.
- 3.7. Líneas de corriente y ecuación de continuidad.
- 3.8. La ecuación de Bernoulli.
- 3.9. Aplicaciones de la ecuación de Bernoulli y la ecuación de continuidad.
- 3.10. Viscosidad, turbulencia y flujo caótico.

Duración

10 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I.

Práctica 1: Oscilador masa-resorte y movimiento armónico simple

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumnado resolverá.
3. Resuelve problemas de sistemas masa-resorte aplicando la ley de Hooke para determinar constantes elásticas.
4. Calcula el periodo y la frecuencia de oscilación para diferentes combinaciones de masa y constante del resorte.
5. Determina las ecuaciones de posición en función del tiempo para partículas en movimiento armónico simple.
6. Calcula la velocidad y aceleración como funciones del tiempo y de la posición.
7. Identifica las amplitudes, fases iniciales y frecuencias angulares a partir de condiciones iniciales dadas.
8. Presenta la solución por escrito en donde se muestran gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas.
- Calculadora científica.
- Lápiz y borrador.

Práctica 2: Energía del oscilador armónico simple

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumnado resolverá.
3. Calcula la energía cinética del oscilador en diferentes posiciones del ciclo de oscilación.
4. Determina la energía potencial elástica almacenada en el resorte en función de la posición.
5. Calcula la energía mecánica total del sistema y verifica su conservación.
6. Relaciona la energía total con la amplitud del movimiento armónico simple.
7. Resuelve problemas de colisiones elásticas aplicando conservación de momento y energía.
8. Analiza colisiones completamente inelásticas donde no se conserva la energía mecánica.
9. Presenta las soluciones por escrito incluyendo gráficas de energía cinética, potencial y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas.
- Calculadora científica Lápiz y borrador.

Práctica 3: Relación entre movimiento armónico simple y movimiento circular

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumnado resolverá.
3. Compara las ecuaciones del movimiento armónico simple con las proyecciones del movimiento circular uniforme.
4. Relaciona las magnitudes angulares del movimiento circular con las características del oscilador armónico.
5. Construye diagramas fasoriales para representar la posición, velocidad y aceleración del oscilador.
6. Resuelve problemas utilizando la representación fasorial para simplificar cálculos.
7. Presenta las soluciones por escrito con diagramas que ilustran la equivalencia entre ambos movimientos y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas.
- Calculadora científica.
- Lápiz, borrador y compás.
- Regla y transportador.

Práctica 4: Osciladores verticales y péndulo simple

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumnado resolverá.
3. Resuelve problemas de sistemas masa-resorte en posición vertical considerando el efecto de la gravedad.
4. Determina la posición de equilibrio y la frecuencia de oscilación en sistemas verticales.
5. Analiza el péndulo simple calculando periodo, frecuencia y energía para pequeñas oscilaciones.
6. Evalúa la validez de la aproximación de ángulos pequeños en el péndulo simple.

7. Presenta las soluciones por escrito incluyendo un análisis de las diferencias entre osciladores horizontales y verticales, y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas.
- Calculadora científica.
- Lápiz y borrador.

Práctica 5: Oscilaciones amortiguadas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumno resolverá.
3. Resuelve la ecuación diferencial del oscilador amortiguado para diferentes regímenes de amortiguamiento.
4. Clasifica sistemas como subamortiguados, críticamente amortiguados y sobreamortiguados según los parámetros dados.
5. Calcula el factor de calidad y el tiempo de relajación para osciladores amortiguados.
6. Determina cómo la amplitud disminuye exponencialmente con el tiempo.
7. Presenta las soluciones por escrito e incluye gráficas que muestran el comportamiento temporal para cada régimen de amortiguamiento y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas.
- Calculadora científica.
- Lápiz y borrador.

Unidad II. Ondas mecánicas

Práctica 6: Características de las ondas armónicas viajeras

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumno resolverá.

3. Clasifica diferentes tipos de ondas mecánicas según su dirección de propagación (transversales, longitudinales).
4. Identifica las características de las ondas periódicas: longitud de onda, periodo, frecuencia y amplitud.
5. Calcula la velocidad y aceleración de partículas en diferentes posiciones de una onda senoidal.
6. Presenta las soluciones por escrito incluyendo gráficas de la forma de onda y del movimiento de partículas individuales y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas.
- Calculadora científica.
- Lápiz y borrador.

Práctica 7: Energía de las ondas en una cuerda

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumno resolverá.
3. Calcula la rapidez de propagación de ondas en cuerdas estiradas en función de la tensión y densidad lineal.
4. Determina cómo varían la rapidez y la longitud de onda cuando cambian las propiedades de la cuerda.
5. Calcula la potencia transmitida por una onda en una cuerda.
6. Determina la intensidad de ondas mecánicas.
7. Relaciona la amplitud de la onda con la energía transportada.
8. Presenta las soluciones obtenidas por escrito y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas.
- Calculadora científica.
- Lápiz y borrador.

Práctica 8: Interferencia y ondas estacionarias en una cuerda

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumnado resolverá.
3. Aplica el principio de superposición para determinar el desplazamiento resultante de dos ondas que se cruzan.
4. Identifica las condiciones para interferencia constructiva y destructiva.
5. Calcula las frecuencias de los modos normales de vibración en cuerdas con extremos fijos.
6. Determina las longitudes de onda y las posiciones de nodos y antinodos en ondas estacionarias.
7. Relaciona los modos normales con la producción de sonido en instrumentos de cuerda.
8. Presenta las soluciones obtenidas por escrito y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas.
- Calculadora científica.
- Lápiz, borrador y regla.

Práctica 9: Propiedades mecánicas de materiales y ondas sonoras

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumnado resolverá.
3. Calcula la densidad de diferentes materiales y relaciona esta propiedad con la propagación de ondas de diferentes frecuencias.
4. Determina el módulo de Young y el módulo volumétrico para materiales sometidos a deformaciones.
5. Relaciona la tensión y la deformación en sólidos mediante las constantes elásticas.
6. Calcula la rapidez del sonido en sólidos utilizando el módulo de Young y la densidad.
7. Determina la rapidez del sonido en fluidos utilizando el módulo volumétrico.
8. Presenta las soluciones por escrito donde se incluye un análisis comparativo de la rapidez del sonido en diferentes medios.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas.
- Calculadora científica.
- Lápiz y borrador.

Práctica 10: Intensidad del sonido y ondas estacionarias sonoras

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumnado resolverá.
3. Representa ondas sonoras como fluctuaciones de presión en el medio de propagación.
4. Calcula la intensidad de ondas sonoras en función de la amplitud de presión.
5. Convierte valores de intensidad a la escala de decibeles y viceversa.
6. Determina las frecuencias de los modos normales en tubos abiertos y cerrados.
7. Analiza el fenómeno de batimiento calculando la frecuencia de pulsación cuando dos ondas de frecuencias similares interfieren.
8. Presenta las soluciones por escrito con análisis de los patrones de ondas estacionarias en columnas de aire y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas.
- Calculadora científica.
- Lápiz y borrador.

Práctica 11: Efecto Doppler y ondas de choque

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. El docente hace entrega del listado de ejercicios que el alumnado resolverá.
3. Calcula las frecuencias observadas cuando la fuente sonora, el observador o ambos están en movimiento.
4. Determina las velocidades de fuente u observador a partir de los cambios de frecuencia medidos.
5. Calcula el ángulo del cono de Mach para objetos que se mueven a velocidades supersónicas.
6. Determina las condiciones para la formación de ondas de choque.
7. Presenta las soluciones por escrito del efecto Doppler e incluye diagramas de la geometría de las ondas de choque y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas.
- Calculadora científica.
- Lápiz, borrador y regla.

Unidad III: Fluidos

Práctica 12: Presión en fluidos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumnado resolverá.
3. Calcula la densidad de diferentes sustancias y objetos a partir de su masa y volumen.
4. Determina la presión ejercida por fluidos en diferentes puntos considerando la profundidad.
5. Calcula la variación de la presión con la profundidad en fluidos en reposo utilizando la ecuación hidrostática.
6. Resuelve problemas de medición de presión utilizando manómetros y barómetros.
7. Determina presiones absolutas y manométricas en sistemas de fluidos.
8. Presenta las soluciones por escrito con diagramas que ilustran la distribución de presión en diferentes configuraciones y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas.
- Calculadora científica.
- Lápiz y borrador.

Práctica 13: Principio de Pascal y Arquímedes

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumnado resolverá.
3. Aplica el principio de Pascal para calcular fuerzas y presiones en sistemas hidráulicos.
4. Resuelve problemas de prensas hidráulicas determinando la amplificación de fuerza.
5. Calcula el empuje que experimenta un cuerpo sumergido utilizando el principio de Arquímedes.
6. Determina las condiciones de flotación, hundimiento o equilibrio de objetos en fluidos.
7. Calcula la fracción de volumen sumergido para objetos flotantes.
8. Presenta las soluciones por escrito con análisis de aplicaciones prácticas de ambos principios y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas
- Listado de problemas
- Calculadora científica
- Lápiz y borrador

Práctica 14: Ecuación de continuidad y ecuación de Bernoulli

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios que el alumnado resolverá.
3. Aplica la ecuación de continuidad para calcular velocidades de flujo en tuberías de sección variable.
4. Determina caudales volumétricos en sistemas de fluidos en movimiento.
5. Aplica la ecuación de Bernoulli para relacionar presión, velocidad y altura en diferentes puntos de un flujo.
6. Verifica la conservación de energía en fluidos ideales mediante la ecuación de Bernoulli.
7. Presenta las soluciones por escrito y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Listado de problemas
- Calculadora científica.
- Lápiz y borrador.

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el personal docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados. Estas estrategias deben seleccionarse en función del tipo de competencia, el nivel cognitivo y la naturaleza del contenido.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

Son enfoques que el estudiantado emplea para organizar, adquirir, comprender y aplicar el conocimiento. Estas estrategias deben promover el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	60%
– Tareas y prácticas de taller	30%
– Proyecto de investigación	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Crawford, F. S. (1994). Ondas (Berkeley Physics Course; 3). Reverté.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2011). *The Feynman lectures on physics* (New millennium ed., Vol. 1). Basic Books.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2018). *Fundamentals of physics* (11.^a ed.). Wiley.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W., Jr. (2018). *Física para ciencias e ingeniería* (10.^a ed.). Cengage Learning.
- Young, H. D., Freedman, R. A., & Ford, A. L. (2020). *University physics with modern physics* (15.^a ed.). Pearson.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2013). *The Feynman lectures on physics*. California Institute of Technology. <http://www.feynmanlectures.caltech.edu/>
- Kontomaris, S.-V., & Malamou, A. (2016). A simple explanation of the classic hydrostatic paradox. *Physics Education*, 51(4), 045010. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/51/4/045010>
- Physics4Life. (2016, octubre 15). *Barril blaising de Pascal: barril de vidrio explosivo con presión de agua* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=EJHrr21UvY8>
- Physics4Life. (2017, febrero 11). *The hydrostatic paradox – Explained!* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=6zeHWVUiXoc>
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2010). *Física para la ciencia y la tecnología* (6.^a ed.). Reverté.

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente de la unidad de aprendizaje de Ondas y Fluidos deberá contar con formación en Física, Ingeniería o áreas afines, preferentemente con grado de maestría o doctorado y experiencia en docencia universitaria. Se requiere dominio de los fundamentos de la mecánica de ondas y fluidos. Deberá poseer competencias para diseñar e implementar estrategias didácticas activas, promover el pensamiento crítico, la autonomía y la ética profesional, así como actitudes de responsabilidad, colaboración y compromiso con el aprendizaje científico. Finalmente, el personal docente debe contribuir al desarrollo integral del físico, motivando la apropiación de herramientas conceptuales que fortalezcan su formación interdisciplinaria y su capacidad de innovación.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Electricidad y Magnetismo
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Eta de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Manuel Iván Ocegueda Miramontes Alejandro Osuna González Claudio Ismael Valencia Yaves
Subdirección que aprueba el PUA:	
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar y aplicar los principios de la Electricidad y el Magnetismo mediante cálculo vectorial, análisis de simetría y revisión histórica de experimentos clave para evaluar y modelar fenómenos electromagnéticos en configuraciones de alta simetría. Construir una visión coherente e histórica de la disciplina desde los experimentos fundacionales hasta la formulación clásica de la teoría electromagnética de Maxwell, y ejercer objetividad, rigor, responsabilidad y colaboración crítica en el proceso. Esta asignatura se ubica en la etapa disciplinaria con carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Determinar el comportamiento de los campos eléctricos y magnéticos en situaciones estacionarias y cuasi estacionarias mediante el razonamiento deductivo, el cálculo vectorial y la revisión de fundamentos experimentales e históricos, con el propósito de resolver y justificar configuraciones de alta simetría que sirvan de base para la teoría electromagnética clásica, actuando con objetividad, rigor, responsabilidad y colaboración crítica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias con una selección de problemas y ejercicios resueltos en el salón de clase de manera individual y/o equipo, cuya solución involucre la aplicación de las técnicas aprendidas en el aula, así como tareas que consistirán en un conjunto de actividades que motiven la reflexión y el autoaprendizaje.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Herramientas vectoriales

Competencia

Representar campos escalares y vectoriales con apoyo de herramientas gráficas y computacionales para calcular y visualizar líneas de campo que permitan interpretar el significado físico de los operadores gradiente, divergencia y rotacional en diferentes configuraciones, actuando con objetividad, disciplina y responsabilidad.

Contenido

- 1.1. Encuadre
- 1.2. Campos escalares y campos vectoriales
- 1.3. Operadores vectoriales
- 1.4. Interpretación física del gradiente, rotacional y divergencia
- 1.5. Coordenadas curvilíneas ortogonales

Duración

04 horas

Unidad II. Electrostática en el vacío

Competencia

Calcular el campo eléctrico en situaciones estacionarias al aplicar coordenadas curvilíneas ortogonales que exige la geometría del problema, para visualizar aspectos fundamentales de fenómenos eléctricos en problemas de alta simetría, con objetividad y honestidad.

Contenido

- 2.1. Ley de Coulomb
- 2.2. El campo eléctrico E
- 2.3. Distribución discreta de cargas
- 2.4. Líneas de campo eléctrico
- 2.5. Distribución continua de cargas en coordenadas cartesianas, esféricas y cilíndricas
- 2.6. Divergencia y rotacional del campo eléctrico
- 2.7. Ley de Gauss
- 2.8. Cálculo de campos eléctricos producidos por distribuciones de carga dadas

Duración

08 horas

Unidad III. Potencial electrostático

Competencia

Analizar el concepto de potencial escalar electrostático como generador del campo eléctrico a través del cálculo vectorial y el estudio de configuraciones de alta simetría, para disponer de distintas variantes en la resolución de problemas de electrostática e introducir el estudio de condiciones de frontera, actuando con objetividad, rigor y responsabilidad.

Contenido

- 3.1. El potencial electrostático como gradiente del campo eléctrico
- 3.2. El dipolo eléctrico
- 3.3. Divergencia y rotacional del campo eléctrico
- 3.4. Ecuación de Poisson
- 3.5. Condiciones de frontera en problemas de alta simetría

Duración

06 horas

Unidad IV. Energía electrostática

Competencia

Evaluar el concepto de potencial electrostático como medida de la energía de un sistema de cargas al calcular el trabajo requerido para trasladar una carga desde el infinito hasta una posición dada en contra de un campo eléctrico, con el propósito de comprender la relación entre el campo, el potencial y la energía almacenada en configuraciones electrostáticas, actuando con objetividad, rigor y responsabilidad.

Contenido

- 4.1. Trabajo realizado en contra del campo eléctrico
- 4.2. Energía potencial de una distribución de carga
- 4.3. Densidad de energía
- 4.4. Materiales conductores
- 4.4. Capacidad de un sistema

Duración

06 horas

Unidad V. Corrientes estacionarias

Competencia

Distinguir las reglas de Kirchhoff como consecuencia de la conservación de la carga y la energía, mediante el uso de estrategias heurísticas, para resolver aspectos básicos de circuitos de corriente continua, con integridad y objetividad.

Contenido

- 5.1. Flujo de cargas a través de una superficie
- 5.2. Vector densidad de corriente
- 5.3. Conservación de la carga y ecuación de continuidad
- 5.4. Tubos de corriente
- 5.5 Conductores delgados
- 5.6. Resistividad y ley de Ohm
- 5.7. Reglas de Kirchhoff
- 5.8. Potencia y ley de Joule
- 5.9. Circuitos de corriente estacionaria

Duración

06 horas

Unidad VI. Campo magnético estacionario

Competencia

Determinar el campo magnético en situaciones estacionarias al emplear coordenadas curvilíneas ortogonales que exige la geometría del problema, para visualizar aspectos fundamentales de fenómenos magnéticos en problemas de alta simetría, con integridad y objetividad.

Contenido

- 6.1. Fuerzas magnéticas
- 6.2. Inducción magnética B
- 6.3. Ley de Biot-Savart
- 6.4. Divergencia y rotacional de B
- 6.5. Líneas de campo magnético
- 6.6. Ley de Ampère
- 6.7. Cálculo de campos magnéticos producidos por distribuciones de corrientes dadas
- 6.8. El potencial vectorial magnético A
- 6.9. El dipolo magnético

Duración

08 horas

Unidad VII. Medios materiales

Competencia

Examinar el comportamiento del campo eléctrico y el campo magnético en distintos materiales a partir de un modelo de dipolos, con el fin de comprender de manera simple la interacción entre campos y materia, actuando con asertividad y actitud proactiva, ordenada y respetuosa.

Contenido

- 7.1. Dipolos inducidos

- 7.2. El vector de polarización P y de magnetización M
- 7.3. Vector desplazamiento eléctrico D
- 7.4. Vector campo magnético H
- 7.5. Ferroelectricidad y ferromagnetismo, curvas de histéresis

Duración

04 horas

Unidad VIII. Inducción electromagnética

Competencia

Integrar el conocimiento previo de las unidades anteriores en las ecuaciones de Maxwell al aplicar el cálculo vectorial y estrategias heurísticas, con el propósito de manejar el concepto de campo electromagnético, actuando con asertividad y actitud proactiva, ordenada y respetuosa.

Contenido

- 8.1. Ley de inducción de Faraday
- 8.2. Fuerza electromotriz inducida
- 8.3. El campo eléctrico inducido
- 8.4. Ejemplos de inducción
- 8.5. Ecuaciones de Maxwell

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Herramientas vectoriales

Práctica 1: Visualización de campos vectoriales

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente sobre el uso básico de herramientas de cálculo y graficación.
2. Representa un campo vectorial simple mediante software computacional (Python, Matlab, Mathematica, simuladores en línea) o por graficación manual.
3. Analiza visualmente las líneas de campo y discute sus características geométricas en equipo.

Recursos de apoyo

- Software de cálculo (Python, Matlab, Mathematica).
- Cuadrículas o papel milimetrado.

- Guía de problemas.

Práctica 2: Significado geométrico de los operadores

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Calcula gradiente, divergencia y rotacional de distintos campos vectoriales.
2. Representa los resultados mediante herramientas computacionales o gráficas manuales.
3. Redacta un breve informe explicando el significado físico de cada operador en los ejemplos trabajados.

Recursos de apoyo

- Software de cálculo (Python, Matlab, Mathematica).
- Cuadrículas o papel milimetrado.
- Guía de problemas.

Práctica 3: Coordenadas curvilíneas y simetría

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Resuelve la representación de un campo en coordenadas cilíndricas y otro en coordenadas esféricas.
2. Realiza una representación gráfica computacional o manual de al menos un caso.
3. Discute en grupo las ventajas de elegir coordenadas adecuadas para simplificar los problemas físicos.

Recursos de apoyo

- Software de cálculo (Python, Matlab, Mathematica).
- Cuadrículas o papel milimetrado.
- Guía de problemas.

Unidad II. Electrostática en el vacío

Práctica 4: Ley de Coulomb y campo eléctrico de cargas puntuales

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Calcula el campo eléctrico de un sistema discreto de dos o más cargas puntuales.
2. Representa gráficamente el vector campo en distintos puntos del espacio.
3. Discute cómo varía el campo con la distancia y la distribución de las cargas.
4. Calcula el campo eléctrico de un sistema continuo cargas utilizando coordenadas cartesianas, esféricas y cilíndricas.

Recursos de apoyo

- Herramientas computacionales (Python, Matlab, Mathematica, simuladores en línea).
- Cuadrículas o papel milimetrado.
- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 5: Líneas de campo eléctrico y simetría

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Traza líneas de campo eléctrico para distribuciones simples (carga puntual, esfera con densidad uniforme, dipolo, línea infinita de carga, etc.).
2. Identifica patrones de simetría y densidad de líneas.
3. Relaciona la representación gráfica con la intensidad y dirección del campo.

Recursos de apoyo

- Software de simulación o graficación manual.
- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 6: Ley de Gauss en configuraciones de alta simetría

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Selecciona una configuración de carga con alta simetría (esfera cargada uniformemente, cilindro infinito, lámina infinita).
2. Construye la superficie gaussiana adecuada y calcula el campo eléctrico aplicando la ley de Gauss.
3. Compara el resultado con la solución obtenida mediante la ley de Coulomb.

Recursos de apoyo

- Computadora con software de cálculo simbólico (por ejemplo, Mathematica o SymPy) o ejercicios guiados en papel.
- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Unidad III: Potencial electrostático

Práctica 7: Campo y potencial de un dipolo

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Calcula el potencial electrostático generado por un dipolo.
2. Deriva el campo eléctrico asociado a partir del potencial.
3. Representa gráficamente las líneas de campo y los contornos de potencial.

Recursos de apoyo

- Software de graficación, simuladores en línea o representaciones manuales.
- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 8. Divergencia, rotacional y ecuación de Poisson

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Calcula la divergencia y el rotacional de distintos campos electrostáticos.
2. Discute la condición de rotacional nulo en campos conservativos.
3. Aplica la ecuación de Poisson a una distribución sencilla de cargas y reflexiona sobre su utilidad.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 9: Condiciones de frontera en problemas de alta simetría

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Resuelve un problema de potencial en una configuración con frontera simple (esfera conductora, plano conductor).
2. Aplica las condiciones de frontera para el potencial y el campo eléctrico.
3. Explica la importancia de las condiciones de frontera en sistemas físicos reales.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Unidad IV: Energía electrostática

Práctica 10: Trabajo en contra de un campo eléctrico

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Calcula el trabajo necesario para trasladar una carga desde el infinito hasta distintos puntos del espacio en un sistema de cargas puntuales.
2. Representa gráficamente cómo varía el potencial electrostático en función de la posición.
3. Reflexiona sobre la relación entre trabajo, potencial y energía almacenada.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 11: Energía potencial de distribuciones de carga

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Determina la energía potencial electrostática de una distribución discreta de cargas.
2. Extiende el cálculo a una distribución continua con simetría simple (esfera cargada, línea infinita).
3. Explica el significado físico de la energía asociada a la configuración.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 12: Densidad de energía en el campo eléctrico

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Deriva la expresión de la densidad de energía en el campo eléctrico.
2. Aplica la fórmula a un capacitor plano y discute cómo se distribuye la energía en el sistema.
3. Compara con otros sistemas de interés (esfera o cilindro).

Recursos de apoyo

- Herramientas de cálculo, simuladores o cuaderno de trabajo.
- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 13: Capacidad de un sistema de conductores

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Calcula la capacitancia de sistemas básicos (capacitor plano, cilíndrico y esférico).
2. Representa la relación entre energía almacenada y capacitancia en cada caso.
3. Resuelve circuitos en configuraciones serie y paralelo.
4. Reflexiona sobre la importancia de los materiales conductores en el almacenamiento de energía electrostática.

Recursos de apoyo

- Circuitos simulados en software (p. ej., simuladores en línea tipo PhET) o problemas impresos.
- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Unidad V: Corrientes estacionarias

Práctica 14: Vector densidad de corriente y ecuación de continuidad

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Calcula el flujo de cargas a través de superficies simples (planas y curvas).
2. Representa el vector densidad de corriente en ejemplos dados.
3. Verifica la conservación de la carga mediante la ecuación de continuidad en un caso concreto.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 15: Ley de Ohm y resistividad en conductores delgados***Duración:***

01 hora

Procedimiento

1. Determina la relación entre densidad de corriente, campo eléctrico y conductividad para un conductor uniforme.
2. Resuelve un ejercicio que relacione la resistividad con la geometría de un conductor.
3. Reflexiona sobre el significado físico de la ley de Ohm más allá de su forma empírica.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 16: Reglas de Kirchhoff como consecuencia de la ecuación de continuidad

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Formula las reglas de Kirchhoff a partir de la conservación de la carga (nodos) y de la energía (lazos).
2. Resuelve dos circuitos básicos (serie-paralelo y con un lazo adicional).
3. Discute cómo las reglas de Kirchhoff emergen de principios más fundamentales.

Recursos de apoyo

- Circuitos simulados en software (p. ej., simuladores en línea tipo PhET) o problemas impresos.
- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 17: Potencia y ley de Joule en circuitos

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Calcula la potencia disipada en resistores de distintos circuitos.
2. Verifica la ley de Joule en configuraciones sencillas.
3. Reflexiona sobre la relación entre potencia eléctrica y conservación de la energía en el sistema.

Recursos de apoyo

- Software de simulación, multímetros virtuales o ejercicios en papel.
- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Unidad VI. Campo magnético estacionario

Práctica 18: Fuerzas magnéticas sobre cargas y corrientes

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Calcula la fuerza magnética sobre una partícula cargada en movimiento en un campo magnético uniforme.
2. Extiende el análisis a una corriente rectilínea y determina la fuerza por unidad de longitud.

3. Representa la dirección de las fuerzas con la regla de la mano derecha.

Recursos de apoyo:

Software de simulación o ejercicios guiados en papel.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 19: Ley de Biot-Savart y líneas de campo magnético

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Aplica la ley de Biot-Savart a configuraciones simples (hilo recto, arco de circunferencia).
2. Representa las líneas de campo magnético obtenidas.
3. Discute cómo la geometría de la corriente influye en la forma del campo.

Recursos de apoyo

- Software de cálculo (Python, Matlab, Mathematica).
- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 20: Divergencia y rotacional del campo magnético

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Calcula la divergencia del campo magnético para demostrar que es nula.
2. Obtiene el rotacional del campo magnético y relaciona el resultado con la densidad de corriente.
3. Reflexiona sobre el significado físico de estas propiedades del campo magnético.

Recursos de apoyo

- Software de cálculo simbólico.
- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 21: Ley de Ampère en configuraciones de simetría

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Aplica la ley de Ampère a configuraciones con simetría: hilo recto infinito, solenoide y toroide.
2. Compara los resultados con los obtenidos por Biot-Savart.
3. Discute la importancia de la simetría en la elección de la trayectoria amperiana.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 22: Potencial vectorial magnético

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Calcula el potencial vectorial para una corriente rectilínea infinita.
2. Obtiene el campo a partir del rotacional del potencial.
3. Reflexiona sobre la utilidad del potencial vectorial en problemas de electromagnetismo.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas.
- Notas clase

Unidad VII. Medios materiales

Práctica 23: Modelo de dipolos inducidos

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Representa un material dieléctrico simple como un conjunto de dipolos inducidos.
2. Calcula el campo eléctrico resultante para un caso sencillo.
3. Reflexiona sobre cómo el modelo de dipolos permite entender la respuesta de la materia a un campo aplicado.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 24: Vectores de polarización y magnetización

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Calcula las densidades de polarización y magnetización .
2. Discute el significado físico de estos vectores en relación con las propiedades microscópicas de la materia.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 25: Vector desplazamiento eléctrico y vector campo magnético

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Calcula el vector desplazamiento eléctrico en un capacitor y el vector campo magnético en un solenoide con núcleo magnético.
2. Analiza cómo estas magnitudes simplifican el estudio de campos en materiales.

Recursos de apoyo

- Software simbólico (por ejemplo, Mathematica o SymPy) o cuaderno de ejercicios.

Práctica 26: Curvas de histéresis en materiales ferroeléctricos y ferromagnéticos

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Investiga el comportamiento experimental de curvas de histéresis en ferroeléctricos y ferromagnéticos.
2. Analiza cómo la histéresis refleja la interacción entre dipolos y campo externo.
3. Elabora un esquema gráfico que explique el fenómeno y sus aplicaciones tecnológicas.

Recursos de apoyo

- Documentación científica, videos de laboratorios virtuales y material de clase.
- Software simbólico (por ejemplo, Mathematica o SymPy) o cuaderno de ejercicios.

Unidad VIII. Inducción electromagnética

Práctica 27: Ley de Faraday y fuerza electromotriz inducida

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Calcula la fem inducida en un circuito simple por un flujo magnético variable.
2. Representa gráficamente la variación del flujo y la fem en función del tiempo.
3. Calcula el campo eléctrico inducido en un caso sencillo de flujo magnético cambiante.
4. Representa las líneas de campo eléctrico inducido, compara con el caso estacionario.
5. Reflexiona sobre la diferencia conceptual entre ambos tipos de campos.
6. Explica cómo se cumple la conservación de la energía en este fenómeno.

Recursos de apoyo

- Simuladores en línea (p. ej., PhET).
- Guía de problemas.
- Notas de clase.

Práctica 28: Ejemplos de inducción electromagnética

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Resuelve problemas de inducción en configuraciones como un anillo conductor, un solenoide o un disco de Faraday.
2. Compara las soluciones obtenidas con predicciones cualitativas basadas en la Ley de Lenz.
3. Discute en grupo aplicaciones tecnológicas de la inducción.

Recursos de apoyo

- Simuladores en línea.
- Guía de problemas.

Práctica 29: De Maxwell a la ecuación de onda

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Escribe las ecuaciones de Maxwell en el vacío en su forma diferencial.
2. A partir de la divergencia y el rotacional, deduce la ecuación de onda para los campos eléctrico y magnético.

3. Identifica la velocidad de propagación en función de las constantes de permitividad eléctrica y permeabilidad magnética en vacío.
4. Reflexiona sobre el significado histórico de este resultado: la luz como onda electromagnética.
5. Elabora un mapa conceptual que muestre cómo la teoría de Maxwell predice fenómenos ópticos clásicos.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase, software simbólico (por ejemplo, Mathematica o SymPy para verificar los cálculos), bibliografía de electromagnetismo clásico.
- Notas de clase.

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada

Estrategia de aprendizaje

- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Técnica reflexiva de aprendizaje

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	30%
– Prácticas taller	20%
– Trabajo en el aula	20%
– Examen final	15%
– Proyecto final	15%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2011). *The Feynman lectures on physics, 2 Mainly electromagnetism and matter*. Basic Books. [clásica]
- Griffiths, D. J. (2017). *Introduction to electrodynamics* (4th ed.). Cambridge University Press. [clásica]
- Purcell, E. M., & Morin, D. (2013). *Electricity and magnetism* (3rd ed.). Cambridge University Press. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Khan Academy. (2022). *Electromagnetism and magnetic forces*. Khan Academy.
<https://www.khanacademy.org/science/physics>
- Massachusetts Institute of Technology. (2020). *Physics III: Vibrations and waves, electromagnetism*. MIT OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu>
- Sadiku, M. N. O. (2021). *Elements of electromagnetics* (8th ed.). Oxford University Press.
- Ulaby, F. T., & Ravaioli, U. (2022). *Fundamentals of applied electromagnetics* (8th ed.). Pearson.
- Zangwill, A. (2021). *Modern electrodynamics*. Cambridge University Press. (Reimpreso de la edición de 2013).

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o área afín, con conocimientos actualizados en electromagnetismo, cálculo vectorial y herramientas computacionales. Experiencia probada en el área y al menos dos años de experiencia docente. Persona responsable, proactiva, con alto sentido ético y competencias pedagógicas para guiar al estudiantado en el aprendizaje significativo, la resolución de problemas y la vinculación de teoría y práctica.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Cálculo Avanzado
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Roberto Romo Martínez Elmer Cruz Mendoza Duilio Valdespino Padilla
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de esta unidad de aprendizaje es que las y los estudiantes consoliden los fundamentos matemáticos necesarios para analizar y aplicar de manera rigurosa conceptos avanzados del cálculo integral vectorial, desde la parametrización de curvas en el plano y en el espacio hasta las integrales de línea, de superficie y de volumen, así como los teoremas que las relacionan. Su importancia radica en que los teoremas integrales permiten vincular el cálculo diferencial vectorial con el cálculo integral vectorial, aportando herramientas fundamentales para la modelación y comprensión de fenómenos físicos. A través de las actividades, el estudiantado desarrolla conocimientos y habilidades para representar trayectorias y campos, calcular magnitudes físicas expresadas mediante integrales de campos vectoriales y establecer conexiones entre distintas áreas de la física y las matemáticas, fomentando una actitud analítica, crítica y reflexiva. Se imparte en la etapa disciplinaria, tiene carácter obligatorio, pertenece al área de conocimiento de Matemáticas. Se recomienda contar con conocimientos de Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Cálculo Vectorial y Ecuaciones Diferenciales

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Establecer los conceptos de las integrales de línea, de superficie y de volumen, así como los teoremas que las relacionan, mediante los fundamentos del cálculo de una variable y del cálculo vectorial, para resolver problemas físicos y geométricos con rigor conceptual, honestidad y actitud crítica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Exposición integradora final:

Exposición colaborativa en equipo donde las y los estudiantes presentan, analizan, interpretan y aplican los conceptos y métodos matemáticos avanzados trabajados a lo largo del curso, desde la parametrización de curvas hasta las integrales de línea, superficie y volumen, estableciendo con rigor los teoremas integrales de Green, Stokes y Gauss para su aplicación en ejemplos físicos y geométricos. Esta actividad integra los resultados teóricos y prácticos de las prácticas de taller realizadas, demuestra rigor conceptual y claridad en la aplicación de dichos teoremas y sus vínculos con la física, utiliza software de graficación para representar trayectorias, superficies y campos vectoriales, y muestra una participación proactiva, crítica y reflexiva en el trabajo en equipo.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Parametrización de curvas en el plano y en el espacio

Competencia

Analizar curvas en el plano y en el espacio mediante parametrizaciones, para calcular magnitudes geométricas como longitudes de arco, vectores tangentes y aceleraciones, y preparar el terreno para la integración sobre trayectorias, con honestidad y creatividad.

Contenido

- 1.1. Introducción a la parametrización de curvas
 - 1.1.1. Definición de curva parametrizada
 - 1.1.2. Ejemplos básicos: rectas, circunferencias, parábolas
 - 1.1.3. Interpretación geométrica de la parametrización
- 1.2. Curvas en el plano
 - 1.2.1. Parametrización de curvas algebraicas en dos dimensiones
 - 1.2.2. Ejemplos: elipse, hipérbola, cicloide, cardioide
 - 1.2.3. Cambios de parametrización: velocidad y dirección
- 1.3. Curvas en el espacio
 - 1.3.1. Definición y ejemplos: hélice, curvas en cilindros y conos
 - 1.3.2. Vector tangente, velocidad y aceleración en curvas del espacio
 - 1.3.3. Ejemplo: trayectoria de una partícula en un campo vectorial
- 1.4. Intersección de superficies y parametrización resultante
 - 1.4.1. Método para obtener la curva de intersección de dos superficies. Ejemplos clásicos:
 - 1.4.1.1. Intersección cilindro–plano
 - 1.4.1.2. Intersección esfera–cono
 - 1.4.1.3. Intersección esfera–cilindro
 - 1.4.1.4. Intersección silla de montar con cilindros, paraboloides, conos, etc

Duración

12 horas

Unidad II. Integrales de línea

Competencia

Analizar el concepto de integral de línea de campos escalares y vectoriales, por medio del cálculo integral de una variable, para resolver problemas de trabajo, flujo y trayectorias en contextos geométricos y físicos, con objetividad y creatividad.

Contenido

- 2.1. Caminos de integración
- 2.2. Propiedades de las integrales de línea
- 2.3. Trabajo como integral de línea
- 2.4. Integrales de línea con respecto a la longitud de arco
- 2.5. Aplicaciones de las integrales de línea
- 2.6. Teoremas fundamentales de las integrales de línea
- 2.7. Construcción de funciones potenciales

Duración

12 horas

Unidad III. Integrales de superficie

Competencia

Analizar el concepto de integral de superficie de campos escalares y vectoriales, mediante la comprensión de los fundamentos del cálculo integral de una variable, para resolver problemas de aplicaciones geométricas y físicas, con honestidad y actitud reflexiva.

Contenido

- 3.1. Parametrización de superficies
- 3.2. El producto vectorial fundamental
- 3.3. Área de una superficie paramétrica
- 3.4. Integrales de superficie de funciones escalares
- 3.5. Integrales de superficie de funciones vectoriales
- 3.6. Aplicaciones físicas y geométricas

Duración

12 horas

Unidad IV. Teoremas integrales

Competencia

Analizar las relaciones formales entre las integrales de línea, superficie y volumen, por medio de la comprensión de los fundamentos del cálculo integral de una variable, para resolver problemas de aplicaciones geométricas y físicas, con honestidad y actitud crítica.

Contenido

- 4.1. Teorema de Green para regiones planas limitadas por curvas de Jordan
- 4.2. Aplicaciones del teorema de Green
- 4.3. Extensión del teorema de Green a regiones múltiplemente conexas
- 4.4. Teorema de Stokes
- 4.5. Aplicaciones del teorema de Stokes
- 4.6. Teorema de la divergencia de Gauss
- 4.7. Ley de Gauss
- 4.8. Aplicaciones del teorema de la divergencia

Duración

12 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Parametrización de curvas en el plano y en el espacio

Práctica 1: Curvas paramétricas en el plano

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el concepto de curva parametrizada.
2. Representa rectas, circunferencias y parábolas mediante distintas parametrizaciones.
3. Analiza el sentido de recorrido y la orientación de las curvas al cambiar la dirección del parámetro.
4. Experimenta con parametrizaciones equivalentes para la misma curva y observa las diferencias gráficas.
5. Redacta una breve reflexión sobre el papel del parámetro en la descripción de una curva.
6. Elabora y entrega el reporte digital de la práctica (cálculos y gráficas).

Recursos de apoyo

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de graficación 2D (GeoGebra, Python).

Práctica 2: Curvas en el espacio, vector tangente y aceleración

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre curvas parametrizadas en $\mathbb{R}^3$
2. Parametriza curvas espaciales sencillas como rectas, circunferencias y hélices.
3. Calcula el vector tangente a la curva y analiza su interpretación geométrica y física (como velocidad cuando el parámetro representa el tiempo).
4. Calcula la segunda derivada y analiza la dirección y significado físico de la aceleración.
5. Representa las curvas y los vectores tangente y aceleración con software de graficación 3D.
6. Redacta tus conclusiones sobre la relación entre la forma de la curva y los vectores velocidad y aceleración.
7. Elabora y entrega el reporte digital con gráficas y análisis.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno.
- Software de graficación 3D.

Práctica 3: Curvas sobre superficies simples

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la obtención de curvas definidas por ecuaciones de superficies.
2. Genera curvas sobre cilindros, conos o esferas mediante relaciones entre sus ecuaciones y un parámetro común.
3. Representa ejemplos como curvas helicoidales o trayectorias en conos y cilindros.
4. Analiza la dependencia de la forma de la curva con respecto al parámetro y la geometría de la superficie base.

5. Redacta una explicación breve de cómo una parametrización restringe una superficie a una curva.
6. Elabora y entrega el reporte digital con gráficas tridimensionales y comentarios.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Marcadores
- Cuaderno
- Software de graficación 3D

Práctica 4: Curvas por intersección de superficies

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la determinación de curvas por intersección
2. Determina, parametriza y grafica curvas de intersección de superficies (ejemplos: esferas con planos, sillas de montar con cilindros elípticos, paraboloides con conos, etc.).
3. Representa cada intersección con software y describe las características principales de la curva.
4. Analiza los métodos utilizados para obtener la parametrización (elección del parámetro y sustitución).
5. Redacta conclusiones sobre las ventajas y limitaciones de cada método de parametrización.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, visualizaciones y comentarios.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Marcadores
- Cuaderno
- Software de graficación 3D

Unidad II. Integrales de línea

Práctica 5: Integrales de línea en el plano: interpretación geométrica

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la definición de integral de línea de un campo vectorial en el plano.
2. Evalúa integrales de línea de campos vectoriales sencillos sobre curvas con parametrización explícita (rectas, circunferencias, parábolas).
3. Analiza la relación entre el vector tangente de la curva y la dirección del campo vectorial en distintos puntos.
4. Interpreta el signo y magnitud de la integral en función del ángulo entre el campo y la trayectoria.
5. Redacta una breve explicación sobre la interpretación geométrica del trabajo como producto escalar entre campo y desplazamiento.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y conclusiones.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno.
- Software de cálculo.

Práctica 6: Integrales de línea en el espacio: trayectorias y campos vectoriales 3D**Duración:**

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el cálculo de integrales de línea en $\mathbb{R}^3$
2. Calcula la integral de un campo vectorial sobre trayectorias en el espacio.
3. Representa la curva y el campo vectorial, y analiza visualmente la contribución de cada componente al valor total de la integral.
4. Interpreta el resultado en términos de trabajo mecánico o flujo tangencial del campo a lo largo de la trayectoria.
5. Redacta conclusiones sobre las similitudes y diferencias entre las integrales de línea en 2D y 3D.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, visualizaciones y comentarios.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno.
- Software de graficación 3D (GeoGebra 3D, Python, Matlab).

Práctica 7: Campos conservativos y funciones potenciales

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre campos conservativos y funciones potenciales
2. Aplica criterios para determinar si un campo vectorial es conservativo (igualdad de derivadas cruzadas, existencia de potencial)
3. Cuando el campo sea conservativo, construye su función potencial
4. Compara el valor de la integral de línea entre dos puntos distintos para verificar si depende o no del camino recorrido
5. Analiza un ejemplo de campo no conservativo y discute las diferencias en el resultado
6. Redacta tus conclusiones sobre la relación entre campos gradiente, funciones potenciales e independencia del camino de integración
7. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno.
- Bibliografía de física matemática.

Práctica 8: Integrales de línea de campos escalares**Duración:**

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre las integrales de campos escalares respecto a la longitud de arco.
2. Calcula integrales de funciones escalares sobre curvas parametrizadas (por ejemplo, temperatura, densidad o potencial).
3. Interpreta el significado físico de la integral como acumulación de una magnitud a lo largo de una trayectoria.
4. Compara el resultado con la longitud de la curva y discute la diferencia conceptual entre campos escalares y vectoriales.
5. Redacta tus conclusiones sobre la utilidad de estas integrales en contextos físicos
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos y análisis interpretativo.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno.

- Software simbólico (Python, Maple, Mathematica).

Unidad III. Integrales de superficie

Práctica 9: Superficies parametrizadas y producto vectorial fundamental

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el concepto de superficie parametrizada.
2. Explica cómo una superficie se describe mediante un vector posición que depende de dos parámetros.
3. Calcula los vectores tangentes a una superficie paramétrica y su producto vectorial fundamental.
4. Analiza el significado geométrico del producto vectorial fundamental como vector normal y elemento diferencial de área.
5. Representa las superficies y los vectores normales obtenidos con software de graficación 3D.
6. Redacta una breve explicación sobre cómo el producto vectorial fundamental determina la orientación de la superficie.
7. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno de trabajo.
- Software de graficación 3D (GeoGebra, Python, Matlab).

Práctica 10: Cálculo del área de superficies

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el cálculo de áreas de superficies parametrizadas.
2. Utiliza el módulo del producto vectorial fundamental para obtener el elemento de área diferencial.
3. Calcula el área de superficies paramétricas comunes usando integrales dobles.
4. Verifica los resultados mediante aproximaciones gráficas o numéricas.
5. Redacta una reflexión sobre la interpretación geométrica del producto vectorial fundamental y su relación con el área.

6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, figuras y análisis.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno.
- Software simbólico o de graficación (Python, Maple, Mathematica).

Práctica 11: Flujo de un campo vectorial a través de una superficie

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el concepto de flujo a través de una superficie.
2. Evalúa el flujo de un campo vectorial a través de una superficie parametrizada mediante integrales de superficie.
3. Aplica el producto vectorial fundamental para calcular el elemento de área orientado.
4. Calcula el flujo de un campo uniforme a través de una superficie plana y de un hemisferio.
5. Interpreta el signo del flujo según la orientación del vector normal.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, visualizaciones y comentarios interpretativos.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno.
- Software de cálculo y de graficación 3D.

Práctica 12: Aplicaciones físicas de las integrales de superficie

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre aplicaciones físicas de las integrales de superficie.
2. Aplica el concepto de flujo a ejemplos representativos: Flujo eléctrico a través de una superficie cerrada.

3. Discute la conservación del flujo en diferentes configuraciones geométricas.
4. Interpreta la orientación del flujo en términos del producto vectorial fundamental y del sentido del vector normal.
5. Redacta conclusiones sobre la interpretación física y geométrica del flujo superficial
6. Elabora y entrega el reporte digital con resultados, gráficas y conclusiones.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno.
- Bibliografía de electromagnetismo o física matemática.

Unidad IV. Teoremas integrales

Práctica 13: Aplicaciones del Teorema de Green en el plano

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el enunciado y las condiciones de validez del teorema de Green.
2. Aplica el teorema de Green para transformar integrales de línea en integrales dobles sobre la región encerrada y viceversa.
3. Emplea el teorema para derivar las identidades de Green y analiza su interpretación matemática.
4. Resuelve ejemplos donde el teorema simplifique el cálculo de integrales de flujo o circulación en el plano.
5. Aplica el teorema a la evaluación de derivadas normales en integrales de flujo bidimensionales.
6. Redacta una reflexión sobre los aprendizajes y las aplicaciones exploradas en torno al teorema de Green.
7. Elabora y entrega el reporte digital de la práctica con cálculos, dibujos de las regiones y sus contornos y comentarios interpretativos.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno.

Práctica 14: Aplicaciones geométricas del Teorema de Stokes

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la formulación e interpretación geométrica del teorema de Stokes.
2. Define una superficie abierta y su curva frontera, como un paraboloides truncado o un casquete esférico.
3. Calcula la integral de superficie del rotacional de un campo vectorial sobre la superficie y la integral de línea del mismo campo sobre la curva frontera.
4. Verifica la equivalencia de resultados y analiza las ventajas de pasar de una integral de línea a una de superficie o viceversa.
5. Aplica el teorema en ejemplos donde el cálculo directo resulte más complejo y discute la elección más conveniente.
6. Redacta una reflexión sobre las ideas más relevantes o sorprendentes que surgieron durante el estudio del teorema de Stokes.
7. Elabora y entrega el reporte digital de la práctica con cálculos, dibujos de las superficies y sus fronteras y análisis interpretativo.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno.

Práctica 15: Aplicaciones físicas de las integrales de superficie

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el teorema de la divergencia y su interpretación física y geométrica.
2. Calcula la integral triple de la divergencia de un campo vectorial en un volumen cerrado.
3. Calcula la integral de flujo del mismo campo sobre la superficie que delimita el volumen.
4. Compara ambos resultados y analiza las condiciones bajo las cuales el teorema se cumple exactamente.
5. Aplica el teorema a campos con simetrías sencillas, como los radiales o uniformes, y analiza los resultados.
6. Redacta una reflexión general sobre lo que consideres más significativo del teorema de la divergencia y sus posibles aplicaciones.

7. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y conclusiones.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno.

Práctica 16: Aplicaciones físicas de las integrales de superficie

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre las aplicaciones físicas de los teoremas de Stokes y de Gauss en electromagnetismo.
2. Aplica el teorema de Stokes a la ley de Ampère, analizando la necesidad de la corrección introducida por Maxwell mediante la corriente de desplazamiento.
3. Emplea el teorema de Gauss para relacionar la forma diferencial y la forma integral de la ley de Gauss para el campo eléctrico.
4. Discute cómo ambos teoremas permiten expresar las ecuaciones de Maxwell en sus formas integral y diferencial.
5. Analiza otras aplicaciones físicas donde los teoremas de Stokes y Gauss constituyen herramientas fundamentales para describir campos vectoriales.
6. Redacta una reflexión sobre la importancia de los teoremas integrales en la física y en la comprensión de las leyes de la naturaleza.
7. Elabora y entrega el reporte digital con resultados, diagramas y conclusiones.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Marcadores.
- Cuaderno.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	40%
- Tareas	20%
- Prácticas taller	20%
- Exposición integradora final	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Marsden, J. E., & Tromba, A. (2018). *Cálculo vectorial* (6.^a ed.). Pearson Educación. Version Digital: <https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9788420568669> [clásica]

Thomas Jr., G. B., Hass, J., Heil, C., & Przemyslaw, B. (2024). *Cálculo: Varias variables* (14.^a ed.) [ePub]. Pearson Educación. ISBN: 978-607-32-6032-9.
<https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786073260336>

Tom M. Apostol (2002). *Calculus* (2.^a ed.). Reverté Ediciones, S.A de C.V. [clásica]

- Stewart, J., Clegg, D. y Watson, S. (2021). *Cálculo de varias variables (7.^a ed.). Trascendentes tempranas*. Cengage. <https://libcon.rec.uabc.mx:2383/?il=21475>
- Williamson R. E., Cromwell R. H. y Trotter Hale F (1972). *Calculus of Vector Functions* (Third edition). Prentice Hall Inc.
- Hughes-Hallet et al (1992). *Calculus* (third edition). [clásica]
- Kaplan W (1991). *Advanced Calculus* (fourth edition). Addison-Wesley. [clásica]
- Edwards JR, C. H (1973). *Advanced Calculus of several Variables*. Academic Press, Inc. [clásica]
- Spiegel, M. R. (2011). *Análisis Vectorial*. McGraw-Hill Interamericana.
<https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9781456205447>

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Khan Academy. (s.f.). *Cálculo multivariable*. Khan Academy.
<https://es.khanacademy.org/math/multivariable-calculus>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física, Matemáticas o área afín, con conocimientos sólidos en cálculo diferencial e integral de varias variables, gradiente, divergencia, rotacional, así como en integrales dobles y triples, integrales de línea, superficie y volumen y su aplicación a problemas geométricos y físicos. Se sugiere contar con estudios de posgrado y con una experiencia docente mínima de dos años. Deberá mostrar una actitud analítica, responsable, proactiva y respetuosa, contar con habilidades de comunicación clara y fomentar la participación individual y colaborativa del estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada.
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Probabilidad
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Eta de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Juan Crisóstomo Tapia Mercado Adina Jordán Arámburo
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es que los y las estudiantes adquieran los fundamentos teóricos y metodológicos de la probabilidad necesarios para la formulación, modelación y análisis de fenómenos aleatorios en los ámbitos de la física, las matemáticas aplicadas y las ciencias computacionales, lo anterior mediante el estudio del análisis combinatorio, los espacios de probabilidad, la esperanza matemática y las distribuciones y densidades especiales, los y las estudiantes desarrollarán competencias para identificar, representar y resolver problemas relacionados con procesos aleatorios, así como para interpretar y aplicar los resultados en contextos científicos y tecnológicos. Se encuentra ubicada en la etapa básica con carácter obligatorio, en el área de conocimiento de matemáticas.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los fundamentos teóricos y metodológicos de la probabilidad mediante el análisis de los modelos matemáticos de poblaciones, para modelar, interpretar y resolver problemas asociados a fenómenos aleatorios en diferentes campos, con una actitud crítica y responsable, fomentando el trabajo autónomo y colaborativo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Exposición del proyecto final en la presenten una resolución de un problema o situación real, aplicando de manera sistemática los métodos analíticos y/o numéricos adecuados para obtener una solución precisa y sustentada. Se deberá explicar claramente cada etapa del proceso, desde la identificación del problema, el planteamiento de hipótesis, la elección del método, el análisis de resultados y la validación de la solución obtenida. Asimismo, se valorará su participación proactiva, colaborativa y responsable dentro del equipo de trabajo, evidenciando habilidades de comunicación, pensamiento crítico y aplicación práctica de los conocimientos adquiridos.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Inclusión; Excelencia y Equidad social y de Género.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Análisis combinatorio

Competencia

Analizar los principios del análisis combinatorio mediante la resolución de problemas de conteo y la aplicación de estrategias sistemáticas para organizar y cuantificar diferentes arreglos y selecciones posibles, con el fin de fundamentar el cálculo de probabilidades en diversos contextos, fomentando el trabajo colaborativo, el pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentadas.

Contenido

- 1.1. Principio básico de conteo aditivo
- 1.2. Principio básico de conteo multiplicativo: simple (PBCS) y generalizado (PBCG)
- 1.3. Permutaciones
 - 1.3.1. Permutaciones sin repetición
 - 1.3.1.1. Construcción a partir del PBCG
 - 1.3.1.1.1. Permutaciones: n de n elementos
 - 1.3.1.1.2. Permutaciones: r de n elementos
 - 1.3.2. Permutaciones con repetición
 - 1.3.3. Permutaciones circulares
- 1.4. Combinaciones
 - 1.4.1. Combinaciones sin repetición
 - 1.4.1.1. Construcción a partir de permutaciones
 - 1.4.2. Combinaciones con repetición

Duración

08 horas

Unidad II. Teoría de la probabilidad

Competencia

Utilizar los conceptos básicos de teoría de la probabilidad, mediante el uso de métodos y técnicas de esta área, para desarrollar modelos matemáticos de las poblaciones, con actitud crítica, trabajo en equipo y responsable.

Contenido

- 2.1 Concepto de azar y fenómenos aleatorios.
 - 2.1.1. Diferencia entre fenómenos deterministas y estocásticos.
 - 2.1.2. Ejemplos básicos: lanzamiento de dados, monedas, urnas.
 - 2.1.3. Discusión sobre la incertidumbre en fenómenos reales.
- 2.2. Espacios de resultados y sucesos.

- 2.2.1. Definiciones
- 2.2.2. Espacio muestral
- 2.2.3. Evento
 - 2.2.3.1. Evento elemental o simple
 - 2.2.3.2. Evento compuesto
- 2.2.4. Operaciones con eventos: unión, intersección, complemento, diferencia.
- 2.2.5. Álgebra de eventos
- 2.2.6. Modelos de probabilidad
 - 2.2.6.1. Enfoques históricos
 - 2.2.6.1.1. Clásico
 - 2.2.6.1.2. Frecuentista
 - 2.2.6.1.3. Subjetivo
 - 2.2.6.1.4. Axiomático
 - 2.2.6.2. Enfoque axiomático de Kolmogórov
 - 2.2.6.2.1. Definición formal de probabilidad
 - 2.2.6.3.2. Axiomas de Kolmogórov
 - 2.2.6.3.2.1. No negatividad
 - 2.2.6.3.2.2. Normalización
 - 2.2.6.3.2.3. Aditividad numerable
 - 2.2.6.3. Demostraciones básicas
 - 2.2.6.3.1. Monotonía de la probabilidad
 - 2.2.6.3.2. Probabilidad del complemento
 - 2.2.6.3.3. Desigualdad de Boole
 - 2.2.6.3.4. Subaditividad y aditividad finita
- 2.3. Probabilidad condicional
 - 2.3.1. Definición
 - 2.3.2. Interpretación
 - 2.3.3. Ejemplos
- 2.4. Independencia de eventos
 - 2.4.1. Definición formal
 - 2.4.2. Interpretación
 - 2.4.3. Propiedades
 - 2.4.1.1. Simetría
 - 2.4.1.2. Complementos
 - 2.4.1.3. Múltiples eventos
 - 2.4.4. Independencia de más de dos eventos
- 2.5. Teorema de la probabilidad total
 - 2.5.1. Demostración a partir de probabilidades condicionales.
- 2.6. Teorema de Bayes

- 2.6.1. Definición formal
- 2.6.2. Interpretación
- 2.6.2. Aplicación práctica y ejemplos con eventos condicionales.

Duración

10 horas

Unidad III. Distribuciones y densidades de probabilidad

Competencia

Emplear los conceptos asociados a las funciones de distribución de probabilidad, mediante el desarrollo de ejercicios típicos para aplicarlos a problemas de la misma área de conocimiento, fomentando el pensamiento abstracto, con actitud crítica, de trabajo en equipo y responsable.

Contenido

- 3.1. Variables aleatorias discretas
- 3.2. Distribuciones de probabilidad
- 3.3. Variables aleatorias continuas
- 3.4. Funciones de densidad de probabilidad

Duración

08 horas

Unidad IV. Esperanza Matemática

Competencia

Diferenciar las propiedades de la media y la varianza, a través de la manipulación de los datos de una muestra, para describir y caracterizar la distribución de dicha muestra, con actitud crítica, propositiva y responsable

Contenido

- 4.1. Valor esperado de una variable aleatoria
- 4.2. Momentos
- 4.3. Teorema de Chebyshev
- 4.4. Función generadora de momentos

Duración

08 horas

Unidad V. Distribuciones discretas especiales

Competencia

Manipular las distribuciones de probabilidad de variable discreta, mediante la descripción y desarrollo de ejercicios típicos para aplicarlos a problemas del área de la estadística, con actitud crítica, de trabajo en equipo y responsable

Contenido

- 5.1. Distribución Discreta uniforme
- 5.2. Distribución Bernoulli
- 5.3. Distribución Binomial
- 5.4. Distribución Multinomial
- 5.5. Distribución Hipergeométrica
- 5.6. Distribución Geométrica
- 5.7. Distribución Binomial Negativa
- 5.8. Distribución Poisson

Duración

10 horas

Unidad VI. Distribuciones continuas especiales

Competencia

Manipular las distribuciones de probabilidad de variable continua, mediante la descripción y desarrollo de ejercicios típicos para aplicarlos a problemas del área de la estadística, con actitud crítica, de trabajo en equipo y responsable.

Contenido

- 6.1. Distribución Uniforme Continua
- 6.2. Distribución Gamma
- 6.3. Distribución Exponencial
- 6.4. Distribución *Chi*-Cuadrada
- 6.5. Distribución Normal
- 6.6. Distribución *t* Student
- 6.7. Distribución Beta
- 6.8. Distribución Weibull
- 6.9. Distribución *F*

Duración

04 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Análisis combinatorio

Práctica 1: La regla de multiplicación

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción del docente sobre la regla de multiplicación.
2. Calcula todas las alternativas posibles en una situación dada o por lo menos determina cuántas posibilidades posibles existen utilizando la regla de multiplicación.
3. Resuelve problemas utilizando la regla de multiplicación o diagramas de árbol.
4. Utiliza los ejemplos proporcionados por el profesor como retroalimentación.
5. Consulta la bibliografía del curso.
6. Entrega el archivo o documento con los ejercicios resueltos como evidencia para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Cuaderno.
- Bibliografía de técnicas de conteo.
- Documentos PDF de la Plataforma Blackboard.
- Videos de problemas resueltos de la Plataforma Blackboard.

Práctica 2: Permutaciones

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para comprender las situaciones donde los productos o resultados son los órdenes o arreglos diferentes de un grupo de objetos.
2. Revisa la definición de permutación.
3. Aplica la definición de permutación en cálculos numéricos sencillos para conocer cuántos arreglos diferentes son posibles tomando todos los objetos a la vez.
4. Realizar cálculos para conocer el número de permutaciones de n objetos diferentes tomados r a la vez.
5. Utiliza los ejemplos proporcionados por el profesor como retroalimentación.
6. Consulta la bibliografía del curso.

7. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Cuaderno.
- Bibliografía de permutaciones.
- Documentos PDF de la Plataforma Blackboard.
- Videos de problemas resueltos de la Plataforma Blackboard.

Práctica 3: Combinaciones

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para comprender las situaciones donde nos interesa el número de maneras de seleccionar r objeto de entre n sin considerar el orden en el cual se seleccionan.
2. Revisa la diferencia entre combinación y permutación.
3. Aplica la definición de combinación en cálculos numéricos sencillos.
4. Utiliza los ejemplos proporcionados por el profesor como retroalimentación.
5. Consulta la bibliografía del curso.
6. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Cuaderno.
- Bibliografía de combinaciones.
- Documentos PDF de la Plataforma Blackboard.
- Videos de problemas resueltos de la Plataforma Blackboard.

Práctica 4: Teoremas de coeficientes binomiales

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la práctica a realizar.
2. Utiliza el concepto de combinaciones para relacionarlo con los coeficientes de un binomio.
3. Revisa los diferentes teoremas de coeficientes binomiales para simplificar el cálculo de coeficientes binomiales.
4. Utiliza los ejemplos proporcionados por el profesor como retroalimentación.

5. Consulta la bibliografía del curso.
6. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Cuaderno.
- Bibliografía de análisis combinatorio.
- Documentos PDF de la Plataforma Blackboard.
- Videos de problemas resueltos de la Plataforma Blackboard.

Unidad II. Teoría de la probabilidad

Práctica 5: Probabilidad

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes.
2. Realiza ejercicios que permitan identificar los conceptos básicos de teoría de la probabilidad.
3. Utiliza los métodos y técnicas de la teoría de probabilidad para desarrollar modelos matemáticos de las poblaciones.
4. Resuelve problemas utilizando los conceptos de eventos independientes.
5. Realiza ejercicios que permitan utilizar el teorema de Bayes.
6. Utiliza los ejemplos proporcionados por el profesor como retroalimentación.
7. Consulta la bibliografía del curso.
8. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Cuaderno.
- Bibliografía de probabilidad.
- Documentos PDF de la Plataforma Blackboard.
- Videos de problemas resueltos de la Plataforma Blackboard.

Unidad III. Distribuciones y densidades de probabilidad

Práctica 6: Probabilidad

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes.
2. Realiza ejercicios que permitan identificar los conceptos básicos de teoría de la probabilidad.
3. Utiliza los métodos y técnicas de la teoría de probabilidad para desarrollar modelos matemáticos de las poblaciones.
4. Resuelve problemas utilizando los conceptos de eventos independientes.
5. Realiza ejercicios que permitan utilizar el teorema de Bayes.
6. Utiliza los ejemplos proporcionados por el profesor como retroalimentación.
7. Consulta la bibliografía del curso.
8. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Cuaderno.
- Bibliografía de probabilidad.
- Documentos PDF de la Plataforma Blackboard.
- Videos de problemas resueltos de la Plataforma Blackboard.

Unidad IV. Esperanza Matemática

Práctica 7: Parámetros más destacados en distribuciones de Probabilidad

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes.
2. Realiza los ejercicios proporcionados por el docente para practicar la manipulación de las propiedades de la Esperanza matemática y en particular la media y la varianza.
3. Reconoce las propiedades de los momentos y de la función generadora, a través de ejercicios, que sirvan para describir y caracterizar la distribución.
4. Resuelve problemas utilizando el teorema de Chebyshev.
5. Utiliza los ejemplos proporcionados por el profesor como retroalimentación.
6. Consulta la bibliografía del curso.
7. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Cuaderno.
- Bibliografía de probabilidad.
- Documentos PDF de la Plataforma Blackboard.

- Videos de problemas resueltos de la Plataforma Blackboard.

Unidad V. Distribuciones discretas especiales

Práctica 8: Ensayos repetidos e independientes

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes.
2. Utiliza las características particulares de las funciones de distribución para distinguir las diferentes distribuciones discretas de probabilidad, distribución binomial, binomial negativa, geométrica, hipergeométrica y Poisson.
3. Realiza ejercicios que permitan discutir el comportamiento y significado de las funciones de probabilidad, así como sus propiedades.
4. Resuelve problemas utilizando las diferentes aproximaciones y parámetros para simplificar el cálculo de las probabilidades de un suceso.
5. Utiliza los ejemplos proporcionados por el profesor como retroalimentación.
6. Consulta la bibliografía del curso.
7. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Cuaderno.
- Bibliografía de probabilidad.
- Documentos PDF de la Plataforma Blackboard.
- Videos de problemas resueltos de la Plataforma Blackboard.

Unidad VI. Distribuciones continuas especiales

Práctica 9: La distribución normal

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes.
2. Documenta las diferentes tablas de la distribución Normal estándar para calcular la probabilidad de un evento.
3. Realiza ejercicios que permitan caracterizar distribuciones de probabilidad de variable continua, poniendo énfasis en la distribución Normal.

4. Resuelve problemas de variables aleatorias discretas utilizando aproximación a la distribución normal estándar.
5. Utiliza los ejemplos proporcionados por el profesor como retroalimentación.
6. Consulta la bibliografía del curso.
7. Entrega un reporte con ejercicios seleccionados y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón.
- Cuaderno.
- Bibliografía de técnicas de conteo.
- Documentos PDF de la Plataforma Blackboard.
- Videos de problemas resueltos de la Plataforma Blackboard.

MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Técnica expositiva
- Discusión guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	20%
- Prácticas de taller	40%
- Tareas	20%
- Exposición de la resolución de un caso	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Devore, J. L. (2019). *Introducción a la probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Cengage Learning. [clásica]
- Freund, J. E., Miller, I., & Miller, M. (2000). *Estadística matemática con aplicaciones*. Prentice Hall. [clásica]
- Freund, J. E., & Walpole, R. E. (1990). *Estadística matemática con aplicaciones*. Prentice Hall. [clásica]
- Mendenhall, W., Beaver, B. M., & Beaver, R. J. (2023). *Introducción a la probabilidad y estadística*. Cengage Learning.
- Walpole, R. E. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (9.^a ed.). Pearson Hispanoamérica. [clásica]
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2022). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Pearson.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Pozo, F., Parés, N., Vidal, Y., & Agis, D. (2025). *Probabilidad y estadística matemática*. García Maroto Editores.
- Sanchez, E., Cacerez, I. (2021). *Probabilidad y estadística*. Patria.

Tyurin, A. V., & Akhmerov, A. Yu. (2020). *Teoría de la probabilidad y estadísticas matemáticas*. Sciencia Scripts.

Velasco, G. (2015). *Probabilidad: Fundamentos y aplicaciones*. Trillas. [clásica]

Warpenter, A. (2025). *Esenciales de probabilidad y estadística*.

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente que imparta la unidad de aprendizaje de Probabilidad deberá contar con título de Licenciatura en Física, Matemáticas o áreas afines, así como con conocimientos sólidos en teoría de probabilidades y en el uso de procedimientos analíticos y numéricos para la resolución de problemas con variables aleatorias en diversos contextos de la vida real. Preferentemente, contar con estudios de posgrado y con al menos dos años de experiencia en docencia universitaria. Asimismo, se requiere que quien imparta la unidad sea una persona analítica, respetuosa, responsable y proactiva; que posea facilidad de expresión y que promueva la participación individual y colaborativa del estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Laboratorio de Electricidad y Magnetismo
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 00 Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 03 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 00 Créditos:03
Eta de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Héctor Francisco Ortiz Kerbertt Manuel Iván Ocegueda Miramontes Claudio Ismael Valencia Yaves
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje laboratorio de electricidad y magnetismo proporciona las bases conceptuales, matemáticas y experimentales necesarias para comprender, describir y predecir fenómenos eléctricos y magnéticos tanto en la naturaleza como en sistemas físicos, al tiempo que se desarrollen habilidades para la modelación y la interpretación crítica de resultados experimentales. Su importancia radica en que establece un vínculo entre los fundamentos teóricos y prácticos del electromagnetismo, refuerza las competencias desarrolladas en circuitos eléctricos y favorece la preparación del estudiantado para abordar con reflexión y creatividad los problemas propios de asignaturas afines, como electricidad y magnetismo y teoría electromagnética. Esta unidad pertenece a la etapa básica del plan de estudios, es de carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento Experimental.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los principios fundamentales de la electricidad y el magnetismo en la realización de prácticas experimentales mediante herramientas matemáticas, computacionales e instrumentales, con el fin de observar, cuantificar, analizar e interpretar fenómenos eléctricos y magnéticos, y comunicar los hallazgos obtenidos de manera clara y rigurosa, con actitud de curiosidad, crítica y colaborativa.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Presentar la bitácora de los experimentos que contenga datos, cálculos realizados y análisis de resultados.

Además, un reporte de cada práctica que incluya fundamentos, datos obtenidos, gráficos, análisis e interpretación de datos experimentales, así como cuestionarios periódicos resueltos.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar, implementar y evaluar experimentos en las áreas de la física, utilizando técnicas experimentales y computacionales, así como métodos de análisis de datos, para describir, explicar y predecir fenómenos físicos, con creatividad, disposición al trabajo colaborativo y compromiso con el entorno, en apego a las normas de seguridad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

- Ajuste por mínimos cuadrados
- Producción de carga por fricción y por inducción
- Ley de Ohm
- Capacitancia
- Circuitos RC
- Jaula de Faraday y distribución de carga
- Líneas equipotenciales
- Visualización de líneas de campo eléctrico
- Efecto motor y efecto generador. Ley de Faraday
- Fuerza sobre una corriente.
- Transformadores
- Ley de Biot-Savart. Bobinas de Helmholtz
- Fuerza de Lorentz
- Oscilaciones en un circuito LC
- Componente horizontal del campo magnético terrestre
- Ley de Coulomb

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1: Ajuste por mínimos cuadrados.

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Deduce las expresiones para la pendiente y la ordenada al origen de la ecuación de la recta que mejor se ajusta a un conjunto de datos experimentales
3. Hace a mano el ajuste lineal de un conjunto de datos experimentales dados
4. Hace el ajuste lineal con ayuda de software especializado o algún lenguaje de programación.
5. Entrega bitácora y reporte de la práctica
6. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Pizarrón.
- Cañón proyector.
- Computadora.
- Versión de prueba de OriginPro, SciDavis, Python o cualquier lenguaje de programación.

Práctica 2: Producción de carga por fricción y por inducción

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Carga por contacto. Frota varias veces varillas de diferentes materiales con diferentes tipos de telas o pieles y acerca cada varilla hasta tocar la terminal de un electroscopio. Frota todas las combinaciones posibles de las varillas con las telas y las pieles. Hace una tabla cualitativa con la deflexión observada.
3. Carga por inducción. Aproxima cada varilla al electrómetro sin tocarlo, observa qué sucede al retirarla y anota los resultados cualitativos.
4. Entrega bitácora y reporte de la práctica
5. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Varillas de vidrio, PVC, policarbonato, cobre y plástico.
- Piel, paños de seda y poliéster.
- Electroscopio.

Práctica 3: Ley de Ohm

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Monitorea el voltaje y la corriente que circula por un resistor fijo de carbón
3. Tabula, grafica, hace un ajuste lineal y determina el valor de la resistencia a partir de los parámetros de ajuste
4. Monitorea el voltaje y la corriente en otros dispositivos: diodo rectificador, LED, lámpara incandescente
5. Tabula y grafica
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Fuente de alimentación
- Multímetros
- Protoboard
- Resistores, diodos rectificadores, LEDs, lámparas incandescentes
- Cañón proyector
- Computadora con software para hacer ajustes

Práctica 4: Capacitancia

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Mide con multímetro la capacitancia de un capacitor de placas planas paralelas movibles en función de la distancia de separación.
3. Tabula, grafica y hace un ajuste por mínimos cuadrados.
4. Construye capacitores con papel aluminio de diferentes tamaños y mide la capacitancia.
5. Tabula y grafica capacitancia versus área de las placas.
6. Determina la constante dieléctrica del material empleado.
7. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Kit de capacitores de placas planas movibles.
- Multímetro con capacímetro.
- Papel aluminio, hojas de papel bond, hojas de acetato u otros materiales.
- Computadora con software para hacer ajustes.
- Simuladores.

Práctica 5: Circuitos RC

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Construye un circuito RC con un tiempo característico tal que pueda ser medido con un cronómetro.
3. Monitorea el tiempo de carga y descarga.
4. Tabula, grafica y hace un ajuste con un modelo exponencial para la carga y la descarga.
5. Con el modelo de ajuste, determina el tiempo característico y compara con el producto de R y C medidos.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Capacitores electrolíticos de diferentes valores.
- Resistores fijos de diferentes valores.
- Protoboard.
- Fuente de alimentación.
- Multímetro.
- Cronómetro.
- Computadora con software para hacer ajustes.
- Simuladores.

Práctica 6: Jaula de Faraday y distribución de carga

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Usa el electrómetro y la jaula de Faraday para determinar la carga de una paleta de producción de carga que se ha electrizado por frotamiento y que se introduce en la jaula.
3. Usa dos esferas de aluminio separadas cierta distancia entre sí y carga una de ellas con alto voltaje.
4. Con la paleta de muestreo tocando la otra esfera, determina la densidad de carga de ésta.
5. Repite para diferentes distancias.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

1. Jaula de Faraday.
2. Paletas de producción y muestreo de cargas.
3. Electrómetro.
4. Fuente de alto voltaje.

Práctica 7: Líneas equipotenciales

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Dibuja con tinta conductora diferentes pares de figuras geométricas sobre papel conductor
3. Aplica una diferencia de potencial a cada par de figuras dibujadas
4. Mapea con un voltímetro todos los puntos sobre el papel que presentan la misma diferencia de potencial y une esos puntos
5. Dibuja líneas perpendiculares a cada equipotencial para obtener las líneas de campo eléctrico
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Conjunto de hojas conductoras.
- Tinta conductora.
- Fuente de alimentación.
- Multímetro.
- Simuladores.

Práctica 8: Visualización de líneas de campo eléctrico

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Prepara electrodos con alambre de cobre con diferentes formas geométricas.
3. Introduce los electrodos en un recipiente con aceite de cocina.
4. Esparce semillas de alpiste o el contenido de un sobre de té en el recipiente.
5. Aplica alto voltaje entre los electrodos y observa la alineación del alpiste o el té.
6. Observa la dirección radial del campo eléctrico en un generador de Van de Graaff con tiras largas de papel.

7. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Alambre de cobre.
- Aceite de cocina.
- Semillas de alpiste o sobre de té.
- Fuente de alto voltaje.
- Generador de Van de Graaff.

Práctica 9: Efecto motor y efecto generador. Ley de Faraday.

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza el experimento de Oersted.
3. Visualiza con limaduras de hierro las líneas de campo magnético producidas por corrientes eléctricas en diferentes conductores y bobinas.
4. Explora la inducción de una FEM en una bobina con movimiento relativo en un campo magnético. Varía el número de espiras y el área de éstas.
5. Observa en un osciloscopio el voltaje producido por un pequeño motor cuyo eje es movido con la mano.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Brújula.
- Fuente de alimentación.
- Alambre magneto.
- Kit de bobinas y limaduras de hierro.
- Imanes en barra.
- Bobinas con diferente número de espiras.
- Motor pequeño.
- Osciloscopio.

Práctica 10: Fuerza sobre una corriente

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa el movimiento de un alambre por el que circula una corriente eléctrica y que se encuentra dentro del campo de dos imanes de neodimio.
3. Mide la fuerza que se ejerce sobre el alambre y la compara con el valor teórico.
4. Mide la fuerza que se ejerce sobre pistas de circuito impreso de diferentes longitudes ubicadas dentro de un campo magnético uniforme y por las que circula la misma corriente.
5. Mide la fuerza que se ejerce sobre una pista de circuito impreso de una longitud determinada para diferentes valores de corriente.
6. Grafica fuerza versus longitud y fuerza versus corriente, hace ajustes por mínimos cuadrados y determina el valor de la inducción magnética; compara con el valor medido.
7. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Alambre magneto.
- Imanes de neodimio.
- Balanzas digitales con resolución de centésimas de gramo.
- Kit de balanza de corriente.
- Fuente de alimentación.
- Multímetros.
- Computadora con software para hacer ajustes.

Práctica 11: Transformadores

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elige pares de bobinas de diferente número de vueltas, usa una como devanado primario y otra como secundario.
3. Aplica una señal senoidal de baja frecuencia en el primario y monitorea con un osciloscopio la señal de ambos devanados.
4. Prueba el efecto de la armadura abierta o cerrada en la eficiencia del transformador.
5. Comprueba que no se viola el principio de conservación de la energía.
6. Observa el efecto de las corrientes de Foucault en la caída libre de un imán por un tubo metálico no magnético y en un freno magnético.
7. Prueba el efecto de la frecuencia en la eficiencia del transformador.

8. Prueba con señales cuadradas y triangulares.
9. Observa algunos transformadores comerciales y observar el laminado de sus núcleos.
10. Observa el funcionamiento de un Variac.
11. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
12. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Kit de transformadores.
- Osciloscopio.
- Generador de funciones.
- Multímetro.
- Fuente de alimentación.
- Transformadores comerciales.
- Variacs.
- Freno magnético.

Práctica 12: Ley de Biot-Savart. Bobinas de Helmholtz

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Mide el campo magnético a lo largo del eje de un solenoide.
3. Mide el campo magnético a lo largo del eje de un par de bobinas de Helmholtz; cambia las distancias de separación entre las bobinas y mide nuevamente el campo.
4. En la configuración de Helmholtz, mide el campo magnético como función de la corriente en el centro del arreglo; tabula, grafica y hace un ajuste por mínimos cuadrados para determinar alguno de los parámetros de la ecuación que describe el campo magnético en el centro.
5. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Solenoide
- Bobinas de Helmholtz
- Sensor de campo magnético
- Computadora con software para hacer ajustes

Práctica 13: Fuerza de Lorentz

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Obtiene un haz con un cañón de electrones y observa la interacción con un imán en forma de barra.
3. Comprueba la regla de la mano derecha, con la consideración de que las cargas del haz son negativas.
4. Introduce el cañón de electrones en un par de bobinas de Helmholtz; observa la deflexión que produce el campo magnético.
5. Aplica un campo eléctrico en los bornes del cañón y observar la deflexión del haz
6. Determina la razón carga/masa.
7. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cañón de electrones.
- Fuente de alto voltaje.
- Fuente de 0 – 36 Volts.
- Bobinas de Helmholtz.
- Computadora con software para hacer ajustes.

Práctica 14: Oscilaciones en un circuito LC

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa diferentes inductores.
3. Construye un circuito LC y lo alimenta con una onda cuadrada.
4. Observa las oscilaciones en un osciloscopio.
5. Determina la inductancia a partir de la frecuencia de oscilación.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Solenoides, toroides, inductores axiales.
- Protoboard.
- Osciloscopio.
- Generador de funciones.

Práctica 15: Componente horizontal del campo magnético terrestre

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Arma un par de bobinas de Helmholtz.
3. Ubica una brújula grande en su centro.
4. Varía la corriente de las bobinas y mide la deflexión de la brújula.
5. Grafica, hace un ajuste, y de los parámetros de ajuste obtiene el valor de la componente horizontal de la inducción magnética terrestre.
6. Entrega bitácora y reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Bobinas de Helmholtz.
- Brújulas grandes.
- Fuente de alimentación.
- Computadora con software para hacer ajustes.

Práctica 16: Ley de Coulomb

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Arma la balanza de torsión, asegurándose de que todo esté debidamente alineado
3. Separa las esferas de carga lo más posible
4. Carga las esferas con las punta de alto voltaje
5. Aproxima una de las esferas a la otra hasta que se observe la torsión en la balanza
6. Gira la perilla de tal manera que las marcas del brazo coincidan
7. Registra el valor del ángulo de torsión y de la distancia de separación
8. Calcula la fuerza de repulsión usando la constante de torsión del alambre
9. Tabula y graficar para varios valores de la fuerza y de la distancia de separación
10. Hace un ajuste apropiado con un modelo matemático experimental para los datos obtenidos
11. Entrega bitácora y reporte de la práctica
12. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Balanza de torsión.
- Fuente de alto voltaje.
- Sonda de alto voltaje.
- Jaula de Faraday.
- Computadora con software para hacer ajustes.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales (cuestionarios)	10%
– Prácticas taller/laboratorio/clínicas/campo	80%
– Bitácora de experimentos	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Griffiths, D. J. (2017). *Introduction to electrodynamics* (4th ed.). Cambridge University Press.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2009). *Fundamentos de Física* (8^a ed.). Editorial Patria [clásica]
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. Jr. (2018). *Física para ciencias e ingeniería*, 2 (10.^a ed.). Cengage [clásica]
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2010). *Física para la ciencia y la tecnología* (6^a ed.). Reverté. [clásica]
- Young, H. D., Freedman, R. A., & Ford, A. L. (2020). *University physics with modern physics* (15^a ed.). Pearson

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- The Feynman Lectures on Physics (California Institute of Technology)
<http://www.feynmanlectures.caltech.edu/>.
- Ling, S. J., Moebs, W., & Sanny, J. (2016). University Physics Vol.2. OpenStax.
<https://openstax.org/details/books/university-physics-volume-2>
- University of Colorado Boulder (n.d.). *PhET Interactive Simulations: Physics. PhET*.
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o área afín, preferentemente con grado de maestría o doctorado y experiencia en docencia universitaria. Se requiere dominio de los fundamentos de la Electricidad y el Magnetismo, así como conocimiento y manejo de instrumentación científica y de laboratorio. Deberá poseer competencias para diseñar e implementar estrategias didácticas activas y ser una persona responsable con alto sentido ético y comprometida con el aprendizaje significativo de las y los estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Análisis Numérico
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 02 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:08
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Selene Solorza Calderón José Ariel Camacho Gutiérrez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El área de análisis numérico se ocupa del estudio y la fundamentación teórica de los métodos numéricos utilizados para resolver problemas matemáticos cuya solución no puede obtenerse mediante procedimientos analíticos exactos. Esta unidad de aprendizaje tiene como objetivo introducir al estudiantado en el uso de métodos numéricos clásicos para determinar raíces de ecuaciones no lineales, resolver sistemas de ecuaciones lineales y estimar el comportamiento de conjuntos de datos mediante técnicas de interpolación polinómica. Este tipo de problemas aparece en diversos campos del conocimiento, tanto en las ciencias exactas como en las humanidades. La unidad tiene carácter obligatorio y pertenece a la etapa disciplinaria.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar las soluciones numéricas, al interpretar los resultados obtenidos mediante diferentes métodos numéricos clásicos, para seleccionar el modelo numérico más apropiado en la solución de problemas que se presentan en la misma disciplina y en contextos interdisciplinarios, de forma crítica, reflexiva, independiente, creativa, honesta y responsable.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

En equipo, elabora una infografía integradora de análisis numérico que incluya el planteamiento del problema, la solución del problema mediante una o varias de las técnicas utilizadas en esta unidad de aprendizaje, la visualización de los resultados usando tablas o gráficas, el análisis de resultados, las conclusiones y las referencias bibliográficas. Se entregará en formato electrónico pdf en tiempo y forma, utilizando un lenguaje formal, apropiado y claro, en donde se muestre el dominio de los temas.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar y utilizar programas computacionales aplicando los principios fundamentales de la física para la simulación o modelado de procesos físicos, con responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia, vanguardia, innovación social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Aritmética computacional

Competencia

Analizar la forma de operación y las limitaciones de las computadoras, mediante el uso de aritmética de punto flotante, para evitar interpretaciones erróneas al momento de resolver un problema planteado, con una actitud crítica, reflexiva, paciente y honesta.

Contenido

- 1.1. Definición de modelo matemático, exactitud, precisión, inexactitud o sesgo, imprecisión o incertidumbre
- 1.2. Definición de número de máquina y número flotante decimal normalizado
- 1.3. Definición de truncamiento y de redondeo
- 1.4. Definición de error absoluto, error relativo, error relativo porcentual, error relativo porcentual aproximado
- 1.5. Definición de cifras significativas usando el valor de referencia o valor verdadero
- 1.6. Definición de cifras significativas usando una sucesión de valores aproximados
- 1.7. Definición de la unidad de medida palabra
- 1.8. El método de representación de magnitud con signo
- 1.9. Estándar IEEE 754, para los números de punto flotante
- 1.10. Estándar IEEE 754, tipos de precisión y regla de redondeo IEEE
- 1.11. Definición de épsilon de máquina
- 1.12. Definición de desbordamiento (*overflow*) y subdesbordamiento (*underflow*)
- 1.13. Aritmética con números de punto flotante
- 1.14. Cancelación de cifras significativas y pérdida de significancia
- 1.15. Definición de algoritmo, algoritmo estable, algoritmo condicionalmente estable
- 1.16. Definición de crecimiento del error lineal y exponencial
- 1.17. Definición de rapidez de convergencia usando una sucesión que converge a cero

Duración

08 horas

Unidad II. Ceros de ecuaciones no lineales

Competencia

Comparar los resultados de los métodos numéricos clásicos para la solución de búsqueda de raíces, mediante el análisis de errores y de rapidez de convergencia, para seleccionar el más apropiado acorde a las características de los problemas reales que surgen de las distintas ciencias, con actitud crítica, reflexiva, honesta y respetuosa.

Contenido

- 2.1. La equivalencia entre el problema de búsqueda de raíces y el problema de la búsqueda de un punto fijo
- 2.2. Teorema de existencia y unicidad del punto fijo

- 2.3. Funciones de iteración de punto fijo
- 2.4. Teorema del punto fijo
- 2.5. Método de la bisección
- 2.6. Teorema de la convergencia a la raíz del método de la bisección
- 2.7. Método de Newton-Raphson geoméricamente
- 2.8. Método de Newton-Raphson analíticamente usando el teorema de Taylor
- 2.9. Teorema de la convergencia a la raíz del método de Newton-Raphson
- 2.10. Método de la secante analítica usando la definición de límite
- 2.11. Método de la secante geoméricamente
- 2.12. Método de la falsa posición o regla falsa
- 2.13. Método de Müller
- 2.14. Teorema de la rapidez de convergencia lineal para métodos de iteración de punto fijo
- 2.15. Teorema de la rapidez de convergencia cuadrática para métodos de iteración de punto fijo
- 2.16. Aceleración de la convergencia: método Δ^2 de Aitken, método Δ^2 modificado de Aitken, método de Steffensen
- 2.17. El método de Newton-Raphson para raíces de multiplicidad m

Duración

09 horas

Unidad III. Sistemas de ecuaciones lineales

Competencia

Comparar las soluciones de sistemas de ecuaciones lineales, mediante el análisis de los errores vectoriales, para seleccionar el método numérico más apropiado al momento de resolver problemas reales que se presentan en las ciencias exactas, naturales e ingeniería con actitud crítica, propositiva, reflexiva y responsable.

Contenido

- 3.1. Métodos directos
 - 3.1.1. Eliminación gaussiana con sustitución hacia atrás y estrategias de pivoteo: parcial, parcial escalado y total
 - 3.1.2. Matrices especiales
 - 3.1.3. Factorización LU
 - 3.1.4. Factorización LDL^t
 - 3.1.5. Factorización LL^t
 - 3.1.6. Matrices de banda
 - 3.1.7. Factorización de matrices tridiagonales
 - 3.1.8. Matrices de permutación para la solución de sistemas $Ax=b$ utilizando la factorización LU
- 3.2. Métodos iterativos
 - 3.2.1. Método de Jacobi
 - 3.2.2. Método de Gauss-Seidel
 - 3.2.3. Métodos de iteración general

3.2.4. El teorema de convergencia

Duración

07 horas

Unidad IV Interpolación polinomial

Competencia

Comparar las soluciones de interpolación polinomial, mediante el análisis de los errores, para predecir el comportamiento de un conjunto de datos que se presentan en las ciencias exactas, naturales e ingeniería con actitud crítica, propositiva y honesta.

Contenido

- 4.1. Polinomio interpolante de Lagrange
- 4.2. Polinomio de Taylor
- 4.3. Teorema de la representación de una función mediante un polinomio interpolante de Lagrange
- 4.4. Método de Neville
- 4.5. Diferencias divididas progresivas de Newton
- 4.6. Definición de polinomios osculantes
- 4.7. Polinomio de Hermite
- 4.8. Trazadores cúbicos
- 4.9. Curvas de paramétricas
 - 4.9.1. Curvas de Bézier

Duración

08 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Aritmética computacional

Práctica 1: Definición de exactitud, precisión, inexactitud o sesgo, imprecisión o incertidumbre

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Define exactitud, precisión, inexactitud o sesgo, imprecisión o incertidumbre.
3. En sus palabras define de exactitud, precisión, inexactitud o sesgo, imprecisión o incertidumbre.
4. Documenta las definiciones y las entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Bibliografía.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 2: Tipos de errores

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Resuelve el ejercicio usando la definición de error absoluto.
3. Resuelve el ejercicio usando la definición de error relativo.
4. Resuelve el ejercicio usando la definición de error relativo porcentual.
5. Analiza los resultados.
6. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 3: Cifras significativas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Resuelve el ejercicio usando la definición de cifras significativas usando el valor de referencia o verdadero.
3. Resuelve el ejercicio usando la definición de cifras significativas usando una sucesión de valores aproximados.
4. Analiza los resultados.
5. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 4: Punto flotante decimal normalizado

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Resuelve el ejercicio de magnitud con signo.
3. Resuelve el ejercicio de la representación de punto flotante decimal normalizado en una máquina hipotética base 10.
4. Resuelve el ejercicio de la representación de punto flotante decimal normalizado en una máquina hipotética base 5.
5. Resuelve el ejercicio de la representación de punto flotante decimal normalizado en una máquina hipotética base 2.
6. Resuelve el ejercicio de la representación de punto flotante decimal normalizado en una máquina hipotética de 7 bits.
7. Analiza los resultados.
8. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
9. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora .
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 5: Cancelación de cifras significativas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Resuelve el ejercicio de cancelación de cifras significativas usando la fórmula para encontrar ceros de polinomios cuadráticos. Determina el número de cifras significativas.
3. Resuelve el mismo ejercicio de cancelación de cifras significativas pero racionalizando el numerador para eliminar las restas. Determina el número de cifras significativas.
4. Resuelve el ejercicio de cancelación de cifras significativas evaluando un polinomio.
5. Resuelve el mismo ejercicio de cancelación de cifras significativas pero anidando el polinomio. Determina el número de cifras significativas.
6. Analiza los resultados.
7. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 6: Crecimiento del error

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Resuelve el ejercicio sobre crecimiento lineal del error.
3. Resuelve el ejercicio sobre crecimiento exponencial del error.
4. Analiza los resultados.
5. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 7: Rapidez de convergencia

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Resuelve los ejercicios sobre rapidez de convergencia.
3. Analiza los resultados.
4. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora
- Papel
- Lápiz o pluma

Práctica 8: Foros sobre ética en la ciencia

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los foros.
2. Revisa los vídeos. Por ejemplo, la carrera por explotar el poder de la computación cuántica en https://youtu.be/1_gJp2uAjO0?si=B2jwhV6WEir0yMzj, y la destacable historia detrás del algoritmo más importante de todos los tiempos (la FFT) en español en <https://youtube.com/watch?v=2Xkv-W9tOXU&feature=shares> o en inglés en <https://youtube.com/watch?v=nmgFG7PUHfo&feature=shares>
3. Participa en los foros.
4. El docente evalúa la participación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Internet.
- Plataforma.

Unidad II: Ceros de ecuaciones no lineales

Práctica 9: Punto fijo

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Resuelve el ejercicio sobre la existencia y unicidad del punto fijo.
3. Analiza los resultados.
4. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 10: Funciones de iteración de punto fijo

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Determina si las funciones de ejemplo cumplen las hipótesis del teorema del punto fijo.
3. Analiza los resultados.
4. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 11: Método de Müller

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Realiza una revisión bibliográfica del método de Müller.
3. Realiza un resumen del método de Müller.
4. Documenta el resumen y lo entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Bibliografía.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 12: Rapidez de convergencia del método de la secante

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Realiza una revisión bibliográfica de la rapidez de convergencia del método de la secante.
3. Documenta la demostración de la rapidez de convergencia del método de la secante y la entrega en formato digital para su evaluación.
4. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Bibliografía.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 13: Foros sobre ética en la ciencia

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los foros.
2. Revisa los vídeos. Por ejemplo, Robo de criptomonedas en https://youtu.be/YxFGllxyKE?si=SQw1c_X-rU9EZyID y One of the Greatest Feuds in the History of Science en <https://youtu.be/b1wNPkHUR10?si=Qrp2elhlc1ji1luo>.
3. Participa en los foros.
4. El docente evalúa la participación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Internet.
- Plataforma.

Unidad III: Sistemas de ecuaciones lineales

Práctica 14: Método de eliminación gaussiana con sustitución hacia atrás

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Resuelve el ejercicio usando el método de eliminación gaussiana con sustitución hacia atrás.
3. Analiza los resultados.
4. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 15: Método de eliminación gaussiana con sustitución hacia atrás y pivoteo parcial

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Resuelve el ejercicio usando el método de eliminación gaussiana con sustitución hacia atrás y pivoteo parcial.
3. Analiza los resultados.
4. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.

- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 16: Método de eliminación gaussiana con sustitución hacia atrás y pivoteo parcial escalado

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Resuelve el ejercicio usando el método de eliminación gaussiana con sustitución hacia atrás y pivoteo parcial escalado.
3. Analiza los resultados.
4. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 17: Factorización LU

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Resuelve el ejercicio usando el método de factorización LU.
3. Analiza los resultados.
4. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 18: Foros sobre avances en la ciencia

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los foros.
2. Revisa los vídeos. Por ejemplo, ¿Qué es y cómo funciona la COMPUTACIÓN CUÁNTICA? en <https://youtu.be/YpYuBEzfRIM?si=EwkpoFd8HoSxYQD2> y Cómo se programa un ORDENADOR CUÁNTICO (bien explicado) en <https://youtu.be/eRIQdW1lgJE?si=FIVcXUq1hY4j5xz2>
3. Participa en los foros.
4. El docente evalúa la participación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Internet.
- Plataforma.

Unidad IV: Interpolación polinomial

Práctica 19: El polinomio interpolante de Lagrange

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Construye el polinomio interpolante de Lagrange solicitado.
3. Construye el polinomio interpolante de Taylor solicitado.
4. Analiza los resultados.
5. Documenta los resultados y los entrega en formato digital para su evaluación.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 20: Trazadores cúbicos

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Realiza una revisión bibliográfica sobre trazadores cúbicos.
3. Define un trazador cúbico.
4. Documenta la definición y la entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 21: Curvas paramétricas

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el taller, si es individual o en equipo y la duración.
2. Realiza una revisión bibliográfica sobre curvas paramétricas.
3. Define las curvas paramétricas cúbicas.
4. Documenta la definición y la entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz o pluma.

Práctica 22: Foros sobre ética en la ciencia

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los foros.
2. Revisa los vídeos. Por ejemplo, La MAYOR ESTAFA de la CIENCIA MÉDICA que ha EXISTIDO / CASO Elizabeth Holmes en https://youtu.be/9ZggqCR_smU?si=rzKXBOpWelvixfMh
3. Participa en los foros.
4. El docente evalúa la participación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Internet.
- Plataforma.

Práctica 23: Infografía

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los foros.
2. Forma el equipo de trabajo.
3. Realiza una revisión bibliográfica.
4. Plantea un problema a resolver usando alguno o algunos de los métodos numéricos vistos en esta unidad de aprendizaje y la entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Bibliografía .
- Papel.
- Lápiz o pluma.

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Aritmética computacional

Práctica 1: Introducción al lenguaje de programación y los tipos de variables

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre introducción al lenguaje de programación y los tipos de variables.
2. Verifica el tipo de variable utilizada.
3. Operaciones con variables.
4. Documenta las operaciones resultantes y las entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Práctica 2: Gráficas 2D

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre cómo definir una función.
2. Atiende las orientaciones docentes sobre generar y editar una gráfica 2D, incluyendo la incorporación de símbolos griegos.
3. Documenta las ediciones realizadas a una gráfica 2D en coordenadas cartesianas y las entrega en formato digital para su evaluación.
4. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Práctica 3: Tablas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre generar tablas y darles un formato.
2. Documenta las tablas generadas en el formato solicitado y las entrega en formato digital para su evaluación.
3. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Práctica 4: Aritmética con números de punto flotante en la computadora, error lineal y exponencial

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre las operaciones aritméticas que provocan pérdida de significancia a realizar en el software seleccionado.
2. Atiende las orientaciones docentes sobre identificar error lineal y exponencial con el software seleccionado.
3. Documenta el resultado de las operaciones aritméticas agregando explicaciones de la generación de la pérdida de significancia.

4. Documenta las tablas y las gráficas de las iteraciones para las situaciones hipotéticas de error lineal y error exponencial, apoyándose del uso de tablas trabajadas en la práctica previa.
5. Entrega lo planteado en los últimos tres incisos anteriores en formato digital para su revisión.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Unidad II: Ceros de ecuaciones no lineales

Práctica 5: Funciones de iteración de punto fijo

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre funciones de iteración de punto fijo.
2. Documenta el resultado generando una tabla de cinco funciones de iteración de punto fijo para el problema planteado y las entrega en formato digital para su evaluación.
3. Documenta la gráfica de la función del problema planteado y la entrega en formato digital para su evaluación.
4. Documenta la gráfica de las funciones de iteración de punto fijo y la entrega en formato digital para su evaluación.
5. Documenta la gráfica de la primera derivada de las funciones de iteración de punto fijo y la entrega en formato digital para su evaluación.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Práctica 6: Método de la Bisección

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la implementación del método de la bisección reescribiendo las variables.
2. Atiende las orientaciones docentes sobre la implementación del método de la bisección guardando las variables en vectores.
3. Encuentra raíces de funciones no lineales con el método de la bisección.
4. Documenta el resultado generando una tabla y la entrega en formato digital para su evaluación.
5. Documenta la gráfica de la función del problema planteado y la entrega en formato digital para su evaluación.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Práctica 7: Método de Newton-Raphson y método de la secante

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la implementación del método de Newton-Raphson.
2. Atiende las orientaciones docentes sobre la implementación del método de la secante.
3. Encuentra raíces de funciones no lineales con el método de Newton-Raphson.
4. Encuentra raíces de funciones no lineales con el método de la secante.
5. Documenta el resultado del método de Newton-Raphson generando una tabla y la entrega en formato digital para su evaluación.
6. Documenta el resultado del método de la secante generando una tabla y la entrega en formato digital para su evaluación.
7. Documenta la gráfica de la función del problema planteado y la entrega en formato digital para su evaluación.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software como MATLAB o Python con OpenCV

Práctica 8: Método de la falsa posición y método Müller

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la implementación del método de la falsa posición.
2. Atiende las orientaciones docentes sobre la implementación del método de Müller.
3. Encuentra raíces de funciones no lineales con el método de la falsa posición.
4. Encuentra raíces de funciones no lineales con el método de Müller.
5. Documenta el resultado del método de la falsa posición generando una tabla y la entrega en formato digital para su evaluación.
6. Documenta el resultado del método de Müller generando una tabla y la entrega en formato digital para su evaluación.
7. Documenta la gráfica de la función del problema planteado y la entrega en formato digital para su evaluación.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Práctica 9: Método Δ^2 modificado de Aitken y método de Steffensen

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la implementación del método Δ^2 modificado de Aitken.
2. Atiende las orientaciones docentes sobre la implementación del método de Steffensen.
3. Encuentra raíces de funciones no lineales con el método Δ^2 modificado de Aitken.
4. Encuentra raíces de funciones no lineales con el método de Steffensen.
5. Documenta el resultado del método Δ^2 modificado de Aitken generando una tabla y la entrega en formato digital para su evaluación.
6. Documenta el resultado del método de Steffensen generando una tabla y la entrega en formato digital para su evaluación.
7. Documenta la gráfica de la función del problema planteado y la entrega en formato digital para su evaluación.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.

- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Unidad III: Sistemas de ecuaciones lineales

Práctica 10: Factorización LU

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el método de factorización LU.
2. Resuelve sistemas de ecuaciones lineales con el método de factorización LU.
3. Documenta el resultado y lo entrega en formato digital para su evaluación.
4. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Práctica 11: Solución de sistemas de ecuaciones lineales con pivoteo

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el método de factorización LU con pivoteo.
2. Resuelve sistemas de ecuaciones lineales con el método de factorización LU y pivoteo
3. Documenta el resultado y lo entrega en formato digital para su evaluación.
4. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software como MATLAB o Python con OpenCV

Práctica 12: Solución de sistemas de ecuaciones lineales con métodos iterativos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el método de Jacobi y el método de Gauss-Seidel.
2. Resuelve sistemas de ecuaciones lineales con el método de Jacobi y el método de Gauss-Seidel.
3. Documenta el resultado y lo entrega en formato digital para su evaluación.
4. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Unidad IV: Interpolación polinomial

Práctica 13: El polinomio interpolante de Lagrange y el polinomio de Taylor

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el polinomio interpolante de Lagrange.
2. Atiende las orientaciones docentes sobre el polinomio interpolante de Taylor.
3. Interpola un conjunto de datos con el polinomio interpolante de Lagrange.
4. Documenta el resultado graficando los datos y el polinomio interpolante de Lagrange y lo entrega en formato digital para su evaluación.
5. Documenta el resultado graficando el dato y el polinomio interpolante de Taylor y los entrega en formato digital para su evaluación.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Práctica 14: El método de Neville

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el método de Neville.
2. Interpola un conjunto de datos usando el método de Neville.
3. Documenta el resultado graficando los datos y el resultado del método de Neville y los entrega en formato digital para su evaluación.
4. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Práctica 15: Trazador cúbico

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre trazadores cúbicos.
2. Interpola un conjunto de datos usando un trazador cúbico.
3. Documenta el resultado graficando los datos y el resultado del trazador cúbico y los entrega en formato digital para su evaluación.
4. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Práctica 16: Curvas de Bézier

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre las curvas de Bézier.
2. Manipula una sección de una gráfica usando curvas de Bézier.
3. Documenta el resultado graficando los datos y el resultado de las curvas de Bézier y los entrega en formato digital para su evaluación.
4. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software como MATLAB o Python con OpenCV.

Práctica 17: Proyecto final**Duración**

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el proyecto final.
2. Plantea un problema a resolver en equipos.
3. Resuelve el problema planteado usando alguna de las metodologías vistas en esta Unidad de Aprendizaje.
4. Documenta el resultado en una infografía y la entrega en formato digital para su evaluación.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora..
- Software como MATLAB o Python con OpenCV
- Software como canva.

XI. MÉTODO DE TRABAJO**Encuadre**

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Foros
- Método de proyectos

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Prácticas de laboratorio	30%
- Talleres	20%
- Foros	05%
- Infografía integradora de análisis numérico	15%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Burden, A. M. & Faires, D. J. (2011). *Análisis numérico* (9ª ed.). Cengage Learning. [clásica]
- Burden, A. M., Faires, D. J. & Burden, R. L. (2017). *Análisis numérico* (10ª ed.). Cengage Learning. [clásica]
- Chapra, S. C. & Canale, R. P. (2015). *Métodos numéricos para ingenieros* (7ª ed.), McGraw-Hill. En Biblioteca física. [clásica]
- Chapra, S. C. (2023). *Métodos numéricos aplicados con MATLAB® para ingenieros y científicos* (5ª ed.), McGraw-Hill Interamericana. Disponible en físico y digital.
- Cheney, W. & Kincaid, D. (2011). *Métodos numéricos y computación* (6ª ed.). Cengage Learning. [clásica]
- Gerald, C. F., Wheatley, P. O. & del Valle Sotelo, J. C., (2000). *Análisis numérico con aplicaciones*, Pearson Educación. [clásica]
- Gilat, A. & Subramaniam, V. (2014). *Numerical methods for engineers and scientists: an introduction with applications using MATLAB* (3ª ed.). Wiley. [clásica]

Heister, T. & Rebholz, L. G. (2015). *Scientific Computing: For Scientists and Engineers*. De Gruyter. [clásica]

Lindfield, G. & Penny, J. (2012). *Numerical Methods: Using MATLAB* (3ª ed.). Academic Press. [clásica]

Sauer, T. (2013). *Análisis numérico* (2ª ed.), Pearson. [clásica]

Sauer, T. (2024). *Análisis numérico* (3ª ed.), Pearson Educación de México.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Autarkaw. (s. f.). *Online Course in Numerical Methods*. <http://www.autarkaw.com/books/h>

Massachusetts Institute of Technology. (2012). *Introduction to Numerical Analysis* (Curso 18.330). MIT OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu/courses/18-330-introduction-to-numerical-analysis-spring-2012/>

MathWorks. (s. f.). MathWorks – Creador de MATLAB y Simulink. <https://la.mathworks.com/>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Matemáticas Aplicadas, Física o Ciencias de la Computación, preferentemente con posgrado, y experiencia en el desarrollo e implementación de métodos numéricos (búsqueda de raíces, sistemas de ecuaciones lineales e interpolación polinomial). Debe dominar lenguajes de programación orientados al cómputo científico, como MATLAB o Python, y contar con competencias pedagógicas para promover el aprendizaje activo, la resolución de problemas y el pensamiento crítico, impulsando en el estudiantado la creatividad, la responsabilidad y la honestidad académica.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Circuitos Eléctricos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 01 Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 03 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Extra-clase: 01 Créditos: 05
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Eloísa del Carmen García Canseco Héctor Francisco Ortiz Kerbertt
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El curso tiene como finalidad brindar las habilidades para modelar, analizar e implementar circuitos eléctricos pasivos lineales. Se abarca desde el análisis en Corriente Directa (CD) y el Régimen Transitorio en el dominio del tiempo, hasta el Estado Estacionario Sinusoidal (CA) y respuesta en frecuencia, fundamental para la física experimental. La asignatura se ubica en etapa disciplinaria con carácter obligatorio, pertenece al área de conocimiento de Circuitos Eléctricos y no presenta requisitos previos para cursarse.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar el comportamiento de circuitos eléctricos lineales pasivos en los dominios del tiempo y la frecuencia, mediante la aplicación de leyes fundamentales, teoremas de redes y herramientas de simulación, para validar modelos teóricos en implementaciones experimentales reales, con rigor científico y disposición al trabajo colaborativo

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de prácticas que recopile los informes técnicos de las prácticas de laboratorio. Cada informe de prácticas debe contener: los cálculos teóricos previos (modelado), los resultados de simulación (validación virtual), las mediciones experimentales (validación física), y los análisis de los resultados (conclusiones críticas).

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar, implementar y evaluar experimentos en las áreas de la física, utilizando técnicas experimentales y computacionales, así como métodos de análisis de datos, para describir, explicar y predecir fenómenos físicos, con creatividad, disposición al trabajo colaborativo y compromiso con el entorno, en apego a las normas de seguridad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento crítico, innovación y vanguardia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos y Circuitos en Corriente Directa

Competencia

Analizar el comportamiento de variables eléctricas en circuitos resistivos básicos, mediante la aplicación de las leyes de Ohm, Kirchhoff y los principios de conservación, para determinar voltajes, corrientes y potencias en redes de corriente directa, con responsabilidad y orden en el manejo de la información.

Contenido

- 1.1. Variables eléctricas, unidades y convención pasiva de signos
- 1.2. Elementos de circuito: fuentes ideales vs. reales y resistores
- 1.3. Ley de Ohm y potencia eléctrica
- 1.4. Topología de redes: nodos, ramas y lazos
- 1.5. Leyes de Kirchhoff (LVK y LCK)
- 1.6. Configuración de resistores: serie, paralelo y mixto
- 1.7. Divisores de voltaje y corriente.
- 1.8. Efecto de la carga en los instrumentos de medición (amperímetro y voltímetro)

Duración

04 horas

Unidad II. Técnicas de Análisis y Teoremas de Redes

Competencia

Modelar redes eléctricas lineales mediante métodos sistemáticos y teoremas de simplificación (Thévenin/Norton) para predecir el comportamiento de los circuitos eléctricos y facilitar el diseño de implementaciones experimentales, con pensamiento crítico y rigor científico.

Contenido

- 2.1 Análisis de mallas
- 2.2. Análisis de nodos
- 2.3. Principio de Superposición y Linealidad
- 2.4. Transformación de fuentes
- 2.5. Teoremas de Thévenin y Norton (Modelado de circuitos como cajas negras)
- 2.6. Teorema de Máxima Transferencia de Potencia

Duración

03 horas

Unidad III. Componentes de almacenamiento y régimen transitorio

Competencia

Determinar la respuesta dinámica temporal de circuitos con almacenamiento de energía, a partir del empleo de modelos de ecuaciones diferenciales lineales y condiciones iniciales, para describir los fenómenos transitorios de carga y descarga, demostrando una actitud analítica ante los resultados observados.

Contenido

- 3.1. Capacitores e Inductores: Relaciones corriente-voltaje y energía almacenada
- 3.2. Condiciones iniciales y continuidad de las variables de estado
- 3.3. Circuitos de Primer Orden (RC y RL): Respuesta Natural
- 3.4. Respuesta al Escalón (Forzada) y al Constante de tiempo
- 3.5. Introducción cualitativa a circuitos de segundo orden (RLC): Tipos de amortiguamiento

Duración

04 horas

Unidad IV. Análisis en Estado Estacionario (CA) y Respuesta en Frecuencia

Competencia

Examinar el comportamiento de circuitos excitados por señales sinusoidales, mediante el uso de fasores, impedancia compleja y análisis de respuesta en frecuencia, para diseñar filtros pasivos básicos y validar fenómenos de resonancia, con precisión y objetividad.

Contenido

- 4.1. Características de las senoides: amplitud, frecuencia y fase
- 4.2. El concepto de fasor y operaciones con números complejos
- 4.3. Relaciones fasoriales: Impedancia (Z) y Admitancia (Y)
- 4.4. Leyes de Kirchhoff y análisis de circuitos en el dominio de la frecuencia
- 4.5. Potencia en CA: Instantánea, Promedio y Factor de Potencia
- 4.6. Función de transferencia y escala de decibeles
- 4.7. Filtros Pasivos (Pasa-bajas, Pasa-altas) y Resonancia (Serie/Paralelo)

Duración

05 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Fundamentos y Circuitos en Corriente Directa

Práctica 1: Introducción al Laboratorio e Instrumentación Básica

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre seguridad eléctrica y el manejo de fuentes de poder.
2. Calcula teóricamente los valores esperados de resistencia y corriente en un circuito serie básico.
3. Simula el circuito para visualizar las conexiones en el protoboard y prevenir cortos
4. Implementar el circuito físicamente y medir la resistencia (código de colores vs. multímetro) y el voltaje.
5. Entrega bitácora con tabla comparativa de valores teóricos vs. medidos
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Fuente de poder DC regulable.
- Multímetro digital.
- Protoboard y juego de resistores.
- Computadora con simuladores de circuitos Tinkercad y LTSpice.

Práctica 2. Verificación de las Leyes de Kirchhoff (LVK y LCK)

Duración

07 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el armado de circuitos mixtos.
2. Resuelve teóricamente un circuito de dos mallas para obtener corrientes de rama y voltajes de nodo.
3. Simula el circuito en LTSpice para validar los resultados teóricos antes de conectar.
4. Arma el circuito y mide experimentalmente la suma de voltajes en un lazo cerrado y la suma de corrientes en un nodo.
5. Entrega reporte calculando el error porcentual entre teoría, simulación y realidad.
6. Recibe retroalimentación docente .

Recursos de apoyo

- Fuente de poder DC.
- Multímetro digital.
- Protoboard, resistores y cables de conexión.
- Computadora con LTspice.

Práctica 3: Efecto de Carga y Divisores de Voltaje

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la impedancia de entrada de los instrumentos
2. Calcula el voltaje de salida en un divisor de voltaje con resistencias de alto valor ($1\text{M}\Omega$)
3. Simula en LTspice una resistencia paralela que represente la impedancia del voltímetro real.
4. Implementa el circuito y mide el voltaje real para demostrar la caída de tensión por efecto de carga.
5. Entrega bitácora y análisis de resultados.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Fuente de poder DC.
- Multímetro digital.
- Resistores de alta potencia y potenciómetros.
- Computadora con LTspice.

Unidad II: Técnicas de Análisis y Teoremas de Redes

Práctica 4: Validación del análisis de mallas y nodos, y del teorema de superposición

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre circuitos con múltiples fuentes.
2. Deduce mediante los métodos de mallas y nodos los voltajes y corrientes esperados en un circuito con dos fuentes independientes.
3. Simula en LTspice el circuito completo y después activando una fuente a la vez (principio de superposición).
4. Arma el circuito físico y mide la contribución individual de cada fuente y el efecto conjunto.
5. Entrega reporte de la práctica validando la linealidad del sistema.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Dos fuentes de poder DC independientes.
- Multímetro digital.
- Protoboard y resistores.
- Computadora con LTspice.

Práctica 5: Teoremas de Thévenin y Norton

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el modelado de circuitos eléctricos como "cajas negras"
2. Calcula teóricamente el voltaje de Thévenin (V_{th}) y la resistencia equivalente (R_{th}) de un circuito propuesto
3. Simula en LTspice las condiciones de circuito abierto y cortocircuito para obtener los valores del modelo
4. Implementa el circuito y utiliza un potenciómetro como carga variable para encontrar el punto de máxima transferencia de potencia
5. Entrega bitácora con las curvas de potencia vs. resistencia de carga
6. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Fuente de poder DC.
- Multímetro digital.
- Potenciómetro de precisión.
- Computadora con LTspice.

Unidad III: Componentes de almacenamiento y régimen transitorio

Práctica 6: El Capacitor y el Inductor en CD

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el comportamiento estacionario de elementos reactivos
2. Calcula la energía almacenada en un capacitor y un inductor bajo condiciones de CD constante
3. Simula en LTspice el comportamiento transitorio lento de un circuito RC con valores grandes
4. Arma un circuito de carga y descarga lenta, mide la evolución del voltaje con un multímetro y visualiza en el osciloscopio
5. Entrega el reporte con las gráficas de carga y descarga
6. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Fuente de poder DC.
- Capacitores y bobinas de diferentes valores.
- Multímetro digital.
- Osciloscopio.
- Computadora con LTspice.

Práctica 7: Respuesta Transitoria RC y RL

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones sobre el uso del generador de funciones.
2. Deduce la constante de tiempo τ teórica.
3. Simula la respuesta al escalón.
4. Mide τ con los cursores del osciloscopio ante una onda cuadrada.
5. Entrega el reporte con las gráficas.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Generador de funciones.
- Osciloscopio.
- Resistores, capacitores e inductores de diferentes valores.
- Computadora con LTSpice.

Práctica 8: Respuesta de Circuitos RLC y Amortiguamiento

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones sobre sistemas de segundo orden.
2. Calcula la R crítica para los 3 casos de amortiguamiento y hace las simulaciones correspondientes.
3. Arma un circuito y usa un potenciómetro para "sintonizar" las respuestas en el osciloscopio.
4. Mide el sobreimpulso y la frecuencia de oscilación amortiguada.
5. Entrega el reporte con la clasificación de respuestas.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Generador de funciones.
- Osciloscopio.
- Resistores, capacitores e inductores de diferentes valores.
- Computadora con LTSpice.

Unidad IV: Análisis en Estado Estacionario (CA) y Respuesta en Frecuencia

Práctica 9: Introducción a la CA: Fasores y Desfasamiento

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones sobre las fases y las figuras de Lissajous.
2. Calcula la impedancia compleja.
3. Simula y realiza un análisis AC en LTSpice.
4. Mide el ángulo de desfase entre el voltaje y la corriente usando el osciloscopio.
5. Entrega bitácora.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Generador de funciones.
- Osciloscopio.
- Resistores, capacitores e inductores de diferentes valores.
- Computadora con LTSpice.

Práctica 10: Filtros Pasivos y Diagramas de Bode

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones sobre la respuesta en frecuencia.
2. Diseña el filtro y simula el barrido de frecuencia (AC Sweep).
3. Realiza barrido manual punto a punto (10 Hz - 100 kHz) midiendo el voltaje de entrada (V_{in}) y el voltaje de salida (V_{out}).
4. Construye un diagrama de Bode experimental en papel semilogarítmico.
5. Entrega el reporte con el diagrama comparativo.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Generador de funciones.
- Osciloscopio.
- Papel semilogarítmico.

Práctica 11: Resonancia en Circuitos RLC Serie

Duración

05 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones sobre resonancia y ancho de banda.
2. Calcula la frecuencia de resonancia natural (f_0), el factor de calidad (Q) y el ancho de banda (BW).
3. Simula curvas de resonancia.
4. Hace un barrido de frecuencias alrededor de f_0 para encontrar el pico máximo.
5. Mide las frecuencias de corte a -3 dB.
6. Entrega el reporte.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Generador de funciones.
- Osciloscopio.
- Componentes pasivos de diferentes valores.

MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a los exámenes ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Tareas individuales y grupales	20%
- Portafolio de prácticas de laboratorio	50%
Total	100%

REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Boylestad, R. L. (2017). *Introducción al análisis de circuitos* (10ª ed.). Pearson. [clásica]

Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2018). *Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (11ª ed.). Pearson. [clásica]

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of physics* (10ª ed.). Wiley. [clásica]

Hayt, W. H., Jr., Kemmerly, J. E., Phillips, J. D., & Durbin, S. M. (2019). *Análisis de circuitos en ingeniería* (8ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Robbins, A. H., & Miller, W. C. (2012). *Circuit analysis: Theory and practice* (5ª ed.). Cengage Learning. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Analog Devices. (2023). *LTspice Simulator Documentation*. [Software y Manual].
<https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>

Autodesk. (2023). *Tinkercad Circuits*. [Plataforma de Simulación Web].
<https://www.tinkercad.com/circuits>

Cadence Design Systems. (s.f.). *PSpice* [Software de simulación].
https://www.cadence.com/en_US/home/tools/pcb-design-and-analysis/analog-mixed-signal-simulation/pspice.html

Coursera. (s.f.). *Linear Circuits* [Curso en línea]. <https://www.coursera.org/course/circuits>

edX. (s.f.). *Cursos de circuitos eléctricos* [Plataforma de aprendizaje en línea].
<https://www.edx.org/search?q=circuits>

PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física, Electrónica o áreas afines. Con conocimientos sólidos en el área de circuitos eléctricos e instrumentación, así como experiencia en la resolución analítica de problemas y en el uso de herramientas computacionales de apoyo. Experiencia mínima de 2 años en docencia. Disposición para promover el aprendizaje crítico y autónomo del estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Mecánica de Fluidos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Eta de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Claudio Ismael Valencia Yaves Miguel Ángel González Mandujano
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar los fundamentos matemáticos y físicos de la mecánica de fluidos desde la perspectiva de medios continuos, profundizando en el uso de operadores diferenciales, el cálculo tensorial y las descripciones euleriana y lagrangiana para el análisis de campos de velocidad y ecuaciones de conservación. La unidad de aprendizaje enfatiza la interpretación geométrica del flujo, la comprensión de conceptos como derivada material, vorticidad, esfuerzos viscosos y flujos potenciales (incluyendo el uso de funciones complejas y el Teorema de los Residuos en configuraciones bidimensionales), de modo que el estudiantado consolide una base sólida que articule lo aprendido en *Electricidad y Magnetismo* y prepare su tránsito hacia *Teoría Electromagnética*. Se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar el formalismo tensorial, los operadores diferenciales y las ecuaciones de conservación mediante el análisis de campos de velocidad, derivada material, flujos potenciales, vorticidad y métodos analíticos avanzados, para interpretar con rigor y coherencia la dinámica de los fluidos y consolidar las bases matemáticas con pensamiento crítico, claridad conceptual, disciplina y responsabilidad científica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluya:

1. Resolución detallada de problemas que involucren procedimientos analíticos completos sobre cálculo tensorial, derivada material, ecuaciones de conservación, flujos potenciales, vorticidad y esfuerzos viscosos, mostrando el dominio del formalismo diferencial y de los métodos complejos cuando corresponda.
2. Reportes breves que articulen la interpretación física de los resultados, la elección y justificación de los métodos utilizados, y la conexión entre el formalismo matemático (operadores, tensores, funciones complejas) y el comportamiento físico del fluido.
3. Mini-proyecto integrador aplicado a un flujo ideal, viscoso o potencial (con funciones complejas), donde se analice una configuración canónica y se argumente la validez de aproximaciones e hipótesis.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Formalismo tensorial, descripciones Euleriana y Lagrangiana y operadores en medios continuos

Competencia

Aplicar el formalismo tensorial, la convención de Einstein y las descripciones Euleriana y Lagrangiana para analizar campos continuos mediante el uso de operadores diferenciales, con el fin de establecer una base matemática sólida para la cinemática y dinámica del fluido, con rigor analítico, disciplina y claridad conceptual.

Contenido

- 1.1. Introducción al medio continuo y recapitulación de la estática de fluidos
 - 1.1.1. Concepto de medio continuo: justificación física y matemática
 - 1.1.2. Campo de presión en reposo
 - 1.1.3. Ecuación fundamental de la estática de fluidos
 - 1.1.4. Comentario sobre fuerzas de volumen (gravedad) y de superficie
- 1.2. Tensores y sistemas de índices
 - 1.2.1. Tensores de rango 1 y 2 en medios continuos
 - 1.2.2. Índices covariantes y contravariantes.
 - 1.2.3. Transformación de componentes y cambio de base
 - 1.2.4. Convención de suma de Einstein
 - 1.2.5. Interpretación geométrica básica (estiramiento, rotación, direcciones principales).
- 1.3. Campo de velocidades
 - 1.3.1. Concepto de campo vectorial en un fluido continuo
 - 1.3.2. Líneas de corriente, trayectorias de partículas y tubos de corriente
 - 1.3.3. Relación geométrica entre flujo y movimiento de partículas
- 1.4. Descripciones Lagrangiana y Euleriana
 - 1.4.1. Coordenadas materiales y coordenadas espaciales
 - 1.4.2. Trayectoria, camino y línea de corriente
 - 1.4.3. Ventajas y limitaciones de cada descripción
- 1.5. Derivada material y operadores diferenciales
 - 1.5.1. Definición de derivada material $\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla)$

- 1.5.2. Interpretación física: tasa de cambio siguiendo el fluido
- 1.5.3. Gradiente, divergencia y rotacional en medios continuos
- 1.5.4. Relación entre derivadas espaciales y deformación local
- 1.6. Tensor gradiente de velocidad
 - 1.6.1. Definición: Definición: $(\nabla v)_{ij} = \partial_i v_j$.
 - 1.6.2. Descomposición en parte simétrica y antisimétrica
 - 1.6.3. Tensor tasa de deformación
 - 1.6.4. Tensor de rotación
 - 1.6.5. Interpretación física en términos de elongación, corte y giro

Duración:

06 horas

Unidad II. Leyes de conservación y ecuaciones de movimiento

Competencia

Analizar el movimiento de fluidos como medios continuos mediante la formulación e interpretación física de las leyes de conservación de masa, cantidad de movimiento y energía, y la derivación de las ecuaciones de continuidad, Euler y Navier–Stokes, para modelar y resolver problemas fundamentales en fluidodinámica ideal y viscosa, identificando hipótesis, aproximaciones y dominios de validez, con rigor científico, pensamiento crítico, honestidad intelectual y responsabilidad en el uso de modelos físicos.

Contenido

- 2.1. Balances de conservación: enfoque integral
 - 2.1.1. Volumen de control y flujo a través de superficies
 - 2.1.2. Teorema de transporte de Reynolds
 - 2.1.3. Relación entre descripciones lagrangiana y euleriana
- 2.2. Conservación de masa
 - 2.2.1. Ecuación de continuidad (forma integral)
 - 2.2.2. Ecuación de continuidad (forma diferencial)
 - 2.2.3. Incompresibilidad y consecuencias cinemáticas
- 2.3. Conservación de cantidad de movimiento
 - 2.3.1. Fuerzas de volumen y fuerzas de superficie
 - 2.3.2. Presión y tensor de esfuerzos
 - 2.3.3. Ecuación de Cauchy y forma diferencial del balance
 - 2.3.4. Ecuación de Euler para fluido ideal
 - 2.3.5. Ecuación de Navier–Stokes para fluido newtoniano
- 2.4. Hidrostática
 - 2.4.1. Ecuación hidrostática y presión en equilibrio
 - 2.4.2. Fluidos en campos gravitatorios y sistemas acelerados
- 2.5. Conservación de energía mecánica

- 2.5.1. Ecuación de energía y potencia de fuerzas
- 2.5.2. Teorema de Bernoulli: derivación y condiciones de validez
- 2.5.3. Aplicaciones típicas (chorros, sifones, manometría, conductos simples)
- 2.6. Escalas y números adimensionales (introducción fuerte)
 - 2.6.1. Análisis dimensional y similitud
 - 2.6.2. Número de Reynolds y criterio de dominancia de términos
 - 2.6.3. Otros números relevantes según contexto (Froude, Mach, Strouhal – nociones)

Duración:

10 horas

Unidad III. Flujos ideales, vorticidad y fluidos bidimensionales

Competencia

Modelar y resolver flujos ideales e irrotacionales utilizando vorticidad, circulación, potencial de velocidades y función de corriente, con énfasis en flujos bidimensionales y técnicas analíticas como potencial complejo y método de imágenes, para comprender la estructura geométrica del flujo, predecir campos de velocidad/presión y conectar estas herramientas con futuros cursos de teoría electromagnética, con rigor matemático y claridad conceptual.

Contenido:

- 3.1. Flujo ideal sin fricción
 - 3.1.1 Revisión de Euler y Bernoulli generalizado
 - 3.1.2 Flujo estacionario vs no estacionario (criterios físicos)
- 3.2 Vorticidad y circulación
 - 3.2.1 Definición y significado físico de la vorticidad
 - 3.2.2 Circulación y teorema de Kelvin
 - 3.2.3 Ecuación de evolución de vorticidad (casos simples)
 - 3.2.4 Modelos ideales de vórtices (línea de vórtice, anillo – noción).
- 3.3. Flujos potenciales en 2D
 - 3.3.1 Condiciones de irrotacionalidad e incompresibilidad
 - 3.3.2 Potencial de velocidades y función de corriente
 - 3.3.3 Ortogonalidad de líneas equipotenciales y de corriente
- 3.4. Potencial complejo y singularidades
 - 3.4.1 Potencial complejo $W(z) = \phi(x, y) + i\psi(x, y)$ y relación con $v = \nabla\phi$
 - 3.4.2 Fuente, sumidero, doblete y vórtice puntual
 - 3.4.3 Superposición lineal y construcción de flujos
- 3.5 Método de imágenes
 - 3.5.1 Idea física y matemática del método de imágenes
 - 3.5.2 Flujo cerca de pared plana: imagen de fuente/doblete/vórtice
 - 3.5.3 Obstáculos simples (cilindro): teorema del círculo
 - 3.5.4 Interpretación en términos de condiciones de borde y analogía con potencial electrostático

3.6. Aplicaciones seleccionadas

3.6.1 Flujo alrededor de cilindros y perfiles delgados (noción)

3.6.2 Sustentación ideal: Kutta–Joukowski (si el tiempo da)

3.6.3 Mapeos conformes básicos (opcional según avance)

Duración:

08 horas

Unidad IV. Fluidos reales, viscosidad y regímenes de flujo

Competencia

Caracterizar fluidos reales con viscosidad y sus regímenes de flujo resolviendo Navier–Stokes en geometrías canónicas, interpretando el número de Reynolds y aplicando teoría de capa límite y balances de escala, para explicar la disipación y separación del flujo con rigor matemático, pensamiento crítico y responsabilidad en la modelación.

Contenido

4.1. Flujos viscosos y ley constitutiva

4.1.1. Viscosidad dinámica y cinemática

4.1.2. Fluido Newtoniano: relación esfuerzo- deformación

4.1.3. Tensor de esfuerzos viscosos e interpretación física

4.1.4. Disipación de energía mecánica por viscosidad

4.2. Ecuación de Navier–Stokes (incompresible)

4.2.1. Derivación a partir de las leyes de conservación y la constitutiva

4.2.2. Forma diferencial vectorial y tensorial

4.2.3. Condiciones de frontera: no deslizamiento e impermeabilidad

4.2.4. Casos canónicos y simplificaciones básicas

4.3. Escalamiento y número de Reynolds

4.3.1. Análisis dimensional de Navier–Stokes

4.3.2. Dominancia relativa de términos: inercia vs viscosidad

4.3.3. Número de Reynolds y clasificación de regímenes

4.3.4. Criterios físicos de validez para aproximaciones

4.4. Aproximación de capa límite (Prandtl)

4.4.1. Separación de escalas y planteamiento de capa límite

4.4.2. Ecuaciones de capa límite para flujo laminar

4.4.3. Capa límite laminar sobre placa plana: orden de magnitud y forma funcional

4.4.4. Noción de separación de capa límite (introducción cualitativa)

Duración:

08 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Formalismo tensorial, descripciones Euleriana y Lagrangiana y operadores en medios continuos

Práctica 1. Medio continuo e hidrostática (recapitulación sintética)

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Identifica un sistema físico y justifica por qué puede modelarse como medio continuo.
2. Establece el campo de presión en reposo para un fluido bajo gravedad uniforme.
3. Resuelve la ecuación fundamental de la estática de fluidos en una geometría simple.
4. Calcula variaciones de presión en función de la profundidad y compara con casos vistos en Ondas y Fluidos.
5. Explica el papel de fuerzas de volumen y fuerzas de superficie en equilibrio hidrostático.
6. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Apuntes de Ondas y Fluidos (sección hidrostática).

Práctica 2. Tensores, convención de Einstein y cambio de base

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Construye ejemplos de tensores de rango 1 y 2 asociados a un medio continuo (vector velocidad, tensor gradiente).
2. Escribe componentes covariantes y contravariantes en coordenadas cartesianas.
3. Aplica la convención de suma de Einstein en identidades tensoriales básicas.
4. Realiza un cambio de base ortogonal y transforma las componentes del tensor.
5. Comprueba la invariancia de trazas y contracciones bajo el cambio de base.
6. Interpreta geométricamente el significado de simetría/antisimetría en un tensor sencillo.
7. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Software de álgebra simbólica (SymPy/Mathematica) para verificar transformaciones.

Práctica 3. Campo de velocidades y descripciones Euleriana/Lagrangiana

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Define un campo de velocidades para un flujo dado y determina su dominio físico.
2. Traza líneas de corriente, trayectorias de partículas y tubos de corriente para un flujo estacionario.
3. Compara trayectorias y líneas de corriente en un flujo no estacionario simple.
4. Expresa la misma dinámica en descripción Euleriana y en descripción Lagrangiana.
5. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.
6. Discute ventajas y limitaciones de cada descripción para modelar el flujo.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Simuladores de flujo 2D (PhET u otra herramienta abierta).

Práctica 4. Derivada material, operadores diferenciales y tensor gradiente de velocidad

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Calcula la derivada material de una magnitud escalar y de un campo vectorial en un flujo dado.
2. Descompone la derivada material en parte local y convectiva e interpreta físicamente cada término.
3. Evalúa gradiente, divergencia y rotacional del campo de velocidades en ejemplos concretos.
4. Construye el tensor gradiente de velocidad y separa su parte simétrica y antisimétrica.
5. Interpreta la parte simétrica como tensor tasa de deformación y la antisimétrica como tensor de rotación.
6. Relaciona deformación, giro local y variaciones espaciales del campo de velocidades.
7. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Software de cálculo (Matlab/Python).

Unidad II. Leyes de conservación y ecuaciones de movimiento

Práctica 5. Volumen de control y Teorema de Transporte de Reynolds

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Identifica un volumen de control apropiado para un flujo sencillo (tubo, chorro o depósito).
2. Escribe el balance integral general de una propiedad extensiva.
3. Aplica el Teorema de Transporte de Reynolds para convertirlo a forma euleriana.
4. Resuelve un caso estacionario y otro no estacionario, comparando resultados.
5. Explica el papel del flujo a través de superficies en cada caso.
6. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Software de cálculo simbólico o numérico.

Práctica 6. Conservación de masa y ecuación de continuidad

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Plantea el balance integral de masa para un volumen de control simple.
2. Deduce la ecuación de continuidad en forma diferencial.
3. Resuelve ejercicios para flujos incompresibles y compresibles en geometrías básicas.
4. Comprueba la condición de incompresibilidad y discute sus consecuencias cinemáticas.
5. Interpreta físicamente cada término de la continuidad.
6. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Simulaciones simples (opcional).

Práctica 7. Conservación de cantidad de movimiento, tensor de esfuerzos y ecuaciones de Euler/Navier–Stokes

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Plantea el balance integral de cantidad de movimiento e identifica fuerzas de volumen y superficie.
2. Introduce el tensor de esfuerzos y escribe el balance local en forma de Cauchy.
3. Deduce la ecuación de Euler para fluido ideal a partir del tensor de esfuerzos.
4. Deduce la ecuación de Navier–Stokes para fluido newtoniano incorporando el término viscoso.
5. Resuelve un problema canónico (por ejemplo, flujo unidimensional en conducto) indicando hipótesis de cierre.
6. Explica el significado físico de cada término y el dominio de validez de cada ecuación.
7. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Texto base y software simbólico.

Práctica 8. Energía mecánica, Bernoulli y análisis dimensional

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Plantea el balance de energía mecánica para un flujo ideal.
2. Deduce el teorema de Bernoulli y explicita sus supuestos de validez.
3. Resuelve aplicaciones típicas (manometría, sifón, chorro o conducto simple).
4. Realiza análisis dimensional del problema y construye números adimensionales relevantes.
5. Calcula el número de Reynolds y discute qué términos dominan en el régimen obtenido.
6. Interpreta físicamente el resultado y compáralo con la intuición hidrodinámica.
7. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Tablas/estimaciones de parámetros físicos.

Unidad III. Flujos ideales, vorticidad y fluidos bidimensionales

Práctica 9. Flujo ideal: Euler y Bernoulli generalizado

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Resuelve la ecuación de Euler para un flujo ideal estacionario en una geometría simple.
2. Deduce el teorema de Bernoulli generalizado a partir de Euler.
3. Aplica Bernoulli a un caso canónico (chorro, sifón o manómetro ideal).
4. Comprueba las condiciones físicas de validez del teorema (estacionario, irrotacional, ideal).
5. Explica la interpretación geométrica de las líneas de corriente asociadas al flujo.
6. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Software de cálculo simbólico o numérico.

Práctica 10. Potencial de velocidades, función de corriente y líneas de flujo

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Verifica las condiciones de irrotacionalidad e incompresibilidad en un flujo dado.
2. Construye el potencial de velocidades y la función de corriente correspondientes.
3. Representa líneas equipotenciales y líneas de corriente y comprueba su ortogonalidad.
4. Superpone soluciones elementales para construir un flujo compuesto.
5. Explica la analogía formal con potenciales electrostáticos.
6. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Apuntes complementarios sobre vórtices ideales.

Práctica 11. Flujos potenciales en 2D (potencial y función de corriente)

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Verifica las condiciones de irrotacionalidad e incomprensibilidad en un flujo dado.
2. Construye el potencial de velocidades y la función de corriente correspondientes.
3. Representa líneas equipotenciales y líneas de corriente y comprueba su ortogonalidad.
4. Superpone soluciones elementales para construir un flujo compuesto.
5. Explica la analogía formal con potenciales electrostáticos.
6. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Software para graficar campos y líneas de flujo.

Práctica 12. Potencial complejo, singularidades y Teorema de Residuos

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Construye el potencial complejo $f(z) = \phi + i\psi$ para una fuente, un sumidero, un doblete y un vórtice puntual.
2. Deriva el campo de velocidades a partir de df/dz .
3. Calcula circulación y/o flujo usando integrales complejas.
4. Aplica el Teorema de Residuos para obtener campos de velocidad en configuraciones con singularidades.
5. Compara el resultado con el cálculo directo en coordenadas cartesianas.
6. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Referencia de variable compleja aplicada a fluidos.

Práctica 13. Método de imágenes en flujos bidimensionales

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Plantea un flujo cerca de una pared plana imponiendo condición de no penetración.
2. Construye la imagen de una fuente o vórtice para satisfacer la condición de frontera.
3. Calcula el potencial complejo total por superposición.
4. Representa líneas de corriente y analiza el efecto de la frontera.
5. Explica la analogía directa con el método de imágenes en electromagnetismo.
6. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.

Práctica 14. Flujo alrededor de un cilindro (teorema del círculo)

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Construye el potencial complejo para flujo uniforme más doblete.
2. Aplica el teorema del círculo para imponer la condición de frontera en el cilindro.
3. Obtén el campo de velocidades tangenciales sobre la superficie.
4. Calcula la distribución de presión usando Bernoulli.
5. Interpreta el patrón de flujo y su relación con condiciones de borde canónicas.
6. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Software de visualización de líneas de corriente.

Unidad IV. Fluidos reales, viscosidad y regímenes de flujo

Práctica 15. Tensor viscoso y lectura física de Navier–Stokes

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Escribe la forma tensorial del esfuerzo viscoso para un fluido newtoniano e identifica cada término.

2. Sustituye el tensor en la ecuación de Cauchy y recupera la forma clásica de Navier–Stokes.
3. Interpreta físicamente los términos inercial, de presión y viscoso en un ejemplo simple.
4. Comprueba, mediante análisis de órdenes de magnitud, cuándo es válido despreciar la viscosidad.
5. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Software de cálculo simbólico (Mathematica, Python/SymPy).

Práctica 16. Flujo de Couette (entre placas) con y sin gradiente de presión

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Plantea Navier–Stokes para flujo estacionario entre placas paralelas con condición de no deslizamiento.
2. Resuelve el perfil de velocidad para Couette puro.
3. Resuelve el perfil cuando además hay gradiente de presión (Couette–Poiseuille).
4. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Matlab o Python/Numpy para gráficas.

Práctica 17. Flujo de Poiseuille (plano y cilíndrico) y pérdida de energía

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Plantea Navier–Stokes para flujo laminar en un conducto plano y resuelve el perfil parabólico.
2. Repite el procedimiento para un tubo cilíndrico y obtén el caudal volumétrico.
3. Calcula la caída de presión y la potencia disipada por viscosidad.
4. Compara con el caso ideal (Euler/Bernoulli) y explica el origen físico de la diferencia.

5. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Apuntes sobre pérdidas viscosas.

Práctica 18. Similitud dinámica, escalamiento y número de Reynolds

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Adimensionaliza las ecuaciones de Navier–Stokes usando escalas características de longitud, velocidad y tiempo.
2. Identifica el número de Reynolds y explica su significado como razón de términos dominantes.
3. Clasifica un conjunto de flujos (dados por parámetros) en régimen laminar, transicional o turbulento.
4. Estima, por balance de escalas, el orden de magnitud de fuerzas viscosas e inerciales en cada caso.
5. Elabora e integra reporte en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Tablas de propiedades de fluidos.

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada

Estrategia de aprendizaje

- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Técnica reflexiva de aprendizaje

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Prácticas taller	20%
- Trabajo en el aula	15%
- Examen final	20%
- Portafolio de evidencia	15%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Batchelor, G. K. (1967). *An Introduction to Fluid Dynamics*. Cambridge University Press.

[clásica]

Kundu, P. K., Cohen, I. M., & Dowling, D. R. (2016). *Fluid Mechanics* (6th ed.). Academic Press. [clásica]

Landau, L. D., & Lifshitz, E. M. (1987). *Fluid Mechanics* (2nd ed.). Pergamon Press. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Acheson, D. J. (1990). *Elementary Fluid Dynamics*. Oxford University Press. [clásica]

MIT OpenCourseWare. (s. f.). Fluid Dynamics / Hydrodynamics (varios cursos y notas).

Massachusetts Institute of Technology. https://ocw.mit.edu/courses/2-26-compressible-fluid-dynamics-spring-2004/?utm_source=chatgpt.com

NASA Glenn Research Center. (s. f.). Beginner's Guide to Aerodynamics (recursos y demostraciones). <https://www1.grc.nasa.gov/beginners-guide-to-aeronautics/learn-about-aerodynamics/>

White, F. M. (2016). *Fluid Mechanics* (8th ed.). McGraw-Hill. [clásica]

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o áreas afines, preferentemente con posgrado en Física, Matemáticas Aplicadas o Mecánica de Fluidos. Con conocimientos sólidos de mecánica de medios continuos, álgebra tensorial, leyes de conservación, ecuaciones de Euler y Navier–Stokes, vorticidad y flujo potencial, así como experiencia en la resolución analítica de problemas y uso de herramientas computacionales de apoyo. Experiencia mínima de 2 años en docencia. Disposición para promover aprendizaje crítico y autónomo del estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Física Moderna
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ramón Carrillo Bastos Roberto Romo Martínez Claudio Ismael Valencia Héctor Francisco Ortiz Kerbertt
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Quien cursa esta unidad desarrolla una comprensión rigurosa de los fundamentos de la física moderna a partir del análisis de experimentos que evidencian los límites del marco clásico, como la radiación de cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico, la difracción de electrones y el efecto Compton, junto con la formulación de la relatividad especial. Se promueve el uso sólido de técnicas matemáticas como cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales, álgebra lineal y cálculo vectorial para modelar y resolver problemas que involucran fenómenos microscópicos y movimientos con velocidades cercanas a la de la luz. La asignatura, enfatiza la base conceptual y la aplicación práctica mediante el estudio de modelos paradigmáticos, la resolución de problemas, talleres y simulaciones computacionales. Estos aprendizajes brindan herramientas esenciales para describir y predecir fenómenos de la materia y la radiación y preparan al estudiantado para transitar hacia campos más avanzados como mecánica cuántica, mecánica estadística y física computacional. Al mismo tiempo fortalecen la capacidad de abstracción, el análisis crítico y la modelación matemática, y consolidan competencias para la investigación y la docencia en la física contemporánea. La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria, tiene carácter obligatorio y forma parte del área del conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Modelar problemas físicos mediante la aplicación de los principios de la física cuántica, de la relatividad especial y de métodos analíticos o numéricos, para explicar de manera cualitativa y cuantitativa fenómenos de la física microscópica y de la física que involucran el movimiento de objetos que viajan a velocidades cercanas a la de la luz, con objetividad, actitud crítica y curiosidad hacia las nuevas ideas.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio digital de evidencias que incluye capturas de la solución de problemas de tarea y cuestionarios donde se aplican los principios de la Física Moderna, así como reportes escritos, cuadernos digitales e infografía en forma individual y por equipo, de realización de las prácticas de taller relacionadas con temas de la disciplina.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción a la relatividad especial

Competencia

Deducir las transformaciones y leyes que gobiernan la física relativista, mediante el análisis de la evidencia experimental y el uso de leyes de conservación, con la finalidad de describir y predecir los efectos relativistas tales como dilatación del tiempo, contracción de la longitud, composición de velocidades y efecto Doppler relativista, con una actitud honesta, crítica e incluyente.

Contenido

- 1.1. Ecuación de onda electromagnética
- 1.2. Las transformaciones de Galileo
- 1.3. El experimento de Michelson-Morley
- 1.4. Los postulados de Einstein
- 1.5. Dilatación del tiempo y contracción de la longitud
- 1.6. Las transformaciones de Lorentz
- 1.7. Invariancia de la ecuación de onda electromagnética
- 1.8. Transformación de velocidades
- 1.9. Efecto Doppler Relativista y aberración de la luz
- 1.10. Masa, momento y energía relativistas
- 1.11. Pruebas experimentales de la relatividad especial (Experimento de Ives & Stilwell, corrimiento hacia el rojo, aberración de la luz, Efecto Cerenkov, etc.)

Duración

08 horas

Unidad II. Efectos corpusculares de la radiación

Competencia

Explicar los experimentos que demostraron la dualidad onda-partícula de la luz, por medio de la revisión de los arreglos experimentales y derivando las consecuencias teóricas, para comprender los fundamentos de la Mecánica Cuántica con una actitud crítica y curiosa.

Contenido

- 2.1. La radiación de Cuerpo Negro
- 2.3. El efecto fotoeléctrico
- 2.4. La ley de Bragg
- 2.5. El efecto Compton

Duración

09 horas

Unidad III. Modelos atómicos***Competencia***

Evaluar los distintos modelos atómicos, por medio de la interpretación de sus predicciones sobre fenómenos microscópicos, para identificar sus limitaciones y comprender la evolución hacia los modelos atómicos actualmente aceptados, con respeto y objetividad.

Contenido

- 3.1. Espectros atómicos
- 3.2. Modelo de Thomson
- 3.3. Modelo de Rutherford
- 3.4. Modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno

Duración

06 horas

Unidad VI. Propiedades ondulatorias de las partículas***Competencia***

Examinar el concepto de la dualidad onda-partícula, mediante métodos analíticos y numéricos, para resolver problemas complejos de la física microscópica, con una actitud reflexiva y crítica en el análisis de resultados.

Contenido

- 4.1. Hipótesis de De Broglie y su demostración experimental
- 4.2. El principio de incertidumbre
- 4.3. El experimento de la doble rendija
- 4.4. Dualidad onda-partícula

Duración

03 horas

Unidad V. Introducción a la Mecánica Cuántica***Competencia***

Deducir la ecuación de Schrödinger mediante la ecuación de onda y la dualidad onda-partícula para describir el comportamiento de los fenómenos en la escala microscópica, de forma objetiva y honesta.

Contenido

- 5.1. Deducción de la ecuación de Schrödinger
- 5.2. La función de onda y su interpretación probabilística
- 5.3. Ecuación de Schrodinger dependiente del tiempo
- 5.4. Soluciones estacionarias de la Ecuación de Schödinger
- 5.5. Soluciones ligadas y dispersivas
- 5.6. El espacio de Hilbert
- 5.7. Observables y valores esperados

Duración

06 horas

Unidad VI. Soluciones a la ecuación de Schrödinger unidimensional

Competencia

Modelar los problemas fundamentales de la mecánica cuántica por el enfoque ondulatorio, mediante la aplicación de métodos analíticos y numéricos para solucionar la ecuación de Schrödinger, que permita una comprensión profunda de los conceptos cuánticos y su relevancia en fenómenos microscópicos, con una actitud crítica y reflexiva.

Contenido

- 6.1. Ecuación de Schrödinger en una dimensión
- 6.2. Partícula en un pozo rectangular infinito y finito
- 6.3. Pozo de potencial lineal
- 6.4. El oscilador armónico
 - 6.4.1. Funciones de onda y niveles de energía
- 6.5. Reflexión y transmisión de ondas electrónicas
 - 6.5.1. Potencial escalón
 - 6.5.2. Penetración de barrera. El efecto túnel
 - 6.5.3. Decaimiento alfa

Duración

09 horas

Unidad VII. Física atómica

Competencia

Modelar el comportamiento del átomo de hidrógeno, mediante el análisis de las soluciones de la ecuación de Schrödinger en tres dimensiones, para predecir los fenómenos atómicos y entender el significado de los números cuánticos, con una actitud proactiva y de manera comprometida.

Contenido

- 7.1. Ecuación de Schrödinger en tres dimensiones
 - 7.1.1. La ecuación de Schrödinger en coordenadas esféricas
 - 7.1.2. Números cuánticos en coordenadas esféricas
- 7.2. Teoría cuántica del átomo de hidrógeno
 - 7.2.1. Niveles de energía
 - 7.2.2. Funciones de onda y densidades de probabilidad
- 7.3. Efecto espín-órbita y la estructura fina

Duración

07 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Introducción a la relatividad especial

Práctica 1: Deducción de la ecuación de onda a partir de las ecuaciones de Maxwell

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Revisa las notas sobre las ecuaciones de Maxwell en el vacío.
3. Aplica herramientas de cálculo a las ecuaciones de Maxwell campo eléctrico y magnético.
4. Obtiene la forma de onda electromagnética.
5. Discute la propagación de ondas en el vacío.
6. Elabora una infografía en una plataforma digital como evidencia del procedimiento.
7. Entrega la infografía para recibir retroalimentación y anexar al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Apuntes de electromagnetismo
- Pizarrón
- Plataforma para crear infografías (Canvas)
- Calculadora.

Práctica 2: Transformaciones de Lorentz desde la invarianza de la luz

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Plantea la constancia de la velocidad de la luz.
3. Deriva condiciones para las coordenadas.
4. Obtiene las transformaciones de Lorentz.
5. Analiza implicaciones físicas.
6. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
7. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Fórmulas de relatividad.
- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Práctica 3: Contracción de longitudes y dilatación del tiempo

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Analiza un experimento mental de relojes en movimiento.
3. Aplica las transformaciones de Lorentz a esta situación.
4. Deriva las expresiones de dilatación y contracción.
5. Discute consecuencias observables.
6. Elabora un reporte digital con los resultados de la práctica.
7. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Fórmulas de relatividad.
- Computador con editor de textos.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Práctica 4: El efecto Doppler relativista

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Revisa con el docente la fórmula del efecto Doppler relativista, previamente explicada en clase.
3. Aplica la fórmula para analizar los siguientes casos:
 - a. Fuente acercándose al observador (corrimiento al azul).
 - b. Fuente alejándose del observador (corrimiento al rojo).

4. Estudia el efecto Doppler transversal:
 - a. Considera el caso en que la fuente se mueve perpendicularmente a la línea de visión del observador.
 - b. Discute por qué en relatividad aún hay un corrimiento de frecuencia (a diferencia del caso clásico).
5. Calcula ejemplos numéricos con velocidades fraccionarias de la luz ($v=0.1c, 0.5c, 0.9c$) para observar cómo varía el corrimiento Doppler longitudinal y transversal.
6. Compara los resultados con el límite clásico ($v \ll c$) y verifica que se recupera la expresión habitual del Doppler clásico.
7. Discute aplicaciones en astronomía (corrimientos espectrales de galaxias, estrellas binarias) y en experimentos de laboratorio con haces de partículas.
8. Genera un esquema donde se representa el efecto Doppler.
9. Presenta el esquema frente al grupo para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Práctica 5: La ecuación de Newton relativista y la fórmula de Einstein

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Atiende una exposición sobre la definición relativista de momento.
3. Plantea la ecuación de movimiento.
4. Obtiene la relación energía–masa.
5. Analiza la transición al límite clásico.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.
- Teléfono móvil con cámara.

Unidad II. Efectos corpusculares de la radiación

Práctica 6. El campo eléctrico en un cubo con paredes metálicas

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Define condiciones de frontera para un cubo metálico.
3. Identifica modos estacionarios del campo eléctrico.
4. Resuelve casos simples de armónicos.
5. Discute aplicaciones en cavidades resonantes.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Calculadora científica y cuaderno de apuntes.
- Python en Colab/Jupyter para graficar datos.
- Pizarrón para esquemas gráficos.

Práctica 7. Distribución de Maxwell-Boltzmann

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Presenta el modelo estadístico de partículas.
3. Deduce la distribución contando y maximizando.
4. Grafica la distribución en Python.
5. Analiza el efecto de la temperatura.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Apuntes de mecánica estadística.
- Python con Matplotlib
- Cuaderno
- Calculadora.

Práctica 8. La fórmula de Planck para el cuerpo negro

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Revisa la ley de Rayleigh-Jeans y de Wien.
3. Investiga sobre la fórmula de Planck.
4. Grafica espectros para distintas temperaturas.
5. Compara los tres modelos.

6. Elabora una infografía en una plataforma digital como evidencia del procedimiento.
7. Entrega la infografía para recibir retroalimentación y anexar al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Manual de Física Moderna.
- Python con Matplotlib.
- Cuaderno de apuntes y pizarrón.
- Plataforma de diseño de infografías (Canva)

Práctica 9. Estimación de la constante de Planck a partir del efecto fotoeléctrico

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Revisa el experimento de Hertz y Millikan.
3. Simula datos de frecuencia y energía cinética.
4. Grafica energía cinética vs. frecuencia.
5. Estima la pendiente y obtener h .
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Cuaderno y pizarrón para guiar la discusión.
- Teléfono móvil con cámara digital.

Práctica 10. Deducción de la Ley de Bragg

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Analiza interferencia en redes cristalinas.
3. Plantea la condición de máxima interferencia.
4. Deriva la ley de Bragg.
5. Discute aplicaciones en difracción de rayos X.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Unidad II. Modelos atómicos

Práctica 11. Radiación del átomo de Thomson

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Revisa el modelo del “pudding con pasas”.
3. Describe oscilaciones de electrones.
4. Estima frecuencias de radiación.
5. Discute limitaciones del modelo.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Práctica 12. Radiación del átomo de Bohr

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Revisar postulados de Bohr.
3. Calcula frecuencias de transición.
4. Grafica espectro del hidrógeno.
5. Compara con datos experimentales.
6. Analiza cómo la energía se transforma continuamente entre cinética y potencial durante la oscilación.
7. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
8. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Unidad III. Propiedades ondulatorias de las partículas

Práctica 13. La hipótesis de De Broglie y cuantización de Bohr

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Plantea la hipótesis de De Broglie.
3. Relaciona la hipótesis con las órbitas de Bohr.
4. Simula longitudes de onda electrónicas.
5. Discute la validez experimental.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Práctica 14. Principio de incertidumbre en un microscopio de luz

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Plantear el límite de resolución de un microscopio.
3. Relaciona posición y momento.
4. Calcula órdenes de magnitud.
5. Discute implicaciones conceptuales.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Unidad IV. Introducción a la Mecánica Cuántica

Práctica 15. Deducción de la ecuación de Schrödinger

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Escribe la ecuación de onda clásica.
3. Introduce energía cinética y potencial.
4. Postula la ecuación de Schrödinger.
5. Discute su carácter fundamental.
6. Genera un documento digital con sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Práctica 16. Corriente de probabilidad

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Define la función de onda como densidad de probabilidad.
3. Deriva la ecuación de continuidad.
4. Identifica la corriente de probabilidad.
5. Aplica a un caso sencillo.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Práctica 17. Valores esperados y comparación con experimentos

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Define el valor esperado de un observable.
3. Calcula ejemplos sencillos.
4. Compara con resultados experimentales reportados.
5. Discute la interpretación estadística.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Unidad V. Soluciones a la ecuación de Schrödinger unidimensional

Práctica 18. Eigenfunciones y eigenvalores de pozo infinito

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Plantea las condiciones de frontera.
3. Obtiene funciones propias y niveles.
4. Grafica estados con Python.
5. Discute cuantización de energía.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para hacer diagramas.

Práctica 19. Eigenfunciones y eigenvalores de pozo finito

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Plantea el potencial escalón.
3. Resuelve por continuidad de funciones.
4. Estima niveles energéticos.
5. Compara con el pozo infinito.
6. Discute cómo los diagramas de energía permiten predecir el comportamiento del sistema.
7. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
8. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para hacer diagramas.

Práctica 20. El pozo de potencial lineal

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Introduce el modelo lineal.
3. Plantea la ecuación diferencial asociada.
4. Analiza soluciones aproximadas.
5. Graficar funciones de onda.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para hacer diagramas.

Práctica 21. El oscilador armónico cuántico

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Plantea el potencial parabólico.
3. Resuelve numéricamente los estados.
4. Grafica los niveles y funciones de onda.
5. Analiza regularidades espectrales.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para hacer diagramas.

Práctica 22. Transmisión de una barrera y efecto túnel

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Plantea el potencial escalón.
3. Calcula coeficientes de transmisión y reflexión.
4. Simula en Python la probabilidad de túnel.
5. Relaciona con decaimiento alfa.
6. Guarda el cuaderno digital con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para hacer diagramas.

Unidad VI. Física atómica

Práctica 23. Los armónicos esféricos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Transforma a coordenadas esféricas.
3. Resuelve ecuaciones angulares.
4. Gráfica los armónicos en Python.
5. Interpreta significados físicos.
6. Guarda el cuaderno digital con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para hacer diagramas.

Práctica 24. La solución radial del átomo de hidrógeno

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Plantea la ecuación radial.
3. Resuelve para estados ligados.
4. Grafica funciones radiales.
5. Analiza la densidad de probabilidad.
6. Guarda el cuaderno digital con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para hacer diagramas.

Práctica 25. Orbitales atómicos y su representación

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Combina soluciones radiales y angulares.
3. Gráfica orbitales en 2D y 3D.
4. Interpreta nodos y simetrías.
5. Relaciona los resultados con la tabla periódica.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para hacer diagramas.
- Tabla periódica de los elementos.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	50%

– Prácticas taller	20%
– Tareas	20%
– Portafolio de evidencias	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Beiser, A. (1990). *Conceptos de física moderna* (A. Nava Jaimes, Trad., 2.^a ed.). McGraw-Hill. [clásica]
- Beiser, A. (2003). *Concepts of modern physics* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Cuevas Rodríguez, J. C. (2022). *Física moderna: Relatividad, mecánica cuántica, estructura de la materia, astrofísica y cosmología*. Dykinson.
- Eisberg, R., & Resnick, R. (2009). *Física cuántica: Átomos, moléculas, sólidos, núcleos y partículas* (L. Cota Araiza, Trad.). Limusa. [clásica]
- Felder, G. N., & Felder, K. M. (2022). *Modern physics*. Cambridge University Press.
- Gibbs, W. R. (2006). *Computation in modern physics* (3rd ed.). World Scientific. [clásica]
- Hewitt, P. G. (2021). *Conceptual physics* (13th ed.). Pearson.
- Moreira, O. (2019). *Modern physics*. Arcler Press. [clásica]
- Salasnich, L. (2022). *Modern physics: Introduction to statistical mechanics, relativity, and quantum physics*. Springer.
- Walecka, J. D. (2008). *Introduction to modern physics: Theoretical foundations*. World Scientific. [clásica]
- Weinberg, S. (2021). *Foundations of modern physics*. Cambridge University Press.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2013). *The Feynman lectures on physics: Vol. III. Quantum mechanics*. Basic Books. Recuperado de <https://www.feynmanlectures.caltech.edu>
- HyperPhysics. (s. f.). *HyperPhysics Concepts*. Georgia State University. Recuperado de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu>
- MIT OpenCourseWare. (2021). *8.20 Introduction to Special Relativity (IAP 2021)*. Massachusetts Institute of Technology. Recuperado de <https://ocw.mit.edu/courses/8-20-introduction-to-special-relativity-january-iap-2021/>

- MIT OpenCourseWare. (2020). *8.04 Quantum Physics I*. Massachusetts Institute of Technology. Recuperado de <https://ocw.mit.edu/courses/8-04-quantum-physics-i-spring-2016/pages/lecture-notes/>
- NIST. (2022). *Fundamental physical constants (CODATA 2022)*. National Institute of Standards and Technology. Recuperado de <https://physics.nist.gov/constants>
- OpenStax. (2022). *University physics, volume 3: Optics and modern physics*. Rice University. Recuperado de <https://openstax.org/details/books/university-physics-volume-3>
- PhET Interactive Simulations. (s. f.). *Simulations*. University of Colorado Boulder. Recuperado de <https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics&type=html>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura y Maestría en Física o área afín, preferentemente con doctorado, tener experiencia en docencia universitaria y dominio de la disciplina. Debe ser una persona analítica, responsable y que fomente el pensamiento metodológico y crítico en sus estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Físicas
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Variable Compleja
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Eta de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez José Ariel Camacho Gutiérrez Carlos Yee Romero
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El alumnado desarrolle una intuición geométrica y algebraica de los números complejos, así como de las funciones de variable compleja. El estudiantado fortalecerá su formación en geometría, análisis y será capaz de aplicar estos conocimientos en la resolución de problemas de las matemáticas y de otras áreas de la ciencia. La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Matemáticas. Se recomienda haber cursado la unidad de aprendizaje de Cálculo Avanzado.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explicar las propiedades de las funciones de variable compleja, por medio del uso de las estructuras algebraica y geométrica de los números complejos, para resolver problemas del área de ciencias exactas, con actitud analítica, responsable y con disposición al trabajo en equipo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Presentar un trabajo donde se identifique un tema o aplicación de la variable compleja, utilizando el análisis y la crítica en las argumentaciones, donde se mostrará un manejo adecuado de conceptos y propiedades de variable compleja.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Números complejos

Competencia

Manipular propiedades básicas de los números complejos, por medio del uso de su estructura algebraica y geométrica, para comprender sus diversas interpretaciones, con actitud crítica, responsable y colaborativa.

Contenido

- 1.1. Perspectiva histórica
- 1.2. Definición de número complejo como par ordenado
 - 1.2.1. Notación $a+bi$

- 1.3. Propiedades algebraicas de los números complejos
 - 1.3.1. Propiedades de campo
 - 1.3.2. Isomorfismo entre $x+0y$ y los reales
 - 1.3.3. Parte real y parte imaginaria
 - 1.3.4. Conjugado
- 1.4. Interpretación geométrica de los números complejos
 - 1.4.1. Módulo
 - 1.4.2. Argumento, argumento principal
- 1.5. Forma polar de los números complejos
 - 1.5.1. Notación cis
 - 1.5.2. Multiplicación en coordenadas polares
- 1.6. Potencias y raíces de números complejos
 - 1.6.1. Raíz n -ésima principal
 - 1.6.2. Raíces de complejos en el círculo unitario
- 1.7. Lugares geométricos descritos mediante números complejos
- 1.8. Proyección estereográfica y el plano complejo extendido

Duración

06 horas

Unidad II. Funciones complejas y analiticidad

Competencia

Aplicar los conceptos de funciones y de derivada compleja, mediante las herramientas del cálculo, para caracterizar las funciones analíticas y sus propiedades, con actitud analítica, objetiva y disposición al trabajo en equipo.

Contenido

- 2.1. Definición de una función compleja
 - 2.1.1. Parte real y parte imaginaria de funciones complejas
 - 2.1.2. Continuidad de funciones complejas como funciones de dos variables
- 2.2. Funciones elementales
 - 2.2.1. Funciones polinomiales y racionales
 - 2.2.2. Función exponencial
 - 2.2.2.1. Región fundamental
 - 2.2.3. Funciones trigonométricas
 - 2.2.4. Funciones hiperbólicas
 - 2.2.5. Función logaritmo
 - 2.2.5.1. Rama principal
 - 2.2.6. Potencias complejas
- 2.3. Derivada compleja
 - 2.3.1. Función diferenciable u holomorfa, función entera
 - 2.3.2. Reglas de derivación compleja
- 2.6. Ecuaciones de Cauchy-Riemann
- 2.7. Funciones armónicas

Duración

12 horas

Unidad III. Integración en el plano complejo**Competencia**

Utilizar técnicas de integración de funciones complejas, mediante el uso de herramientas de cálculo vectorial, para evaluar integrales de contorno en el plano complejo, con actitud crítica y responsable.

Contenido

- 3.1 Curvas en $\mathbb{C}$
 - 3.1.1. Curvas cerradas, orientación positiva
 - 3.1.2. Teorema de la curva de Jordan
 - 3.1.3. Dominios simplemente conexos
- 3.2. Integrales complejas
 - 3.2.1. Linealidad
 - 3.2.2. Parte real e imaginaria
 - 3.2.3. Teorema fundamental del cálculo
- 3.3. Integrales de línea en el plano complejo
- 3.4. Integración de contorno
 - 3.4.1. Linealidad
 - 3.4.2. Inversión de orientación
 - 3.4.3. Longitud de contornos
 - 3.4.5. Independencia de caminos
 - 3.4.6. Teorema de Green
- 3.5. Teorema de Cauchy
- 3.6. Principio de deformación de contornos
- 3.7. Fórmula integral de Cauchy

Duración

10 horas

Unidad IV. Series**Competencia**

Examinar propiedades de series de potencias de funciones complejas, por medio del uso de herramientas del cálculo diferencial y vectorial, para describir el comportamiento de funciones complejas alrededor de puntos especiales, con actitud crítica y responsable.

Contenido

- 4.1. Series complejas y convergencia
- 4.2. Series de Taylor
 - 4.2.1. Series de potencia

- 4.2.2. Teorema de Taylor
- 4.3. Series de Laurent
 - 4.3.1. Teorema de Laurent
 - 4.3.2. Definición de singularidad aislada
 - 4.3.3. Clasificación puntos singulares
 - 4.3.3.1. Singularidad removible
 - 4.3.3.2. Polo de orden k
 - 4.3.3.3. Singularidad esencial

Duración

10 horas

Unidad V. Residuos

Competencia

Explicar el uso del método de cálculo de residuos, mediante la identificación de puntos singulares de funciones complejas, para evaluar integrales complejas e integrales reales, con actitud crítica y proactiva.

Contenido

- 5.1. Definición del residuo
- 5.2. Cálculo de residuos
- 5.3. Teorema del residuo
- 5.4. Evaluación de integrales reales usando residuos
 - 5.4.1. Integrales reales impropias
 - 5.4.2. Integrales impropias con senos y cosenos
 - 5.4.3. Integrales definidas con senos y cosenos

Duración

10 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Números complejos

Práctica 1: Propiedades algebraicas de los números complejos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de números complejos y sus propiedades algebraicas.
3. Resuelve los ejercicios de las propiedades algebraicas de los números complejos.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.

5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

Práctica 2: Interpretación geométrica de los números complejos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de representación geométrica de los números complejos.
3. Resuelve los ejercicios que involucran graficar los números complejos en el plano.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

Unidad II. Funciones complejas y analiticidad

Práctica 3: Funciones complejas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de funciones complejas de una variable compleja, haciendo una analogía con las funciones del cálculo vectorial.
3. Resuelve los ejercicios que involucran las propiedades de funciones complejas.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

Práctica 4: Derivada compleja

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de derivación compleja y sus propiedades.
3. Resuelve los ejercicios donde utiliza fórmulas de derivación compleja.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

Práctica 5: Funciones analíticas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de funciones analíticas y sus propiedades.
3. Resuelve los ejercicios donde identifica las características de funciones analíticas.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.

- Calculadora.

Práctica 6: Funciones armónicas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de funciones armónicas y sus propiedades.
3. Resuelve los ejercicios donde identifica las características de funciones armónicas.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

Unidad III. Integración en el plano complejo

Práctica 7: Integración de funciones complejas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos sobre integración de funciones complejas.
3. Resuelve los ejercicios donde calcule integrales de funciones complejas.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

Práctica 8: Teorema de Cauchy

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de integración de contorno y el teorema de Cauchy.
3. Resuelve los ejercicios donde utiliza el teorema de Cauchy para evaluar integrales de contorno.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

Práctica 9: Fórmula integral de Cauchy

Duración

02 horas

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de la fórmula integral de Cauchy.
3. Resuelve los ejercicios donde utiliza la fórmula integral de Cauchy para evaluar integrales de contorno.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

Unidad IV. Series

Práctica 10: Series de Taylor

Duración

02 horas

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de series de potencia y el teorema de Taylor.
3. Resuelve los ejercicios que involucran la expansión en serie de Taylor de funciones complejas.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

Práctica 11: Series de Laurent

Duración

02 horas

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de series de Laurent.
3. Resuelve los ejercicios que involucran la expansión en serie de Laurent de funciones complejas.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

Práctica 12: Clasificación de singularidades aisladas

Duración

02 horas

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de singularidades aisladas y su clasificación.
3. Resuelve los ejercicios donde clasifica las singularidades aisladas como removibles, polos o esenciales.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

Unidad V. Residuos

Práctica 13: Teorema del residuo

Duración

03 horas

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de residuo y el teorema del residuo.
3. Resuelve los ejercicios donde utiliza residuos para evaluar integrales de contorno.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.
5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

Práctica 14: Evaluación de integrales reales usando residuos

Duración

04 horas

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de residuo y el teorema del residuo.
3. Resuelve los ejercicios donde utiliza residuos para evaluar integrales reales.
4. Solicita revisión y retroalimentación de los ejercicios a su docente.

5. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Cuaderno y lápiz.
- Calculadora.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	40%
– Prácticas taller	20%
– Tareas	20%

– Exposición de una aplicación	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Agarwal, R. P., Perera, K., & Pinelas, S. (2011). *An Introduction to Complex Analysis*. Springer. [clásica]
- Alpay, D. (2011). *A Complex Analysis Problem Book*. Springer Basel AG. [clásica]
- Bak, J. & Newman, D. J. (2010). *Complex Analysis* (3rd ed.). Springer. [clásica]
- Churchill, R.V. y Brown, J. W. (1986). *Variable compleja y aplicaciones*. McGraw-Hill. [clásica]
- Fisher, S.D. (1990). *Complex variables* (2nd ed.) Wadsworth and Brooks. [clásica]
- Marsden, J. E. y Hoffman, M. J. (1996). *Análisis básico de variable compleja*. Trillas. [clásica]
- Needham, T. (1997). *Visual complex analysis*. Oxford University Press. [clásica]
- Piñeiro Díaz, L. R. y González Ricardo, L. G. (2022). *Introducción al Análisis de Funciones de Variable Compleja* [Recurso electrónico]. Editorial Universitaria.
- Spiegel, M. R., Lipschutz, S., Schiller J. J. y Spellman, D. (2011). *Variable compleja* (2a ed.) [Recurso electrónico]. McGraw-Hill. [clásica]
- Úbeda Flores, M. (2018). *Análisis complejo: teoría de las funciones analíticas de una variable* [Recurso electrónico]. Editorial Universidad de Almería. [clásica]
- Wunsch, A. D. (1999). *Variable compleja con aplicaciones* (2a ed.). Addison Wesley. [clásica]
- Zill, D. G. y Shanahan, P. D. (2011). *Introducción al análisis complejo con aplicaciones* (2a ed.). Cengage Learning. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Beck, M., Marchesi, G., Pixton, D., & Sabalka, L. (2025). *A First Course in Complex Analysis* (1.6 ed.). American Institute of Mathematics. <https://matthbeck.github.io/complex.html>
- Flanigan, F. J. (2010). *Complex variables*. Dover Publications. [clásica]
- Howell, R. W. & Mathews, J. H. (2025). *Complex Analysis* (Last Update: August 22, 2025). <https://complexanalysis.org/#textbook>
- Pestana, D., Rodríguez, J. M. y Marcellán, F. (2013). *Curso práctico de variable compleja y teoría de transformadas*. Pearson Educación. [clásica]

Ponce, J. C. (2025). *Complex Analysis: A Visual and Interactive Introduction*. <https://complex-analysis.com/>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Matemáticas, Matemáticas Aplicadas, Física o áreas afines, preferentemente con estudios de posgrado y con amplio dominio en Variable Compleja. Experiencia en práctica docente y con habilidades pedagógicas. Ser una persona respetuosa, honesta, responsable, proactiva, analítica y que fomente el trabajo individual y en equipo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Laboratorio de Óptica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 00 Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 03 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 00 Créditos:03
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Héctor Francisco Ortiz Kerbertt Manuel Iván Ocegueda Miramontes
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proporcionar las bases conceptuales, matemáticas y experimentales necesarias para comprender, describir y predecir fenómenos ópticos tanto en la naturaleza como en sistemas físicos, al tiempo que se desarrollan habilidades para la modelación y la interpretación crítica de resultados experimentales. Su importancia radica en que establece un vínculo entre los fundamentos teóricos y prácticos de la Óptica y contribuye a la preparación de las y los estudiantes para abordar de manera reflexiva y creativa temas propios de asignaturas posteriores directamente relacionados con la luz, su naturaleza, propagación e interacción con la materia. Esta unidad pertenece a la etapa disciplinaria del plan de estudios, es de carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento Experimental.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los principios fundamentales de la Óptica en la realización de prácticas experimentales mediante herramientas matemáticas, computacionales e instrumentales, con el fin de observar, cuantificar, analizar e interpretar fenómenos eléctricos y magnéticos, y comunicar los hallazgos obtenidos de manera clara y rigurosa, con actitud de curiosidad, crítica y colaborativa.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Presentar la bitácora de los experimentos que contenga datos, cálculos realizados y análisis de resultados.

Además, un reporte de cada práctica que incluya fundamentos, datos obtenidos, gráficos, análisis e interpretación de datos experimentales, así como cuestionarios periódicos resueltos.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar, implementar y evaluar experimentos en las áreas de la física, utilizando técnicas experimentales y computacionales, así como métodos de análisis de datos, para describir, explicar y predecir fenómenos físicos, con creatividad, disposición al trabajo colaborativo y compromiso con el entorno, en apego a las normas de seguridad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

- Fuentes de luz y detectores
- Ley del cuadrado inverso
- Ley de Snell
- Reflexión en espejos planos
- Distancias focales en espejos y lentes cilíndricos
- Distancias focales en lentes y espejos esféricos
- Formación de imágenes
- Telescopios
- Microscopios
- Polarización
- Ley de Malus
- Ángulo de Brewster
- Difracción
- Interferómetro de Michelson
- Índice de refracción del aire
- Matrices ABCD y ocultamiento óptico

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1: Fuentes de luz y detectores

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Observa los espectros de emisión de tubos de descarga, LEDs y láseres.
3. Observa una fuente de luz IR a través de una cámara y con un filtro IR y otro VIS
4. Observa la estructura de un tubo láser de CO₂.
5. Observa distintos dispositivos sensibles a la luz: fotorresistor, fototransistor, tubo fotomultiplicador.
6. Observa las curvas de responsividad de algunos detectores incluyendo los que se tienen en el laboratorio.
7. Entrega reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Tubos de descarga de diferentes gases.
- LEDs de diferentes colores.
- LEDs infrarrojos.
- Láseres.
- Rejillas de difracción.

- Cámara de teléfono inteligente.
- Filtro IR.
- Filtro VIS.
- Tubo láser de CO2.

Práctica 2: Ley del cuadrado inverso

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Monta sobre un riel óptico una fuente de luz incandescente puntual junto con un sensor digital ubicado frente a la fuente.
3. Mide la intensidad de la luz para diferentes distancias de separación entre el sensor y la fuente.
4. Tabula y grafica intensidad versus distancia y proponer un modelo $I = ar^n$ para hacer un ajuste no lineal y obtener el parámetro n .
5. Gráfica intensidad versus el cuadrado inverso de la distancia.
6. Gráfica los logaritmos de las intensidades versus los logaritmos de las distancias, hace un ajuste e interpreta físicamente los parámetros de ajuste.
7. Usa una apertura cuadrada frente a la fuente de luz, proyectarlo sobre un pantalla y grafica lado y área de la proyección versus distancia.
8. Hace ajustes lineales donde sea pertinente e interpretar los parámetros de ajuste
9. Hace el experimento de la mancha de aceite con dos lámparas incandescentes para determinar la potencia de una de ellas dada la potencia de la otra.
10. Entrega reporte de la práctica.
11. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Fuente puntual incandescente.
- Riel óptico.
- Sensor digital.
- Apertura cuadrada.
- Pantalla.
- Focos incandescentes.
- Aceite.
- Hojas blancas de papel bond.
- Computadora con software para hacer ajustes.

Práctica 3: Ley de Snell

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Monta sobre un riel óptico un prisma semicircular de acrílico y una fuente de luz con una rendija que provee el haz de trabajo.
3. Hace incidir el haz sobre la cara plana del prisma, rota y mide los ángulos de incidencia y refracción.
4. Grafica ángulo de refracción versus ángulo de incidencia, así como los senos de estos ángulos, hace un ajuste lineal donde sea pertinente, interpreta los parámetros de ajuste y obtiene el valor del índice de refracción del material del prisma.
5. Hace incidir el haz sobre la cara convexa del prisma, rota, mide los ángulos de incidencia y refracción, hace las gráficas correspondientes y nuevamente obtiene el índice de refracción mediante un ajuste lineal donde sea pertinente.
6. Observa y mide directamente el ángulo crítico y compara con el valor calculado a partir de la ley de Snell.
7. Observa la transmisión de la luz en una guía de acrílico y en un carrete de fibra óptica
8. Observa la refracción de un haz láser en una pecera para diferentes ángulos de incidencia, con ayuda de un humidificador o difusor para visualizar el haz.
9. Entrega reporte de la práctica.
10. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Prisma cilíndrico semicircular de acrílico.
- Goniómetro.
- Fuente de luz incandescente con rendija para un haz.
- Riel óptico.
- Guía de acrílico.
- Carrete de fibra óptica.
- Detector de fracturas para fibra óptica y conector rápido.
- Pecera.
- Computadora con software para hacer ajustes.

Práctica 4: Reflexión en espejos planos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Comprueba que la distancia objeto es igual a la distancia imagen con un vidrio común o un espejo semiplataado.
3. Comprueba que la imagen formada es virtual.
4. Observa y explica el pozo de reflejos infinitos y el mezclador de rostros

5. Construye rudimentariamente con espejos comunes un arreglo de dos brazos como el del interferómetro de Michelson, observa a ojo a través del divisor de haz y dibuja a mano el diagrama de túnel correspondiente.
6. Observa físicamente ejemplos de espejos de primera superficie.
7. Construye una pirámide trunca de caras transparentes, refleja una animación sobre cada una de ellas desde la pantalla de un celular y distingue entre la imagen virtual formada por la reflexión de las superficies planas, y la imagen que corresponde a un holograma que se le presenta como ejemplo.
8. Construye un retrorreflector con tres espejos perpendiculares entre sí y observa con lupa la estructura de un retrorreflector de bicicleta.
9. Entrega reporte de la práctica.
10. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Vidrio común y semiplatado.
- Espejos comunes y de primera superficie.
- Fuente de luz incandescente.
- Láser de diodo.
- Humidificador o difusor.
- Pliegos de papel cuadriculado.
- Retrorreflectores de bicicleta.
- Hojas de acetato para la construcción de la pirámide.

Práctica 5: Distancias focales en lentes y espejos cilíndricos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Coloca un espejo cilíndrico cóncavo sobre una hoja blanca de papel.
3. Usa una lámpara con tres rendijas que produzcan los haces de trabajo.
4. Traza con lápiz el arco del espejo y los rayos reflejado.
5. Comprueba que la distancia focal es la mitad del radio de curvatura.
6. Repite con el espejo convexo.
7. Repite el trazo de rayos con una lente convergente y otra divergente, ubica sus focos y determina los radios de curvatura de las lentes.
8. Comprueba la ecuación del fabricante.
9. Entrega reporte de la práctica.
10. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Espejos cilíndricos cóncavo y convexo.
- Lentes cilíndricas bicóncava y biconvexa.

- Fuente de luz con tres rendijas.
- Hojas blancas, lápiz, regla compás.

Práctica 6: Distancias focales en lentes y espejos esféricos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Ubica un espejo cóncavo en el extremo de una mesa y una fuente de luz puntual en el extremo de la mesa de enfrente, lo más lejos posible.
3. Con ayuda de una media pantalla determina la posición donde se obtiene una imagen nítida de la fuente y registrar la distancia focal.
4. Ubica el espejo, la fuente de luz y la media pantalla sobre un riel .
5. Mide diferentes distancias objeto y sus correspondientes distancias imagen.
6. Grafica distancia imagen versus distancia objeto y también el recíproco de la primera versus el recíproco de la segunda.
7. Hace un ajuste lineal donde sea pertinente, interpreta el significado físico de los parámetros de ajuste y con esto obtiene la distancia focal de los espejos.
8. Repite con una lente convergente y una pantalla entera, con la fuente primero ubicada en infinito y luego con la fuente, la lente y la pantalla sobre el mismo riel y repite las mismas gráficas y el mismo análisis.
9. Al formar la imagen sobre la pantalla con la lente, observa la profundidad de campo y la profundidad de foco; toma en cuenta la existencia de estos intervalos en cada medición
10. Observa el efecto de una apertura, como la de un diafragma, sobre la profundidad de campo o de foco.
11. Entrega reporte de la práctica.
12. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Espejo cóncavo.
- Lente convergente.
- Pantalla.
- Media pantalla.
- Fuente de luz con orificio como fuente puntual por un lado y cruceta por el otro.
- Riel óptico.
- Computadora con software para hacer ajustes.

Práctica 7: Formación de imágenes

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Monta una lente convergente, una pantalla y una fuente de luz sobre un riel óptico.
3. Forma una imagen nítida sobre la pantalla para diferentes distancias objeto y mide las correspondientes distancias imagen.
4. Determina la amplificación lateral por medio de la medición directa de los tamaños objeto e imagen, así como por medio de las distancias objeto e imagen medidas.
5. Hace el trazo de rayos con regla y compás de cada uno de los casos estudiados y compara con los resultados experimentales.
6. Predice las características de la imagen formada y las compara con las observadas.
7. Usa como fuente de luz un video reproducido en el teléfono celular y lo proyecta sobre la pantalla.
8. Apunta el arreglo hacia el exterior del laboratorio, observa la proyección sobre la pantalla y mide la distancia imagen.
9. Observa la formación de imágenes en el kit de ojo humano.
10. Entrega reporte de la práctica.
11. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Lente convergente.
- Pantalla.
- Riel óptico.
- Fuente de luz.
- Kit de ojo humano.
- Regla, compás, papel, lápiz.

Práctica 8: Telescopios

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.

2. Observa físicamente un espejo de telescopio newtoniano, uno de un Cassegrain, y la estructura de un telescopio refractor; observar el doblete acromático y la película antirreflejante de la lente.
3. Hace una estimación rápida de las distancias focales de los dos espejos y de la lente principal del refractor.
4. Construye un telescopio refractor con dos lentes positivas.
5. Predice la amplificación angular para diferentes combinaciones de distancias focales del ocular y del objetivo.
6. Construye un telescopio galileano con una lente negativa como ocular; determina la distancia de separación de las lentes y predice la amplificación.
7. Observa la aberración cromática con las lentes de acrílico.
8. Entrega reporte de la práctica.
9. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Lentes positivas y negativas.
- Riel óptico.
- Espejo de telescopio newtoniano.
- Espejo de telescopio Cassegrain.
- Telescopio refractor.

Práctica 9: Microscopios

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Elige las distancias focales de las dos lentes a utilizar y determina cuál será el objetivo y cuál el ocular.
3. Usa una fuente de luz con pantalla translúcida con cruceta como objeto de observación.
4. Determina empíricamente la posición de la imagen intermedia y registra sus características.
5. Ubica la lente ocular en función de la posición de la imagen intermedia.
6. Usa diferentes objetos planos para observación.
7. Entrega reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Lentes positivas de distancia focal pequeña.
- Fuente de luz con transparencia con cruceta.
- Pantalla.
- Riel óptico.

Práctica 10: Polarización

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Observa los cuatro mecanismos de producción de luz polarizada: Absorción selectiva, birrefringencia, reflexión y esparcimiento.
3. Con dos filtros polarizadores, observa a ojo el cambio de intensidad de la luz transmitida al rotar uno respecto al otro.
4. Observa si los filtros funcionan con una fuente de luz infrarroja.
5. Con un solo filtro, observa la pantalla de una computadora y de un celular
6. Observa con un filtro polarizador el “polarizado” de un automóvil y dice si efectivamente es polarizado.
7. Observa si algunas gafas de sol son o no polarizadas.
8. Observa la imagen doble formada por una calcita; extingue cada una de las imágenes rotando un polarizador por encima de la calcita.
9. Sobre un vidrio común, coloca un objeto y observa su reflexión a través de un polarizador para diferentes ángulos. Repite la observación en un estanque en caso de tenerlo disponible.
10. Observa diferentes regiones del cielo despejado a través de un polarizador y lo rota
11. A una pecera con agua, le agrega un poco de leche, coloca una fuente intensa de luz incandescente en un extremo y observa lateralmente con un polarizador.
12. Observa cubiertos de plástico transparente, reglas, escuadras, etcétera, a través de polarizadores cruzados.
13. Observa colores de polarización en figuras hechas con diferentes capas de cinta adhesiva o papel celofán transparente sobre vidrio común.
14. Observa el tipo de polarización de las gafas de cine 3D.
15. Observa la propia reflexión en un espejo común con las gafas 3D puestas, cerrando alternativamente un ojo y otro.
16. Construye un polarizador circular.
17. Entrega reporte de la práctica.
18. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Filtros polarizadores.
- Calcita.
- Vidrio común.
- Espejos planos.
- Gafas 3D.
- Gafas de sol con y sin polarizado.
- Trozos de película “polarizada” de automóvil.
- Fuente de luz infrarroja.

Práctica 11: Ley de Malus

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Coloca sobre un riel una fuente de luz LED blanca como la de un celular, dos polarizadores con montura graduada y un sensor de luz. Mide la intensidad de la luz transmitida para diferentes ángulos entre los ejes de los polarizadores.
3. Grafica intensidad versus ángulo y hace un ajuste de tipo cosenoidal cuadrado
4. Repetir con una fuente de luz incandescente. En caso de que el sensor detecte el infrarrojo, repite una vez más con un filtro para bloquear el IR, grafica ambos casos y hace el ajuste cosenoidal cuadrado correspondiente.
5. Repite el experimento con un sólo polarizador y un láser.
6. Entrega reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Polarizadores con montura graduada.
- Riel óptico.
- Sensor digital de luz.
- Fuentes de luz LED, incandescente y láser.
- Computadora con software para hacer ajustes.

Práctica 12: Ángulo de Brewster

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Determina el eje de transmisión del polarizador a través de la reflexión de la luz no polarizada sobre una superficie horizontal
3. Monta en un riel un prisma cilíndrico semicircular sobre un goniómetro, un polarizador y una fuente de luz láser.
4. Selecciona el modo de polarización del haz.
5. Mide la intensidad de la luz reflejada para cada uno de los modos de polarización, en función del ángulo de incidencia.
6. Grafica intensidad de la luz reflejada versus ángulo de incidencia para cada modo y compara con las gráficas que se obtienen mediante las ecuaciones de Fresnel
7. Obtiene los valores las reflectancias para cada modo.
8. Determina empíricamente el ángulo de Brewster y lo compara con el valor teórico
9. Entrega reporte de la práctica.
10. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Polarizador con montura graduada.
- Prisma de acrílico cilíndrico semicircular.
- Goniómetro.
- Fuente de luz láser.
- Riel óptico.
- Computadora con software para graficar.

Práctica 13: Difracción

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe retroalimentación docente.
3. Observa los patrones de difracción producidos por diferentes aperturas y obstáculos: Rendija simple, rendija doble, rendija múltiple, apertura circular, malla de tela, rejilla de difracción, cabello, etcétera.
4. Determina el tamaño de una apertura rectangular simple del kit de aperturas de difracción y compara con el valor mostrado en el kit.
5. Mide con regla el diámetro del disco de Airy, calcula el diámetro de la apertura circular y compara con el valor mostrado en el kit.
6. Obtiene el patrón de difracción de un cabello y lo compara con el patrón de la rendija simple.
7. Estima el grosor del cabello determinando las posiciones de algunos órdenes de difracción y graficando la posición de cada uno versus el número de orden
8. Hace un ajuste lineal, interpreta los parámetros de ajuste y a partir de esto estima el grosor del cabello.
9. Coloca un sensor sobre un riel con plataforma móvil y lo desplaza a lo largo del patrón de difracción para obtener la distribución de intensidades en tiempo real
10. Entrega reporte de la práctica.
11. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Kit de aperturas de difracción.
- Riel óptico.
- Riel móvil.
- Láser.
- Rejillas de difracción.
- Sensor de luz con interfaz para toma de datos en tiempo real.
- Computadora con software para hacer ajustes.

Práctica 14: Interferómetro de Michelson

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Alinea el sistema interferométrico.
3. Mira con el ojo en la posición de la pantalla hacia el divisor de haz y comprueba que todos los elementos del arreglo lucen como en el diagrama de túnel.
4. Obtiene el patrón de anillos de interferencia.
5. Observa la sensibilidad del instrumento a pequeños cambios de temperatura, pequeñas vibraciones y ruidos.
6. Observa el contraste de las franjas con un polarizador en cada brazo en orientaciones paralela y cruzada de uno respecto a otro.
7. Determina la longitud de onda del láser empleado a través del conteo de las transiciones de los anillos con un contador mecánico.
8. Vuelve a hacer el conteo de las transiciones con ayuda de un sensor de luz y una interfaz para la adquisición de datos en tiempo real en una computadora y obtiene un sistema optoelectrónico integrado.
9. Entrega reporte de la práctica.
10. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Kit de interferómetro Michelson.
- Láser de Helio-Neon.
- Contador mecánico.
- Sensor de luz con interfaz para adquisición de datos en tiempo real.
- Computadora con software para adquisición de datos.
- Polarizadores..

Práctica 15: Índice de refracción del aire

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Alínea el interferómetro de Michelson.
3. Agrega al interferómetro una celda de vacío en uno de sus brazos y la conecta a una bomba manual de vacío.
4. Cuenta el número de transiciones en función de la presión de vacío.
5. Tabula y grafica el número de transiciones en función de la presión y determina el índice de refracción del aire.

6. Entrega reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Kit de interferómetro de Michelson.
- Láser de He-Ne.
- Celda de vacío con vacuómetro.
- Computadora con software para graficar datos experimentales.

Práctica 16: Matrices ABCD y ocultamiento óptico

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Obtiene las matrices ABCD para la propagación en espacio libre, a través de un elemento refractor, a través de una lente, y en un espejo.
3. Diseña matricialmente un sistema afocal de cuatro lentes con amplificación unitaria
4. Selecciona las longitudes focales de las lentes y calcula las distancias de separación entre ellas.
5. Observa las regiones de ocultamiento óptico que se producen en el sistema
6. Explora otros sistemas de ocultamiento óptico como las lentes de Lubor y un sistema de dos pares de espejos en "V".
7. Entrega reporte de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Lentes positivas de diferentes distancias focales.
- Riel óptico.
- Lente de Lubor.
- Espejos planos.
- Computadora con software para hacer productos matriciales.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva

- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales (cuestionarios)	10%
– Reporte de prácticas de laboratorio	80%
– Bitácora de experimentos	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Feynman, R. P., Leighton, R. B., y Sands, M. (2011). *The Feynman lectures on physics* (Vol. 1). Basic Books. [clásica]

Hecht, E. (2016). *Óptica* (5ª ed.). Pearson Educación. [clásica]

Pedrotti, F. L., Pedrotti, L. M., & Pedrotti, L. S. (2007). *Introduction to optics* (3rd ed.). Pearson Prentice Hall. [clásica]

Serway, R. A., & Jewett, J. W., Jr. (2018). *Física para ciencias e ingeniería* (10ª ed., Vol. 2). Cengage. [clásica]

Young, H. D., Freedman, R. A., & Ford, A. L. (2020). *University physics with modern physics* (15ª ed.). Pearson.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Born M. y Wolf E. (1977). *Principles of optics*. Pergamon, Oxford. [clásica]

The Feynman Lectures on Physics (California Institute of Technology)
<http://www.feynmanlectures.caltech.edu/>.

University of Colorado Boulder (n.d.). *PhET Interactive Simulations: Physics*. PhET.
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics>

Universitat de Barcelona. (S.f.). *JavaOptics*. <https://www.ub.edu/javaoptics/>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o área afín, preferentemente con grado de maestría o doctorado en Óptica y experiencia en docencia universitaria. Se requiere conocimiento y manejo de instrumentación científica y de laboratorio. Deberá poseer competencias para diseñar e implementar estrategias didácticas activas y ser una persona responsable con alto sentido ético y comprometida con el aprendizaje significativo de las y los estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Óptica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Eta de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Manuel Iván Ocegueda Miramontes Héctor Francisco Ortiz Kerbertt Claudio Ismael Valencia Yaves
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Óptica es una unidad de aprendizaje que proporciona al estudiantado los conceptos fundamentales y las herramientas matemáticas necesarias para comprender y analizar el comportamiento de la luz desde los enfoques geométrico y ondulatorio. Su importancia radica en consolidar los conocimientos previos de Geometría, Mecánica y Electricidad y Magnetismo aplicándolos a la descripción de las ondas luminosas y sentando las bases conceptuales para otras unidades de aprendizaje como Astronomía y Teoría Electromagnética. Contribuye a la formación integral del estudiantado dotándolo de competencias ópticas fundamentales que le permitirán desenvolverse tanto en aplicaciones tecnológicas como en posgrados nacionales e internacionales del área de Fotónica. Esta asignatura se ubica en la etapa disciplinaria con carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar fenómenos ópticos aplicando el marco conceptual y el formalismo matemático de la óptica geométrica y la teoría ondulatoria de la luz, con la finalidad de predecir y explicar el comportamiento de la luz en la naturaleza y en aplicaciones tecnológicas, con una actitud crítica y responsabilidad académica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elaboración y presentación de un proyecto de investigación de una temática de óptica en el cual sintetiza lo aprendido en el curso.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Óptica geométrica

Competencia

Examinar la formación de imágenes en espejos y lentes mediante la aplicación de los principios de la óptica geométrica, para comprender el funcionamiento de instrumentos ópticos como microscopios, telescopios y cámaras fotográficas, con actitud crítica y reflexiva.

Contenido

- 1.1. Límites de aplicabilidad de la óptica geométrica
- 1.2. Principio de Fermat: ley de la reflexión y ley de Snell
- 1.3. Principio de reversibilidad
- 1.4. Aplicaciones de la ley de Snell
- 1.5. Formación de imágenes por un sistema óptico
- 1.6. Reflexión en superficies esféricas
- 1.7. Refracción en superficies esféricas
- 1.8. Lentes delgadas

Duración

10 horas

Unidad II. La luz como una onda

Competencia

Analizar las características fundamentales de las ondas electromagnéticas y su interacción con la materia mediante la aplicación de la descripción ondulatoria de la luz y el modelo clásico de Lorentz, para comprender las propiedades ópticas que emergen de esta interacción, con actitud crítica y reflexiva.

Contenido

- 2.1. Propiedades de las ondas electromagnéticas
- 2.2. La ecuación de onda y algunas de sus soluciones: ondas planas, esféricas y cilíndricas
- 2.3. Principio de superposición
- 2.4. Características de las ondas armónicas
- 2.5. Representación compleja de las ondas
- 2.6. Vector de Poynting e irradiancia
- 2.7. Momento y presión de la radiación
- 2.8. Interacción luz-materia.
 - 2.8.1. Modelo clásico de Lorentz
 - 2.8.2. Deducción de la ecuación de dispersión
 - 2.8.3. Dispersión normal, anómala y absorción
- 2.9. Radiación de una partícula cargada (descripción cualitativa)
- 2.10. Esparcimiento Rayleigh

2.11. Descripción cualitativa de la transmisión de luz a través de medios de baja y alta densidad

Duración

09 horas

Unidad III. Polarización de la luz

Competencia

Analizar matemáticamente los estados de polarización de la luz mediante la aplicación del formalismo de vectores y matrices de Jones, para explicar y predecir el comportamiento de la luz polarizada al interactuar con diferentes dispositivos ópticos, con responsabilidad y actitud crítica.

Contenido

- 3.1. Representación matemática de la luz polarizada: vectores de Jones
- 3.2. Figuras de Lissajous
- 3.3. Representación matricial de polarizadores, retardadores de fase y rotadores: matrices de Jones
- 3.4. Ley de Malus
- 3.5. Formas de producir luz polarizada (esparcimiento, reflexión, birrefringencia y dicroísmo)

Duración

10 horas

Unidad IV. Las ecuaciones de Fresnel

Competencia

Analizar la reflexión y refracción de ondas electromagnéticas mediante la aplicación de las ecuaciones de Fresnel, para explicar el comportamiento de la luz en diferentes tipos de interfaces, con actitud crítica y reflexiva.

Contenido

- 4.1. Condiciones de frontera para el campo electromagnético
- 4.2. Deducción de las ecuaciones de Fresnel
- 4.3. Ángulo de Brewster
- 4.4. Onda evanescente y desplazamiento de Goos-Hänchen.
- 4.5. Reflexión en metales

Duración

09 horas

Unidad V. Interferencia y difracción

Competencia

Analizar los fenómenos de interferencia y difracción de la luz a través de la aplicación de los principios ondulatorios y las propiedades coherentes de la luz, para explicar y predecir la formación de patrones luminosos en diferentes configuraciones experimentales, con rigor científico.

Contenido

5.1. Interferencia

- 5.1.1. Coherencia espacial y temporal
- 5.1.2. Interferencia de dos haces
- 5.1.3. El experimento de la doble rendija de Young
- 5.1.4. Interferómetro de franjas de igual grosor, y los anillos de Newton
- 5.1.5. Interferencia en películas delgadas
- 5.1.6. El interferómetro de Michelson

5.2. Difracción

- 5.2.1. Principio de Huygens-Fresnel
- 5.2.2. Difracción de Fraunhofer: rendija, abertura rectangular y circular
 - 5.2.2.1. Principio de Babinet
- 5.2.3. La difracción como Transformada de Fourier
- 5.2.4. Aplicaciones: poder de resolución de instrumentos ópticos

Duración

10 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Óptica geométrica

Práctica 1: Aplicación del principio de Fermat

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve ejercicios de reflexión y refracción utilizando las leyes derivadas del principio de Fermat.
3. Verifica el principio de reversibilidad en los casos analizados.
4. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Calculadora científica.

- Lápiz, borrador y regla.

Práctica 2: Formación de imágenes por reflexión en superficies esféricas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve problemas de formación de imágenes por reflexión en espejos esféricos cóncavos y convexos.
3. Determina posiciones, tamaños y naturaleza de las imágenes utilizando las ecuaciones para espejos esféricos.
4. Analiza casos límite como espejos planos y superficies planas refractantes.
5. Construye diagramas de rayos para verificar los resultados analíticos obtenidos.
6. Presenta las soluciones con análisis completo de cada caso y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Calculadora científica.
- Lápiz, borrador y regla.
- Hojas de papel milimétrico.

Práctica 3: Sistemas de lentes delgadas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve problemas de formación de imágenes utilizando la ecuación de lentes delgadas.
3. Analiza sistemas de lentes múltiples aplicando el método de trazado de rayos paso a paso.
4. Determina aumentos, distancias focales equivalentes y posiciones de imágenes finales en sistemas compuestos.
5. Entrega las soluciones con diagramas de rayos y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Calculadora científica.
- Lápiz, borrador y regla.

- Hojas de papel milimétrico.

Unidad II. La luz como una onda

Práctica 4: Intensidad y presión de la radiación.

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Utiliza la representación compleja de ondas armónicas para simplificar cálculos de amplitudes y fases.
3. Calcula el vector de Poynting y determina la irradiancia para diferentes configuraciones de ondas electromagnéticas.
4. Resuelve problemas de presión de radiación ejercida por haces de luz.
5. Presenta las soluciones con análisis físico de los resultados obtenidos y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Calculadora científica.
- Lápiz y borrador.

Práctica 5: Interacción luz-materia

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve problemas de dispersión normal y anómala identificando las regiones espectrales correspondientes.
3. Calcula coeficientes de absorción y relaciona la absorción con la parte imaginaria del índice de refracción.
4. Aplica la ley de esparcimiento Rayleigh para determinar la dependencia espectral del esparcimiento en diferentes medios.
5. Entrega las soluciones con gráficas que ilustren el comportamiento de la dispersión y absorción y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Calculadora científica.
- Lápiz y borrador.

Unidad III. Polarización de la luz

Práctica 6: Representación matemática de la luz polarizada

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Representa diferentes estados de polarización (lineal, circular y elíptica) utilizando vectores de Jones.
3. Construye figuras de Lissajous para visualizar la trayectoria del vector campo eléctrico en función del tiempo.
4. Calcula los parámetros de polarización (amplitudes, fases relativas y orientación) a partir de vectores de Jones dados.
5. Presenta las soluciones correspondientes y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Calculadora.
- Lápiz y borrador.

Práctica 7: Matrices de Jones y dispositivos polarizadores

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Aplica matrices de Jones para modelar el comportamiento de polarizadores lineales en diferentes orientaciones.
3. Calcula el efecto de retardadores de fase (placas de cuarto y media onda) sobre estados de polarización específicos.
4. Entrega las soluciones con análisis del estado de polarización final y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Calculadora.
- Lápiz y borrador.

Práctica 8: Sistemas complejos que modifican el estado de polarización

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Verifica la Ley de Malus mediante cálculos matriciales para sistemas de polarizadores cruzados.
3. Resuelve problemas de sistemas complejos combinando múltiples elementos polarizadores y retardadores.
4. Entrega las soluciones con análisis de la intensidad y estado de polarización final.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Calculadora.
- Lápiz y borrador.

Unidad IV. Las ecuaciones de Fresnel

Práctica 9: Ecuaciones de Fresnel y ángulo de Brewster

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Calcula los coeficientes de reflexión y transmisión para los modos de propagación TE y TM en función del ángulo de incidencia.
3. Determina el ángulo de Brewster para diferentes combinaciones de materiales y verifica la condición de reflexión nula.
4. Grafica los coeficientes de Fresnel en función del ángulo de incidencia para analizar el comportamiento de la luz polarizada.
5. Presenta las soluciones obtenidas y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas
- Calculadora
- Lápiz y borrador.

Práctica 10: Simulación computacional de las ecuaciones de Fresnel

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Utiliza herramientas de inteligencia artificial (ChatGPT, Claude, etc.) para generar código de programación en Python que calcule la reflectancia y la transmitancia de la luz en una interfase, utilizando las ecuaciones de Fresnel, a partir de las condiciones iniciales proporcionadas por el usuario.
2. Implementa el programa generado para crear gráficas de reflectancia y transmitancia en función del ángulo de incidencia para diferentes materiales.
3. Valida los resultados del programa comparando con cálculos analíticos de casos conocidos.
4. Entrega el código funcional con documentación y análisis de los resultados gráficos obtenidos y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet.
- Software de programación (Python.)
- Acceso a herramientas de IA (Chat GPT u otro).

Unidad V. Interferencia y difracción

Práctica 11: Coherencia e interferencia de dos haces

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza la interferencia de dos haces coherentes determinando las condiciones para interferencia constructiva y destructiva.
3. Resuelve problemas del experimento de la doble rendija de Young calculando la separación entre franjas de interferencia.
4. Determina la distribución de intensidad en función de la posición en la pantalla utilizando la suma de amplitudes complejas.
5. Evalúa el efecto de diferentes parámetros (separación de rendijas, longitud de onda, distancia a la pantalla) sobre el patrón de interferencia.
6. Presenta las soluciones con gráficas de los patrones de intensidad obtenidos y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.

- Calculadora.
- Lápiz y borrador.

Práctica 12: Sistemas interferométricos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza las condiciones para máximos y mínimos de intensidad en función del tipo de interferómetro.
3. Calcula los patrones de interferencia asociados a distintas configuraciones experimentales.
4. Entrega las soluciones al profesor y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Calculadora.
- Lápiz y borrador.

Práctica 13: Difracción de ondas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Aplica el principio de Huygens-Fresnel para predecir patrones de difracción en aberturas de diferentes geometrías.
3. Calcula los patrones de difracción de Fraunhofer para rendijas simples, aberturas rectangulares y circulares.
4. Utiliza el principio de Babinet para relacionar los patrones de difracción de aberturas complementarias.
5. Analiza la difracción como una transformada de Fourier y relaciona la forma de la abertura con su patrón de difracción.
6. Presenta las soluciones con gráficas de los patrones de difracción y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas.
- Calculadora.
- Lápiz y borrador.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	60%
– Tareas y prácticas de taller	30%
– Proyecto de investigación final	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Pedrotti, F. L., Pedrotti, L. M., & Pedrotti, L. S. (2007). *Introduction to optics* (3rd ed.). Pearson Prentice Hall. [clásica]
- Hecht, E. (2016). *Óptica* (5.ª ed.). Pearson Educación.[clásica]
- Young, H. D., Freedman, R. A., & Ford, A. L. (2020). *University physics with modern physics* (15.ª ed.). Pearson.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., y Sands, M. (2011). *The Feynman lectures on physics* (Vol. 1). Basic Books.[clásica]
- Malacara, D. (2015). *Óptica básica* (3.ª ed.). Fondo de Cultura Económica.[clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- The Feynman Lectures on Physics (California Institute of Technology)
<http://www.feynmanlectures.caltech.edu/>.
- Born M. y Wolf E. (1977). *Principles of optics*. Pergamon, Oxford.
- Goodman, J. W. (2005). *Introduction to Fourier optics* (3rd ed.). Roberts & Company Publishers.
- Canal Fermilab (1 de mayo de 2019). Why does light bend when it enters glass? [Archivo de Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=NLmpNM0sgYk>
- Canal Veritasium en español (28 de diciembre de 2024). Por qué no hay dos personas que vean el mismo arcoíris [Archivo de Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=YohPfnZFqoU>

XI. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o áreas afines, preferentemente con grado de maestría o doctorado en Óptica y experiencia en docencia universitaria. Se requiere dominio de los fundamentos de la óptica geométrica y la óptica física. Deberá poseer competencias para diseñar e implementar estrategias didácticas, promover el pensamiento crítico, la autonomía y la ética profesional, así como actitudes de responsabilidad, colaboración y compromiso con el aprendizaje científico. Finalmente, deberá contribuir al desarrollo integral de sus estudiantes, motivando la apropiación de herramientas conceptuales que fortalezcan su formación interdisciplinaria y su capacidad de innovación.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Termodinámica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Eta de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez Manuel Iván Ocegueda Miramontes Ramón Carrillo Bastos
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar en el estudiantado habilidades de interpretación, justificación y aplicación de los principios fundamentales de la termodinámica, así como obtener relaciones entre propiedades macroscópicas de la materia cuando está sujeta a una variedad de procesos físicos. La unidad de aprendizaje proporciona al estudiantado un panorama general de la termodinámica que le permite modelar procesos relacionados con la conservación, transferencia y transformación de la energía en diferentes sistemas físicos, para proponer soluciones a retos energéticos actuales y futuros relacionados con la eficiencia de procesos y el diseño de dispositivos y sistemas sostenibles.

La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y se recomienda cursarla de manera simultánea con el Laboratorio de Termodinámica. Pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Formular los principios fundamentales de la termodinámica, mediante el razonamiento deductivo, observaciones experimentales y modelos matemáticos, para explicar fenómenos macroscópicos de la materia, con actitud crítica, objetiva y responsable.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias con ejercicios resueltos de manera individual y/o equipo donde se apliquen los principios de la termodinámica acompañados de la interpretación física de los resultados, con el desglose detallado de los procedimientos analíticos, así como investigaciones bibliográficas sobre temas de termodinámica.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia, Vanguardia y Compromiso con la Responsabilidad Social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción y conceptos básicos de la termodinámica

Competencia

Establecer el marco conceptual de la termodinámica, para describir los sistemas termodinámicos y sus propiedades, mediante el uso de métodos analíticos, con responsabilidad y actitud crítica.

Contenido

- 1.1. Objetivo, relevancia y aplicaciones de la termodinámica
- 1.2. Conceptos de sistema termodinámico y entorno
- 1.3. Tipos de fronteras: adiabáticas, diatérmicas, permeables, impermeables, rígidas y móviles
- 1.4. Equilibrio, estados, procesos y ciclos
- 1.5. Ecuación fundamental
 - 1.5.1 Representación de la energía
 - 1.5.2 Representación de la entropía
- 1.6. Propiedades de un sistema: intensivas y extensivas

Duración

06 horas

Unidad II. Ley cero de la termodinámica y temperatura

Competencia

Establecer las condiciones de equilibrio térmico, para definir el concepto de temperatura, mediante la ley cero de la termodinámica, con creatividad y pensamiento analítico.

Contenido

- 2.1. Tipos de equilibrio
- 2.2. Ley cero de la termodinámica
- 2.3. Ecuación de estado
- 2.4. Escalas de temperatura y termómetros

Duración

03 horas

Unidad III. Primera ley de la termodinámica

Competencia

Explicar el principio de conservación de la energía, mediante la primera ley de la termodinámica, para identificar mecanismos de transferencia de energía que ocurren debido a diferentes tipos de procesos físicos, con actitud analítica y responsable.

Contenido

- 3.1. Procesos cuasi-estáticos, reversibles e irreversibles
- 3.2. Procesos adiabáticos, isotérmicos, isobáricos e isométricos
- 3.3. Formas de energía
- 3.4. Trabajo, calor y energía interna
- 3.5. Primera ley de la termodinámica
- 3.6. Capacidades térmicas

Duración

09 horas

Unidad IV. Ecuaciones de estado

Competencia

Establecer las condiciones de equilibrio y las características físicas de cada una de ellas, mediante relaciones matemáticas, para describir sistemas en equilibrio termodinámico, con responsabilidad y pensamiento analítico.

Contenido

- 4.1. Parámetros intensivos
- 4.2. Parámetros intensivos entrópicos
- 4.3. Condiciones de equilibrio
 - 4.3.1. Equilibrio térmico
 - 4.3.2. Equilibrio mecánico
 - 4.3.3. Equilibrio respecto al flujo de materia
- 4.4. Gas ideal
 - 4.4.1. Ecuación de estado
 - 4.4.2. Capacidad calorífica y calor específico

Duración

08 horas

Unidad V. Relaciones termodinámicas formales

Competencia

Formular las ecuaciones de Euler y de Gibbs-Duhem, mediante métodos analíticos, para establecer relaciones entre las propiedades termodinámicas de un sistema, de manera objetiva y con una actitud responsable.

Contenido

- 5.1. Ecuación de Euler
- 5.2. Relación de Gibbs-Duhem
- 5.3. Gas ideal simple y gas ideal multicomponente
- 5.4. Ecuación de Van der Waals

Duración

04 horas

Unidad VI. Segunda ley de la termodinámica

Competencia

Investigar la segunda ley de la termodinámica, mediante los cambios de la entropía, para establecer las posibilidades de realización de procesos y las mejores condiciones de funcionamiento de sistemas termodinámicos, con actitud crítica y de trabajo en equipo.

Contenido

- 6.1. Procesos reversibles e irreversibles
- 6.2. Segunda ley de la termodinámica
- 6.3. Principio del incremento de la entropía
- 6.4. Máquinas térmicas
 - 6.4.1. Ciclo de Carnot como modelo ideal
 - 6.4.2. Ciclos termodinámicos: Rankine, Brayton, Otto, Diesel y Stirling
- 6.5. Refrigeradores y bombas térmicas

Duración

09 horas

Unidad VII. Potenciales termodinámicos y relaciones de Maxwell

Competencia

Formular las transformaciones de Legendre y las relaciones de Maxwell, mediante diferentes métodos de solución de derivadas parciales, para describir procesos termodinámicos, con actitud reflexiva y responsable.

Contenido

- 7.1. Transformaciones de Legendre
- 7.2. Energía libre de Helmholtz
- 7.3. Energía libre de Gibbs
- 7.4. Entalpía
- 7.5. Relaciones de Maxwell

Duración

06 horas

Unidad VIII. Aplicaciones modernas y sostenibles de la termodinámica

Competencia

Extender los principios de la termodinámica a sistemas y tecnologías emergentes orientadas a la sostenibilidad energética y ambiental, utilizando modelos teóricos, experimentales y software especializado, para analizar su eficiencia y viabilidad, con actitud crítica y responsabilidad social.

Contenido

- 8.1. Energías renovables: solar, biomasa y geotérmica
- 8.2. Refrigeración sustentable
- 8.3. Eficiencia energética y análisis de ciclo de vida

Duración

03 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Introducción y conceptos básicos de la termodinámica

Práctica 1: Ecuación fundamental

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica
2. Identifica los conceptos de la ecuación fundamental

3. Resuelve los ejercicios que involucran la ecuación fundamental en la representación energética y la representación entrópica de sistemas termodinámicos
4. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación
5. Agrega al portafolio de evidencias los ejercicios resueltos con las observaciones atendidas en la retroalimentación

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Computadora o tableta
- Cuaderno y lápiz
- Calculadora

Unidad II. Ley cero de la termodinámica y temperatura

Práctica 2: Temperatura de equilibrio

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica
2. Identifica los conceptos de equilibrio térmico y ley cero de la termodinámica
3. Resuelve los ejercicios que involucran la temperatura de equilibrio de sistemas termodinámicos
4. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación
5. Agrega al portafolio de evidencias los ejercicios resueltos con las observaciones atendidas en la retroalimentación

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Computadora o tableta
- Cuaderno y lápiz
- Calculadora

Unidad III. Primera ley de la termodinámica

Práctica 3: Trabajo, calor y energía interna

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica
2. Identifica los conceptos de trabajo, calor, energía interna y la primera ley de la termodinámica
3. Resuelve los ejercicios que involucran diferentes mecanismos de transferencia de energía descritos por la primera ley de la termodinámica
4. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación
5. Agrega al portafolio de evidencias los ejercicios resueltos con las observaciones atendidas en la retroalimentación

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Computadora o tableta
- Cuaderno y lápiz
- Calculadora

Unidad IV. Ecuaciones de estado

Práctica 4: Condiciones de equilibrio de sistemas termodinámicos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica
2. Identifica los conceptos de parámetros intensivos, parámetros intensivos entrópicos y las condiciones de equilibrio
3. Resuelve los ejercicios que involucran las condiciones de equilibrio térmico, mecánico y respecto al flujo de materia de sistemas termodinámicos
4. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación
5. Agrega al portafolio de evidencias los ejercicios resueltos con las observaciones atendidas en la retroalimentación

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Computadora o tableta
- Cuaderno y lápiz
- Calculadora

Práctica 5: Ecuación de estado de un gas ideal

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica
2. Identifica los conceptos de ecuaciones de estado y gas ideal
3. Resuelve los ejercicios que involucran la ecuación de estado de un gas ideal y sus propiedades
4. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación
5. Agrega al portafolio de evidencias los ejercicios resueltos con las observaciones atendidas en la retroalimentación

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Computadora o tableta
- Cuaderno y lápiz
- Calculadora

Unidad V. Relaciones termodinámicas formales

Práctica 6: Ecuación fundamental de un gas ideal

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica
2. Identifica los conceptos de ecuación de estado de un gas ideal, ecuación fundamental, ecuación de Euler y relación de Gibbs-Duhem
3. Resuelve los ejercicios para determinar la ecuación fundamental de un gas ideal usando la ecuación de Euler y la relación de Gibbs-Duhem
4. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación
5. Agrega al portafolio de evidencias los ejercicios resueltos con las observaciones atendidas en la retroalimentación

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Computadora o tableta
- Cuaderno y lápiz

- Calculadora

Unidad VI. Segunda ley de la termodinámica

Práctica 7: Eficiencia de máquinas térmicas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica
2. Identifica los conceptos de la primera y la segunda ley de la termodinámica, máquinas térmicas y ciclos termodinámicos
3. Resuelve los ejercicios que involucran la eficiencia de máquinas térmicas que realizan distintos ciclos termodinámicos
4. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación
5. Agrega al portafolio de evidencias los ejercicios resueltos con las observaciones atendidas en la retroalimentación

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Computadora o tableta
- Cuaderno y lápiz
- Calculadora

Práctica 8: Refrigeradores y bombas de calor

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica
2. Identifica los conceptos de la primera y la segunda ley de la termodinámica, refrigeradores y bombas de calor
3. Resuelve los ejercicios que involucran dispositivos que operan como refrigeradores y como bombas de calor
4. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación
5. Agrega al portafolio de evidencias los ejercicios resueltos con las observaciones atendidas en la retroalimentación

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje

- Recursos bibliográficos
- Computadora o tableta
- Cuaderno y lápiz
- Calculadora

Unidad VII. Potenciales termodinámicos y relaciones de Maxwell

Práctica 9: Energía libre de Helmholtz, energía libre de Gibbs y entalpía

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica
2. Identifica los conceptos de la transformada de Legendre y los potenciales termodinámicos
3. Resuelve los ejercicios que involucran la energía libre de Helmholtz, energía libre de Gibbs y entalpía
4. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación
5. Agrega al portafolio de evidencias los ejercicios resueltos con las observaciones atendidas en la retroalimentación

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Computadora o tableta
- Cuaderno y lápiz
- Calculadora

Práctica 10: Relaciones de Maxwell

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica
2. Identifica los conceptos de derivadas parciales de variables termodinámicas y las relaciones de Maxwell
3. Resuelve los ejercicios que involucran relaciones entre las derivadas parciales de variables termodinámicas
4. Escribe el desarrollo de los ejercicios resueltos en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación
5. Agrega al portafolio de evidencias los ejercicios resueltos con las observaciones atendidas en la retroalimentación

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje
- Recursos bibliográficos
- Computadora o tableta
- Cuaderno y lápiz
- Calculadora

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	40%
– Tareas	20%
– Exposición de una aplicación	10%
– Portafolio de evidencias	30%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Biel, J. (1998). *Curso sobre el formalismo y los métodos de la termodinámica*. Reverté. [clásica]
- Blundell, S. J. & Blundell, K. M. (2010). *Concepts in thermal physics* (2nd ed.). Oxford University Press. [clásica]
- Callen, H. B. (1985). *Thermodynamics and an introduction to thermostatistics* (2nd ed.). John Wiley. [clásica]
- Çengel, Y. A. (2023). *Transferencia de calor y masa* (6a ed.) [Recurso electrónico]. McGraw-Hill Interamericana.
- Rolle, K. C. (2006). *Termodinámica* (6a ed.). Pearson. [clásica]
- Sonntag, R. E., Borgnakke, C & Van Wylen, G. J. (2003). *Fundamentals of thermodynamics* (6th ed.). Wiley. [clásica]
- Struchtrup, H. (2024). *Thermodynamics and energy conversion* (2nd ed.) [Recurso electrónico]. Springer.
- Wark, K. y Richards, D. E. (2001). *Termodinámica* (6a ed.). McGraw-Hill. [clásica]
- Young, H. D. y Freedman, R. A. (2013). *Física universitaria volumen 1* (13a ed.) [Recurso electrónico]. Pearson.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Çengel, Y. A., Boles, M. A. y Kanoglu, M. (2025). *Termodinámica* (10a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., Abbott, M. M. y Swihart, M. T. (2020). *Introducción a la termodinámica en ingeniería química* (8a ed.) McGraw-Hill.
- Zemansky, M. W. & Dittman, R. H. (2011). *Heat and Thermodynamics* (8th ed.). McGraw-Hill. [clásica]

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o áreas afines, preferentemente con estudios de posgrado y con amplio dominio en Termodinámica. Experiencia en práctica docente y con habilidades pedagógicas. Ser una persona respetuosa, honesta, responsable, proactiva, analítica y que fomente el trabajo individual y en equipo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Estructura de la Materia
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Física Moderna
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Roberto Romo Martínez Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de esta unidad de aprendizaje es que el estudiantado consolide la transición entre la física clásica y la física cuántica a través del análisis de experimentos y teorías que sustentan la descripción microscópica de átomos, moléculas y sólidos. Su importancia radica en que establece las bases conceptuales y metodológicas que permiten comprender cómo la mecánica cuántica explica la estructura de la materia y sus propiedades. A lo largo del curso, el estudiantado desarrollará conocimientos y habilidades para plantear, analizar y resolver problemas en contextos atómicos y moleculares, utilizando un pensamiento crítico, reflexivo y creativo, y haciendo un uso sólido de técnicas matemáticas como cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y variable compleja, así como conocimientos de física clásica como mecánica y electromagnetismo. Se imparte en la etapa disciplinaria con carácter obligatorio, pertenece al área de conocimiento de Física. Esta asignatura, se encuentra seriada con la unidad de aprendizaje de Física Moderna. Asimismo, se recomienda contar con bases en matemáticas superiores como cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y variable compleja.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar los principios de la mecánica cuántica con conceptos de electricidad y magnetismo, mediante el uso de modelos analíticos y numéricos, para explicar de manera cualitativa y cuantitativa las propiedades fundamentales de átomos, moléculas y sólidos, con objetividad, sentido crítico y apertura a nuevas ideas.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Exposición temática final.

Exposición colaborativa en equipo donde las y los estudiantes presentan, analizan e interpretan un tema científico o tecnológico relacionado con los contenidos del curso, como aplicaciones de la estructura atómica, molecular o de los sólidos en campos como la energía, la medicina, la comunicación o la metrología. Esta actividad promueve la conexión entre los conceptos teóricos estudiados y su relevancia experimental, tecnológica y social, demuestra rigor conceptual y claridad en la exposición de los fundamentos físicos, emplea recursos digitales o audiovisuales para ilustrar los fenómenos y sus aplicaciones, y muestra una participación proactiva, crítica y reflexiva en el trabajo en equipo.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Átomos mono-electrónicos

Competencia

Aplicar los principios de la mecánica cuántica al estudio de los átomos mono-electrónicos, mediante el análisis del modelo de Bohr y la solución de la ecuación de Schrödinger, para explicar las propiedades asociadas a los orbitales atómicos, el momento angular y los espectros atómicos, con rigor conceptual y actitud reflexiva.

Contenido

- 1.1. Modelo de Bohr y espectros atómicos
- 1.2. Solución de la ecuación de Schrödinger por separación de variables
- 1.3. Soluciones radiales y angulares
- 1.4. Números cuánticos: n , l , m_l
- 1.5. Orbitales atómicos
- 1.6. Momento angular orbital
- 1.7. Efectos de campo magnético y efecto Zeeman
- 1.8 Reglas de selección

Duración

05 horas

Unidad II. Espín, interacción espín-órbita y estructura fina

Competencia

Analizar los efectos cuánticos asociados al espín del electrón y su interacción con el momento orbital, partiendo del experimento de Stern–Gerlach y del contexto histórico de la introducción del espín, para explicar la estructura fina de los espectros atómicos y las reglas de transición, con formalidad, sentido crítico y creatividad.

Contenido

- 2.1. Experimento de Stern–Gerlach y surgimiento de la noción de espín
- 2.2. Historia y motivación de la introducción del espín electrónico
- 2.3. Espín del electrón y número cuántico de espín
- 2.4. Interacción espín-órbita
- 2.5. Transiciones permitidas y reglas de selección
- 2.6. Niveles de energía y estructura fina

Duración

04 horas

Unidad III. Átomos multi-electrónicos y estructura periódica**Competencia**

Aplicar la teoría cuántica de los átomos multi-electrónicos, mediante el uso del principio de exclusión de Pauli, las reglas de Hund y el concepto de apantallamiento, para explicar la estructura periódica, las propiedades físicas de los elementos y fenómenos de emisión como el láser, con actitud crítica y de manera creativa.

Contenido

- 3.1. Principio de Exclusión de Pauli
- 3.2. Estructura electrónica de los átomos
- 3.3. Estructura de la Tabla Periódica
- 3.4. Apantallamiento electrónico
- 3.5. Transiciones ópticas
- 3.6. Propiedades físicas de los elementos
- 3.7. Adición de momentos angulares
- 3.8. Reglas de Hund y estado base de los átomos
- 3.9. Emisión estimulada y el láser

Duración

05 horas

Unidad IV. Enlaces moleculares**Competencia**

Aplicar los fundamentos de la mecánica cuántica para explicar el origen de los estados *bonding* y *anti-bonding* en moléculas diatómicas de hidrógeno y extender este concepto a moléculas homonucleares, heteronucleares y con orbitales p, complementándolo con un análisis cualitativo de enlaces iónicos, metálicos y de Van der Waals, con actitud crítica y creativa.

Contenido

- 4.1. Enlaces covalentes
 - 4.1.1. Ión molecular de hidrógeno H_2^+
 - 4.1.2. Estados *bonding* y *anti-bonding*,
 - 4.1.3. Molécula de hidrógeno H_2
 - 4.1.4. Moléculas homonucleares con enlaces s-s
 - 4.1.5. Moléculas heteronucleares con enlaces s-s
 - 4.1.6. Enlaces covalentes con orbitales p: casos p-p y s-p
 - 4.1.7. Moléculas típicas con enlaces s-p:
 - 4.1.7.1. Ácido fluorhídrico
 - 4.1.7.2. Agua

- 4.1.7.3. Amoniac
- 4.1.8. Moléculas típicas con enlaces híbridos
 - 4.1.8.1. Metano
 - 4.1.8.2. Etileno
 - 4.1.8.3. Acetileno
 - 4.1.8.4. Benceno
 - 4.1.8.5. Otros polímeros
- 4.2. Enlaces iónicos
 - 4.2.1. Molécula de cloruro de sodio
 - 4.2.2. Carácter fraccional iónico y electronegatividad
- 4.3. Otros tipos de enlace
 - 4.3.1 Metálico
 - 4.3.2. Puente de hidrógeno
 - 4.3.3 Fuerzas de Van der Waals

Duración

05 horas

Unidad V. Vibraciones y rotaciones moleculares

Competencia

Aplicar los modelos cuánticos del oscilador armónico y del rotor rígido para analizar los niveles de energía vibracionales y rotacionales en moléculas diatómicas y explicar cómo la combinación de ambos grados de libertad se refleja en espectros de emisión y absorción, con rigor conceptual, creatividad y actitud crítica.

Contenido

- 5.1. Niveles de energía de vibración
 - 5.1.1. Modelo del oscilador armónico cuántico aplicado a moléculas diatómicas
 - 5.1.2. Constante de fuerza y frecuencia vibracional en términos de la masa reducida
 - 5.1.3. Energías vibracionales permitidas
 - 5.1.4. Cálculos teóricos de espectros vibracionales
- 5.2. Niveles de energía de rotación
 - 5.2.1. Modelo del rotor rígido aplicado a moléculas diatómicas
 - 5.2.2 Parámetro rotacional
 - 5.2.3. Energías rotacionales permitidas
 - 5.2.4. Cálculos teóricos de espectros rotacionales
- 5.3. Espectros de emisión y absorción
 - 5.3.1. Espectros vibracionales
 - 5.3.2. Espectros rotacionales
 - 5.3.3. Espectros vibro-rotacionales
 - 5.3.4. Regiones espectrales correspondientes

Duración

04 horas

Unidad VI. Estructura de los sólidos

Competencia

Aplicar los principios de la cristalografía y de la electrostática para analizar la estructura de los sólidos, considerando fracciones de empaquetamiento en redes cristalinas y la energía de cohesión en cristales iónicos mediante la constante de Madelung, con formalidad y actitud reflexiva.

Contenido

- 6.1. Sólidos cristalinos y amorfos
- 6.2. Redes cristalinas cc, bcc, fcc y otras redes de Bravais
- 6.3. Fracciones de empaquetamiento en estructuras cristalinas
- 6.4. Energía de cohesión en cristales iónicos: constante de Madelung y energía de amarre
- 6.5. Enlaces en sólidos
 - 6.5.1. Diferencias entre enlaces moleculares y enlaces cristalinos
 - 6.5.2. Enlaces iónicos, covalentes, metálicos y de Van der Waals en sólidos

Duración

04 horas

Unidad VII. Teoría de bandas de los sólidos

Competencia

Analizar la formación de bandas de energía en sólidos a partir del modelo de Kronig–Penney, para explicar la aparición de regiones permitidas y prohibidas y la clasificación de materiales como aislantes, conductores y semiconductores, con sentido crítico y actitud proactiva.

Contenido

- 7.1. Modelo de Kronig–Penney: potencial periódico y condiciones de Bloch
- 7.2. Bandas de energía y banda prohibida (*band gap*)
- 7.3. Clasificación de materiales: conductores, aislantes y semiconductores
- 7.4. Semiconductores tecnológicos icónicos: Si, Ge, GaAs

Duración

05 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Átomos mono-electrónicos

Práctica 1: Modelo de Bohr y ecuación de Schrödinger para el hidrógeno

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre el modelo de Bohr y sus predicciones espectrales.
2. Revisa la separación de variables en la ecuación de Schrödinger para el átomo de hidrógeno.
3. Analiza el comportamiento de las soluciones radiales y sus condiciones de normalización.
4. Contrasta los resultados de Schrödinger con el modelo de Bohr, señalando coincidencias y diferencias en energías y radios.
5. Elabora un cuadro comparativo con observaciones.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Bibliografía de mecánica cuántica
- Software de graficación

Práctica 2: Soluciones angulares y construcción de orbitales atómicos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre las soluciones angulares de la ecuación de Schrödinger.
2. Construye “a mano” los primeros armónicos esféricos $Y_{l,m}(\theta, \phi)$.
3. Relaciona los armónicos esféricos con las formas de los orbitales s , p y d .
4. Identifica el surgimiento de los números cuánticos n , l y m_l a partir de las soluciones angulares.
5. Representa esquemáticamente los orbitales obtenidos.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Bibliografía de química/física atómica
- Software de graficación 3D

Práctica 3: Campo magnético y efecto Zeeman

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre la interacción entre el momento angular orbital y un campo magnético externo.
2. Calcula el desdoblamiento de niveles en el caso del Zeeman normal.
3. Representa esquemáticamente el desdoblamiento de líneas espectrales.
4. Discute las implicaciones experimentales en espectroscopía atómica.
5. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Tablas espectroscópicas
- Software de diagramas de niveles

Unidad II. Espín, interacción espín-órbita y estructura fina

Práctica 4: Experimento Stern–Gerlach y número cuántico de espín

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre el experimento de Stern–Gerlach y la introducción del cuarto número cuántico m_s .
2. Analiza por qué el espín admite sólo dos valores de proyección.
3. Realiza estimaciones del desdoblamiento de niveles magnéticos debido al espín, comparando con el desdoblamiento Zeeman.
4. Estima la magnitud del campo magnético intrínseco a partir de separaciones espectrales de estructuras finas conocidas.
5. Redacta conclusiones sobre la relevancia del espín en la estructura atómica.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Bibliografía de física atómica
- Tablas espectroscópicas

Práctica 5: Interacción espín-órbita y estructura fina

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre la interacción espín-órbita y la corrección de niveles de energía en términos de la constante de estructura fina.
2. Resuelve ejercicios para calcular la corrección de energía en niveles bajos de hidrógeno.
3. Representa esquemáticamente la división de niveles por estructura fina.
4. Aplica la constante de estructura fina en ejercicios de comparación con datos experimentales.
5. Discute la relevancia de la interacción espín-órbita en espectros atómicos reales.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Software de diagramas
- Bibliografía especializada

Unidad III. Átomos multi-electrónicos y estructura periódica

Práctica 6: Configuraciones electrónicas y principio de exclusión de Pauli

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre el principio de exclusión de Pauli y su impacto en la estructura atómica.
2. Construye configuraciones electrónicas de átomos representativos (H hasta Ar, y algunos elementos de transición).
3. Aplica las reglas de Hund para identificar los estados base más estables.
4. Representa las configuraciones en diagramas de orbitales con flechas que indiquen espines.

5. Elabora un esquema que muestre la relación entre configuraciones electrónicas y bloques de la tabla periódica.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Tabla periódica
- Cuaderno de ejercicios

Práctica 7: Apantallamiento electrónico y propiedades periódicas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre el concepto de apantallamiento y su influencia en la energía efectiva de los electrones.
2. Calcula cargas nucleares efectivas aproximadas (método de Slater) para algunos elementos ligeros.
3. Relaciona los resultados con tendencias periódicas de radios atómicos y energías de ionización.
4. Compara los cálculos con datos experimentales tabulados.
5. Discute cómo el apantallamiento explica la organización de la tabla periódica y las propiedades físicas de los elementos.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Tabla periódica
- Tablas de energías de ionización
- Cuaderno de ejercicios

Práctica 8: Transiciones ópticas y emisión estimulada

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre transiciones electrónicas en átomos multi-electrónicos y las reglas de selección.
2. Identifica ejemplos de transiciones ópticas típicas en átomos sencillos (Na, He, etc.).

3. Estima la longitud de onda de las transiciones y determina si corresponden al visible, ultravioleta o infrarrojo.
4. Analiza el principio de emisión estimulada y cómo conduce al funcionamiento de un láser atómico o iónico.
5. Elabora un esquema de niveles de energía que represente un proceso de emisión láser simple.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Tablas espectroscópicas
- Tablas de energías de ionización
- Bibliografía de espectros atómicos
- Software de graficación

Unidad IV. Enlaces moleculares

Práctica 9: Estados bonding y antibonding en H_2^+ y H_2

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre la formación de estados bonding y antibonding en el ion H_2^+ .
2. Construye el diagrama de energías mostrando la formación del mínimo de energía en el estado bonding.
3. Extiende el análisis al caso de la molécula H_2 calculando su energía de enlace y distancia de equilibrio aproximada.
4. Contrasta las predicciones teóricas con valores experimentales tabulados.
5. Redacta un breve reporte con gráficas y conclusiones.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Bibliografía de física/química cuántica
- Software de graficación

Práctica 10: Estimación cualitativa de la cohesión en moléculas con orbitales p

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre la formación de enlaces a partir de orbitales p.
2. Identifica ejemplos de moléculas homonucleares y heteronucleares donde se combinan orbitales p–p y s–p.
3. Analiza los diagramas de orbitales moleculares y determina la población relativa de electrones en estados *bonding* y *anti-bonding*.
4. Realiza estimaciones cualitativas de la estabilidad y fuerza del enlace en función de esas poblaciones relativas.
5. Elabora un cuadro comparativo para diferentes combinaciones atómicas (ej. O₂, N₂, CO, HF).
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Bibliografía de física/química cuántica
- Tablas de estructuras electrónicas

Unidad V. Vibraciones y rotaciones moleculares

Práctica 11: Oscilador armónico cuántico y espectros vibracionales

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre el modelo del oscilador armónico cuántico aplicado a moléculas diatómicas.
2. Calcula la constante de fuerza y la frecuencia vibracional aproximada para moléculas sencillas (HCl, CO) usando la masa reducida y datos experimentales de distancias de enlace.
3. Determina las energías vibracionales permitidas y la separación entre niveles adyacentes.
4. Convierte las frecuencias en longitudes de onda y ubica las transiciones en la región del espectro electromagnético correspondiente (infrarrojo medio).
5. Compara con valores tabulados de espectros vibracionales para las mismas moléculas.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Tablas de constantes moleculares
- Calculadora científica, software de cálculo (Python, Matlab, Mathematica)

Práctica 12: Rotor rígido y espectros vibro-rotacionales

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre el modelo del rotor rígido y el parámetro rotacional.
2. Calcula el parámetro rotacional para moléculas diatómicas sencillas usando la masa reducida y la distancia de equilibrio.
3. Determina los niveles de energía rotacional permitidos y las transiciones permitidas.
4. Convierte las diferencias de energía en longitudes de onda y sitúa las transiciones en el infrarrojo lejano o microondas.
5. Interpreta un espectro vibro-rotacional simple identificando su relación con los cálculos teóricos.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Tablas de separaciones interatómicas
- Bibliografía de espectroscopía molecular
- Software de graficación

Unidad VI. Estructura de los sólidos

Práctica 13: Redes cristalinas y fracciones de empaquetamiento

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre sólidos cristalinos y amorfos, y la importancia de la simetría en redes cristalinas.
2. Identifica las celdas unitarias de las estructuras cúbica simple (sc), cúbica centrada en el cuerpo (bcc) y cúbica centrada en las caras (fcc).
3. Calcula las fracciones de empaquetamiento en cada red cristalina y discute su eficiencia relativa.
4. Extiende el análisis a otras redes de Bravais seleccionadas por el docente, comparando la densidad de empaque.
5. Elabora un cuadro comparativo con los resultados obtenidos.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Modelos de esferas o software de visualización 3D
- Cuaderno de ejercicios

Práctica 14: Energía de cohesión y enlaces en sólidos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre los distintos tipos de enlaces en sólidos: iónicos, covalentes, metálicos y de Van der Waals.
2. Discute las diferencias conceptuales entre enlaces moleculares y enlaces cristalinos.
3. Estima la energía de cohesión de un cristal iónico sencillo (NaCl, CsCl) utilizando la constante de Madelung y parámetros experimentales de distancia interatómica.
4. Compara los resultados teóricos con valores experimentales tabulados de energía de amarre.
5. Redacta un breve reporte con los cálculos realizados y la interpretación de los distintos tipos de enlace en sólidos.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Tablas de constantes de Madelung
- Datos de energías de enlace
- Calculadora científica o software de cálculo

Unidad VII. Teoría de bandas de los sólidos

Práctica 15: Modelo de Kronig–Penney y formación de bandas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre el modelo de Kronig–Penney y el papel del potencial periódico en un sólido.

2. Analiza cómo la condición de Bloch restringe las soluciones permitidas de la ecuación de Schrödinger.
3. Representa esquemáticamente la aparición de bandas de energía permitidas y regiones prohibidas (band gap).
4. Discute en grupo cómo este modelo sencillo ayuda a entender la existencia de niveles continuos en lugar de discretos en sólidos.
5. Elabora un diagrama comparativo que muestre el paso de niveles atómicos aislados a bandas en un cristal.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Software de graficación o simulación
- Bibliografía de física del estado sólido

Práctica 16: Clasificación de materiales y ejemplos de semiconductores

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre la relación entre el tamaño del band gap y la clasificación de materiales en conductores, aislantes y semiconductores.
2. Consulta valores tabulados de energías de banda prohibida para materiales característicos (ej. Cu, Si, Ge, GaAs, diamante).
3. Ubica a cada material en su categoría y discute sus propiedades de conductividad.
4. Analiza la importancia tecnológica de los semiconductores Si, Ge y GaAs en la fabricación de dispositivos electrónicos.
5. Elabora un cuadro comparativo con materiales, valor de band gap, clasificación y aplicaciones tecnológicas.
6. Elabora y entrega el reporte digital con cálculos, gráficas y comentarios.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Tablas de energías de banda prohibida, cuaderno de ejercicios
- Bibliografía de semiconductores

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción directa y guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	40%
- Tareas	20%
- Prácticas taller	20%
- Exposición temática final	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Alonso, M., & Finn, E. J. (2012). *Physics*. Pearson Education.
- Ashcroft, N. W., & Mermin, N. D. (1976). *Solid state physics*. Holt, Rinehart and Winston.
- Atkins, P. W., & Friedman, R. (2011). *Molecular quantum mechanics* (5th ed.). Oxford University Press.
- Bernath, P. F. (2016). *Spectra of atoms and molecules* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Bransden, B. H., & Joachain, C. J. (2003). *Physics of atoms and molecules* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Cohen-Tannoudji, C., Diu, B., & Laloë, F. (1991). *Quantum mechanics* (Vols. 1–2). Wiley.
- Cullity, B. D., & Stock, S. R. (2001). *Elements of X-ray diffraction* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Demtröder, W. (2006). *Atoms, molecules and photons: An introduction to atomic-, molecular- and quantum physics*. Springer.
- Eisberg, R., & Resnick, R. (2006). *Quantum physics: Of atoms, molecules, solids, nuclei, and particles*. Wiley.
- Fox, M. (2010). *Optical properties of solids* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Griffiths, D. J., & Schroeter, D. F. (2018). *Introduction to quantum mechanics* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Hammond, C. (2009). *The basics of crystallography and diffraction* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Kittel, C. (2005). *Introduction to solid state physics* (8th ed.). Wiley.
- Levine, I. N. (2014). *Quantum chemistry* (7th ed.). Pearson.
- Sakurai, J. J., & Napolitano, J. (2011). *Modern quantum mechanics* (2nd ed.). Pearson.
- Tipler, P. A., & Llewellyn, R. A. (2012). *Modern physics* (6th ed.). W. H. Freeman.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2010). *Física para la ciencia y la tecnología. Volumen 2C: Física moderna: mecánica cuántica, relatividad y estructura de la materia* (6.ª ed.). Reverté.
- Yu, P. Y., & Cardona, M. (2010). *Fundamentals of semiconductors: Physics and materials properties* (4th ed.). Springer.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2013). *The Feynman lectures on physics, Volume III* (online ed.). California Institute of Technology.
https://www.feynmanlectures.caltech.edu/III_toc.html ([feynmanlectures.caltech.edu](https://www.feynmanlectures.caltech.edu))
- Ling, S. J., Sanny, J., & Moebs, W. (2016, September 19). *University physics, Volume 1*. OpenStax. <https://openstax.org/books/university-physics-volume-1/pages/1-introduction> ([OpenStax](https://openstax.org))

- Ling, S. J., Sanny, J., & Moebs, W. (2016, September 29). *University physics, Volume 3*. OpenStax. <https://openstax.org/books/university-physics-volume-3/pages/1-introduction> (OpenStax)
- Massachusetts Institute of Technology. (2010). *Introduction to solid state chemistry* (3.091SC). MIT OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu/courses/3-091sc-introduction-to-solid-state-chemistry-fall-2010/> (MIT OpenCourseWare)
- Stanford University. (n.d.). *New revolutions in particle physics: Basic concepts* [YouTube playlist]. YouTube. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLB77C101E0F2F3644> (YouTube)

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física preferentemente con Maestría y/o doctorado en Física o área afín, tener experiencia en docencia universitaria y dominio de la física cuántica, sus aplicaciones teóricas y computacionales. Debe ser una persona analítica, responsable y que fomente el pensamiento metodológico y crítico en sus estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Métodos Matemáticos de la Física
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Roberto Romo Martínez Juan Crisóstomo Tapia Mercado
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de esta unidad de aprendizaje es que los y las estudiantes apliquen métodos matemáticos avanzados en la resolución de problemas de la física teórica en áreas como el electromagnetismo, la mecánica cuántica, la mecánica estadística y la física térmica. Su importancia radica en que proporciona las herramientas formales para analizar funciones especiales definidas por integrales, series o productos infinitos, resolver ecuaciones diferenciales especiales y generalizar sus soluciones mediante la teoría de Sturm–Liouville y polinomios de Laguerre, Hermite y Chebyshev. Asimismo, permite emplear el teorema de expansión para desarrollar series de Fourier y aplicar transformadas de Fourier y de Laplace en el estudio de fenómenos físicos.

A través de este proceso, el estudiantado fortalece sus conocimientos y habilidades para plantear y resolver problemas de manera rigurosa y crítica, consolidando actitudes de responsabilidad, análisis y compromiso académico. Esta unidad de aprendizaje pertenece a la etapa disciplinaria, con carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Matemáticas.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar funciones especiales y transformadas integrales en modelos matemáticos mediante métodos analíticos y numéricos, para resolver problemas físicos complejos con objetividad, rigor y responsabilidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Exposición de la resolución de un problema donde se detalle el proceso y los resultados del manejo de los métodos analíticos o numéricos y aplicar los métodos matemáticos apropiados a situaciones reales, así como utilizar procedimientos deductivos cumpliendo con los teoremas matemáticos, y la obtención de la solución correcta del problema, mientras colabora proactivamente con sus compañeros.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento crítico.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Funciones definidas como integrales, series o productos infinitos

Competencia

Analizar las propiedades matemáticas de funciones que se definen como integrales, series o productos infinitos, mediante la utilización de procedimientos analíticos y numéricos, para aplicarlas al cálculo de integrales especiales y a la construcción de identidades matemáticas útiles en funciones especiales de la física matemática, con orden y actitud reflexiva.

Contenido

- 1.1. La función Gamma
 - 1.1.1. Función factorial
 - 1.1.2. Propiedades de la función Gamma
 - 1.1.3. Aplicaciones en la evaluación de integrales
 - 1.1.4. Aproximación de Stirling
- 1.2. Definiciones alternas de la función Gamma como productos infinitos
 - 1.2.1. Producto infinito de Euler
 - 1.2.2. Producto infinito de Weierstrass
 - 1.2.3. Constante de Euler-Mascheroni
 - 1.2.4. Equivalencia de las diferentes definiciones de la función Gamma
 - 1.2.5. Aplicaciones
- 1.3. La función Beta
 - 1.3.1. Definición y propiedades
 - 1.3.2. Relación con la función Gamma
 - 1.3.3. Aplicaciones en la evaluación de integrales
 - 1.3.4. Otras aplicaciones
- 1.4. La función de Error
 - 1.4.1. Función de error y función de error complementaria
 - 1.4.2. Desarrollo de Taylor de la función de error
 - 1.4.3. Integrales de Fresnel
 - 1.4.4. Aplicaciones
- 1.5. Integrales elípticas
 - 1.5.1. Integrales elípticas de primero y segundo tipo
 - 1.5.2. Integrales elípticas incompletas de primero y segundo tipo
 - 1.5.3. Desarrollos de Taylor de las Integrales elípticas de primero y segundo tipo
 - 1.5.4. Aplicaciones
- 1.6. Delta de Dirac
 - 1.6.1. Sucesiones delta
 - 1.6.2. Propiedades de la de Dirac
 - 1.6.3. La función de Heaviside y su relación con la delta de Dirac
- 1.7. Otras funciones especiales

Duración

21 horas

Unidad II. Ecuaciones de Legendre y de Bessel

Competencia

Analizar las ecuaciones diferenciales de Legendre y de Bessel utilizando los métodos de solución en series de potencias para obtener sus soluciones, con actitud reflexiva y de manera ordenada.

Contenido

- 2.1. Puntos ordinarios y puntos singulares de ecuaciones diferenciales
- 2.2. Método de series de potencias
- 2.3. Ecuación de Legendre
 - 2.3.1. Polinomios de Legendre y funciones de Legendre de segundo tipo
 - 2.3.2. Ortogonalidad y completez de los polinomios de Legendre
 - 2.3.3. Función generadora y relaciones de recurrencia
 - 2.3.4. Fórmula de Rodríguez
- 2.4. Ecuación de Bessel
 - 2.4.1. Funciones de Bessel de orden entero
 - 2.4.2. Funciones de Bessel de orden fraccionario
 - 2.4.3. Funciones de Bessel de orden arbitrario
 - 2.4.4. Propiedad de ortogonalidad
 - 2.4.5. Función generadora y relaciones de recurrencia
 - 2.4.6. Funciones de Neumann, funciones de Bessel de segundo tipo
- 2.5. Funciones de Hankel
- 2.6. Funciones de Bessel modificadas

Duración

09 horas

Unidad III. Ecuaciones diferenciales parciales

Competencia

Resolver ecuaciones diferenciales parciales, mediante el método de separación de variables, para aplicarlas en la solución de problemas de la física matemática, con orden y actitud reflexiva.

Contenido

- 3.1. Ejemplos físicos de ecuaciones diferenciales parciales
 - 3.1.1. Ecuación de calor
 - 3.1.2. Ecuación de onda
 - 3.1.3. Ecuación de Laplace
- 3.2. Clasificación de las ecuaciones diferenciales parciales
 - 3.2.1. Ecuaciones elípticas
 - 3.2.2. Ecuaciones parabólicas
 - 3.2.3. Ecuaciones hiperbólicas
- 3.3. Método de separación de variables en diferentes sistemas de coordenadas

- 3.3.1. Coordenadas cartesianas
- 3.3.2. Coordenadas cilíndricas
- 3.3.3. Coordenadas esféricas
- 3.4. Aplicaciones físicas en coordenadas cilíndricas
 - 3.4.1. Modos de la membrana
 - 3.4.2. Distribución de temperatura
 - 3.4.3. Potenciales electrostáticos en cavidades cilíndricas
- 3.5. Aplicaciones físicas en coordenadas esféricas
 - 3.5.1 Armónicos esféricos
 - 3.5.2 Potenciales electrostáticos
 - 3.5.3 Átomo de hidrógeno

Duración

05 horas

Unidad IV. Polinomios ortogonales

Competencia

Examinar las propiedades comunes de polinomios ortogonales y sus ecuaciones diferenciales, para construir una teoría general de polinomios ortogonales, mediante la comparación de sus propiedades analíticas, con objetividad y actitud reflexiva.

Contenido

- 4.1. Construcción general de polinomios ortogonales
 - 4.1.1. Intervalo y función de peso
 - 4.1.2. Método de ortogonalización de Gram–Schmidt aplicado a polinomios
 - 4.1.3. Ejemplos de construcción de los primeros polinomios ortogonales
- 4.2. Polinomios ortogonales clásicos
 - 4.2.1. Polinomios de Legendre
 - 4.2.2. Polinomios de Chebyshev
 - 4.2.3. Polinomios de Hermite
 - 4.2.4. Polinomios de Laguerre
- 4.3. Relaciones de recurrencia de polinomios ortogonales
- 4.4. Funciones generadoras
- 4.5. Normalización
- 4.6. Ecuaciones diferenciales de polinomios ortogonales clásicos

Duración

02 horas

Unidad V. Teoría de Sturm-Liouville

Competencia

Desarrollar la propiedad de ortogonalidad de soluciones de ecuaciones diferenciales en la forma general de Sturm-Liouville, mediante procedimientos analíticos, para extender la teoría de polinomios ortogonales a una más general que incluya funciones no polinomiales, con formalidad actitud crítica.

Contenido

- 5.1. Problema de Sturm-Liouville
- 5.2. Relación de ortogonalidad
- 5.2. Operadores Hermitianos
- 5.3. Ecuaciones diferenciales en la forma de Sturm-Liouville
- 5.4. Desarrollo en eigenfunciones

Duración

02 horas

Unidad VI. Series de Fourier

Competencia

Aplicar el teorema de expansión de la teoría de Sturm-Liouville para construir representaciones de funciones en series de Fourier, mediante procedimientos analíticos, de manera ordenada y con actitud reflexiva.

Contenido

- 6.1. Desarrollo de eigenfunciones
- 6.2. Series de Fourier seno y coseno
- 6.3. Forma compleja de las series de Fourier
- 6.4. Convergencia y fenómeno de Gibbs
- 6.5. Problemas con valores en la frontera

Duración

03 horas

Unidad VII. Transformadas integrales

Competencia

Calcular transformadas integrales especiales para aplicarlas en la solución de problemas de la física matemática, mediante procedimientos analíticos, con formalidad y orden.

Contenido

- 7.1. Transformadas integrales
- 7.2. Desarrollo de la Integral de Fourier
- 7.3. Transformada de Fourier
 - 7.3.1. Teorema de convolución
 - 7.3.2. Transformada de derivadas
- 7.4. Transformada de Laplace
 - 7.4.1. Teorema de convolución
 - 7.4.2. Transformada de derivadas
- 7.5. Transformada de Laplace inversa y la Integral de Bromwich
- 7.6. Otras transformadas

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Funciones definidas como integrales, series o productos infinitos

Práctica 1: Evaluación y aplicaciones de la función Gamma

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende la introducción docente sobre la definición integral de la función Gamma.
2. Calcula la función Gamma en casos sencillos, como números enteros y semienteros.
3. Resuelve integrales impropias que se expresan en términos de la función Gamma.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Cuaderno
- Bibliografía de funciones especiales

Práctica 2: Identidades importantes de la función Gamma y sus aplicaciones

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa las identidades importantes de la función Gamma.
3. Aplica la fórmula de reflexión en cálculos numéricos sencillos.
4. Aplica la fórmula de duplicación en problemas sencillos.
5. Aplica la aproximación de Stirling para factoriales de números muy grandes.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Cuaderno
- Bibliografía de funciones especiales.

Práctica 3: Identidades importantes de la función Gamma y sus aplicaciones

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa la definición integral de la función Beta
3. Evalúa la función Beta a partir de funciones Gamma.
4. Aplica la función Beta en la solución de integrales especiales.
5. Aplica la función Beta para demostrar la fórmula de duplicación de la función Gamma.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Cuaderno
- Calculadora
- Bibliografía de funciones especiales

Práctica 4: La función error y sus aplicaciones

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Evalúa numéricamente la función error en puntos particulares utilizando su desarrollo en serie.
3. Aplica la función de error y su complementaria en el cálculo de integrales.
4. Aplica la función Beta para demostrar la fórmula de duplicación de la función Gamma.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Cuaderno
- Calculadora
- Bibliografía de funciones especiales

Práctica 5: Integrales de Fresnel y Espiral de Cornu

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Aplica el desarrollo en serie de la función de error para obtener los desarrollos en serie de las integrales de Fresnel.
3. Elabora un programa computacional de integración numérica que evalúe las integrales de Fresnel
4. Grafica la Espiral de Cornu utilizando las integrales de Fresnel.
5. Compara tus resultados con gráficas de los libros de texto.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Marcadores
- Cuaderno de trabajo
- Computadora con software de cálculo y graficación (Python, Matlab, etc.)
- Bibliografía de funciones especiales

Práctica 6: Integrales elípticas

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Revisa las formas canónicas de las integrales elípticas de primero y segundo tipo.
2. Calcula ejemplos sencillos que involucren integrales elípticas.

3. Reducción a formas canónicas mediante sustitución trigonométrica y ángulo complementario.
4. Analiza su papel en problemas de osciladores no lineales y en problemas de cálculo de longitudes de elipses

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Cuaderno
- Bibliografía

Práctica 7: Propiedades de la delta de Dirac

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa las propiedades básicas de la delta de Dirac.
3. Evalúa integrales que involucren la delta de Dirac de argumento simple.
4. Evalúa integrales que involucren la delta de Dirac cuando su argumento es una función.
5. Revisa la relación de la función de Heaviside con la delta de Dirac

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Cuaderno
- Bibliografía de funciones especiales

Unidad II. Ecuaciones de Legendre y de Bessel

Práctica 8: Polinomios de Legendre y sus propiedades

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Aplica la fórmula de Rodríguez para generar polinomios de Legendre.
2. Calcula los primeros polinomios de Legendre.
3. Verifica ortogonalidad con ejemplos numéricos.
4. Discute brevemente su papel en problemas con coordenadas esféricas.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Cuaderno
- Bibliografía

Práctica 9: Identidades y recurrencias de las funciones de Bessel de orden entero

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende la explicación sobre las relaciones de recurrencia para funciones de Bessel de orden entero.
2. Verifica identidades que relacionan funciones de Bessel de órdenes consecutivas.
3. Aplica la identidad que conecta la derivada de una función de Bessel con otras funciones de distinto orden.
4. Resuelve ejercicios que combinen varias de estas relaciones, para simplificar expresiones o verificar propiedades.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Cuaderno
- Bibliografía

Práctica 10: Funciones de Bessel de orden fraccionario

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Aplica el método de Frobenius para obtener la expansión en serie de la función de Bessel de orden un medio y de orden menos un medio.
2. Demuestra su equivalencia con funciones trigonométricas sencillas.
3. Analiza cómo estas funciones sugieren las formas asintóticas de las funciones de Bessel de orden general.
4. Discute la importancia de estas funciones en aplicaciones físicas. expresiones o verificar propiedades.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Cuaderno
- Bibliografía

Unidad III. Ecuaciones diferenciales parciales

Práctica 11: Modos de vibración de una membrana circular

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende la introducción docente sobre la ecuación de onda en coordenadas cilíndricas. Plantea la separación de variables para una membrana circular fija en el borde.
2. Identifica cómo la ecuación radial se convierte en una ecuación de Bessel.
3. Obtén las frecuencias naturales a partir de las raíces de las funciones de Bessel. Resuelve en turnos al pizarrón partes del procedimiento, mientras los demás trabajan en su cuaderno.
4. Discute el significado físico de los modos y su relación con instrumentos de percusión como el tambor.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Marcadores
- Cuaderno de trabajo
- Bibliografía de ecuación de onda bidimensional

Práctica 12: Potencial de una esfera en un campo eléctrico uniforme

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende la explicación inicial sobre la ecuación de Laplace en coordenadas esféricas.
2. Aplica el método de separación de variables para resolver el problema del potencial de una esfera conductora inmersa en un campo eléctrico uniforme.
3. Identifica la aparición de la ecuación de Legendre en la dependencia angular. Calcula el potencial resultante y discute las condiciones de frontera en la superficie de la esfera.
4. Analiza la distribución de líneas de campo y la inducción de cargas.
5. Como variante, estudia brevemente el caso de una esfera dieléctrica.
6. Resuelve en turnos al pizarrón las distintas etapas del procedimiento.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón

- Marcadores
- Cuaderno de trabajo
- Bibliografía de física matemática y electrodinámica.

Unidad IV. Polinomios ortogonales

Práctica 13: Construcción y propiedades de polinomios ortogonales clásicos

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende la introducción docente sobre el método de ortogonalización de Gram–Schmidt aplicado a polinomios en un intervalo con función peso.
2. Construye en clase, con apoyo del profesor, los dos primeros polinomios de Legendre mediante ortogonalización.
3. Verifica su ortogonalidad resolviendo la integral correspondiente en el pizarrón.
4. Identifica y discute la relación de recurrencia de los polinomios de Legendre como ejemplo de propiedad general.
5. Compara con los primeros polinomios de Chebyshev, Hermite y Laguerre, destacando sus intervalos y funciones peso.
6. Participa resolviendo al pizarrón ejemplos cortos (una integral de ortogonalidad o una aplicación de recurrencia) mientras los demás estudiantes trabajan en su cuaderno.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Marcadores
- Cuaderno de trabajo
- Bibliografía de polinomios ortogonales

Unidad V. Teoría de Sturm-Liouville

Práctica 14: Ortogonalidad en problemas de Sturm–Liouville

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende la introducción docente sobre la forma general de un problema de Sturm–Liouville.
2. Plantea en clase un caso sencillo: la ecuación diferencial con condiciones de frontera homogéneas en un intervalo dado.
3. Identifica los eigenvalores y eigenfunciones que surgen del problema.

4. Verifica al pizarrón la relación de ortogonalidad entre dos funciones propias diferentes, resolviendo la integral correspondiente.
5. Discute con la clase cómo este resultado ejemplifica la acción de un operador Hermitiano.
6. Participa resolviendo en turnos los pasos de las integrales y comprobaciones en el pizarrón, mientras los demás estudiantes trabajan en su cuaderno.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Marcadores
- Cuaderno de trabajo
- Bibliografía de ecuaciones diferenciales y teoría de Sturm–Liouville

Unidad VI. Series de Fourier

Práctica 15: Series de Fourier y fenómeno de Gibbs

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende la introducción docente sobre la representación de funciones como desarrollos en series de Fourier.
2. Calcula en clase, con participación de los estudiantes al pizarrón, los coeficientes de Fourier de una función sencilla definida por tramos (por ejemplo, una onda cuadrada o una función escalón, un diente de sierra).
3. Construye en grupo la expresión de la serie de Fourier seno y coseno para la misma función.
4. Evalúa numéricamente sumas parciales de la serie de Fourier utilizando la computadora.
5. Grafica las aproximaciones obtenidas con diferentes números de términos y compáralas con la función original.
6. Analiza en equipo la convergencia y discute la aparición del **fenómeno de Gibbs** cerca de las discontinuidades.
7. Redacta una breve conclusión sobre la relación entre el número de términos y la calidad de la aproximación.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Marcadores
- Cuaderno de trabajo
- Computadora con software de cálculo y graficación (Python, Matlab, etc.)

- Bibliografía de análisis de Fourier

Unidad VII. Transformadas integrales

Práctica 16: Transformada de Fourier, propiedades y aplicaciones

Duración:

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende la introducción docente sobre la definición de la transformada de Fourier y su integral inversa.
2. Calcula en clase, con participación de los estudiantes al pizarrón, las transformadas de funciones básicas (pulso rectangular, gaussiana)
3. Aplica la transformada inversa de Fourier para recuperar una función original.
4. Introduce la relación de Parseval y discute de manera general sus aplicaciones.
5. Los estudiantes resuelven turnos de cálculo en el pizarrón, mientras el resto trabaja en paralelo en su cuaderno.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Marcadores
- Cuaderno de trabajo
- Computadora con software de cálculo y graficación (Python, Matlab, etc.)
- Bibliografía de transformadas integrales

Práctica 17: Transformada de Laplace, transformada inversa y la integral de Bromwich

Duración:

3 horas

Procedimiento:

1. Atiende la introducción docente sobre la definición de la transformada de Laplace.
2. Calcula en clase, con participación de los estudiantes al pizarrón, ejemplos de transformadas de funciones básicas (constante, exponencial, trigonométricas, hiperbólicas, potencias de t elevado a la n)
3. Resuelve ejemplos de transformada inversa de Laplace aplicando el método de fracciones parciales.
4. Introduce la integral de Bromwich como método general de inversión y discute su importancia conceptual.
5. Verifica en un ejemplo sencillo la consistencia entre transformada directa e inversa.

6. Los estudiantes participan resolviendo pasos en el pizarrón, mientras el resto desarrolla los cálculos en su cuaderno.

Recursos de apoyo:

- Pizarrón
- Marcadores
- Cuaderno de trabajo
- Computadora con software de cálculo y graficación (Python, Matlab, etc.)
- Bibliografía de transformadas integrales, fracciones parciales e integración en el plano complejo

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	20%
– Prácticas de taller	40%
– Tareas	20%
– Exposición de la resolución de un caso	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Arfken, G., Weber, H., & Harris, F. E. (2012). *Mathematical methods for physicists: A comprehensive guide* (7th ed.). Academic Press.

Brigham, E. O. (1974). *The fast Fourier transform*. Prentice-Hall.

Butkov, E. (1968). *Mathematical physics* (2nd ed.). Addison-Wesley Publishing Company.

Collins, R. E. (1997). *Mathematical methods for physicists and engineering*. Dover Publications.

Courant, R., & Hilbert, D. (1937). *Methods of mathematical physics 1*. John Wiley & Sons.

McQuarrie, D. A. (2008). *Mathematical methods for scientists and engineers* (1st ed.). Viva Books.

Riley, K. F., Hobson, M. P., & Bence, S. J. (1997). *Mathematical methods for physics and engineering* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Spiegel, M. R. (2001). *Matemáticas avanzadas para ingeniería y ciencias* (2nd ed.). McGraw-Hill.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Boas, M. L. (1966). *Mathematical methods in the physical sciences* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Brown, J., & Churchill, R. (2011). *Fourier series and boundary value problems* (8th ed.). McGraw-Hill Education.

González, A. G. (2010). *Métodos matemáticos de la física*. Unicen.

Guimarães, D. (2023). *Métodos matemáticos para físicos*. Intersaberes.

NIST Digital Library of Mathematical Functions. (n.d.). <https://dlmf.nist.gov>

Wolfram Alpha. (n.d.). <https://www.wolframalpha.com>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o área afín, con conocimientos sólidos en las propiedades matemáticas de las funciones especiales y las transformadas integrales, así como en su aplicación mediante procedimientos analíticos y numéricos para la resolución de problemas físicos. Se sugiere contar con estudios de posgrado y con una experiencia docente mínima de un año. Deberá mostrar una actitud analítica, responsable, proactiva y respetuosa, contar con habilidades de comunicación clara y fomentar la participación individual y colaborativa del estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Laboratorio de Termodinámica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 03 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Créditos:03
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez Manuel Iván Ocegueda Miramontes
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Interpretar y aplicar experimentalmente los principios de la termodinámica, mediante la observación, medición y análisis de fenómenos térmicos. Desarrolla en el alumnado habilidades en el manejo de instrumentos, técnicas de adquisición de datos, uso de software especializado, así como herramientas de simulación y programación. Se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y se recomienda cursarla de manera simultánea con la unidad de aprendizaje de Termodinámica. Pertenece al área de conocimiento Experimental.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los principios de la termodinámica y sus instrumentos de medida, mediante técnicas experimentales y herramientas computacionales para recolectar y analizar datos, proponer alternativas innovadoras y explicar los fenómenos térmicos, con creatividad, respeto a las normatividades de laboratorios y disposición al trabajo en equipo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluye los reportes de las prácticas de laboratorio.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar, implementar y evaluar experimentos en las áreas de la física, utilizando técnicas experimentales y computacionales, así como métodos de análisis de datos, para describir, explicar y predecir fenómenos físicos, con creatividad, disposición al trabajo colaborativo y compromiso con el entorno, en apego a las normas de seguridad.

VI. CONTENIDO

1. Radiación térmica.
2. Ley del cuadrado inverso.
3. Ley de Stefan-Boltzmann.
4. Conductividad térmica.
5. Ley de Charles.
6. Ley de Boyle.
7. Ley de Gay-Lussac.

VII. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1: Introducción a la radiación térmica

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Instala el cubo de Leslie y el sensor de radiación.
3. Realiza mediciones de radiación y tabula los datos procesados.
4. Elabora un reporte en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
5. Agrega al portafolio de evidencias el reporte con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cubo de radiación térmica (cubo de Leslie).
- Sensor de radiación.
- Multímetros digitales.
- Cables banana.

Práctica 2: Ley del cuadrado inverso**Duración**

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Instala la lámpara de Stefan-Boltzmann, el sensor de radiación, los multímetros, la fuente de alimentación y la cinta métrica.
3. Realiza mediciones de radiación.
4. Tabula y grafica los datos procesados.
5. Elabora un reporte en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
6. Agrega al portafolio de evidencias el reporte con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Lámpara de Stefan-Boltzmann.
- Sensor de radiación.
- Multímetros digitales.
- Fuente de alimentación.
- Cinta métrica.

Práctica 3: Ley de Stefan-Boltzmann (altas temperaturas)**Duración**

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Instala la lámpara de Stefan-Boltzmann, el sensor de radiación, los multímetros, la fuente de alimentación y la cinta métrica.
3. Realiza mediciones de radiación.
4. Tabula y grafica los datos procesados.
5. Elabora un reporte en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
6. Agrega al portafolio de evidencias el reporte con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Lámpara de Stefan-Boltzmann.
- Sensor de radiación.
- Multímetros digitales.
- Fuente de alimentación.
- Cinta métrica.
- Termómetro.

Práctica 4: Ley de Stefan-Boltzmann (bajas temperaturas)

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Instala el cubo de Leslie, el sensor de radiación y los multímetros.
3. Realiza mediciones de radiación.
4. Tabula y grafica los datos procesados.
5. Elabora un reporte en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
6. Agrega al portafolio de evidencias el reporte con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cubo de radiación térmica (cubo de Leslie)
- Sensor de radiación.
- Multímetros digitales.

Práctica 5: Conductividad térmica

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.

2. Instala el aparato de conductividad térmica de PASCO.
3. Realiza mediciones de la cantidad de hielo derretido por efecto de la conducción de calor.
4. Tabula y grafica los datos procesados.
5. Elabora un reporte en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
6. Agrega al portafolio de evidencias el reporte con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Aparato de conductividad térmica de PASCO.
- Placas de distintos materiales.
- Generador de vapor.
- Bloque de hielo.
- Vernier.
- Báscula.

Práctica 6: Ley de Charles

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Instala el aparato de la ley de los gases de PASCO.
3. Realiza mediciones de temperatura y presión.
4. Calcula el volumen de gas con los datos registrados.
5. Tabula y grafica los datos procesados.
6. Elabora un reporte en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
7. Agrega al portafolio de evidencias el reporte con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Aparato de la ley de los gases de PASCO.
- Termómetro.
- Soporte universal.
- Vaso de precipitados.
- Termoplató.
- Hielo.

Práctica 7: Ley de Boyle

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Instala el aparato de la ley de los gases de PASCO.
3. Realiza mediciones de altura y presión.
4. Calcula el volumen de gas con los datos registrados.
5. Tabula y grafica los datos procesados.
6. Elabora un reporte en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
7. Agrega al portafolio de evidencias el reporte con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Aparato de la ley de los gases de PASCO.
- Sensor de presión de PASCO.
- Computadora.

Práctica 8: Ley de los gases combinados (ley de Gay-Lussac)

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Instala el aparato de la ley de los gases de PASCO.
3. Realiza mediciones de temperatura y presión.
4. Tabula y grafica los datos procesados.
5. Elabora un reporte en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
6. Agrega al portafolio de evidencias el reporte con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Aparato de la ley de los gases de PASCO.
- Sensor de presión de PASCO.
- Termómetro
- Computadora.
- Soporte universal.
- Vaso de precipitados.
- Termoplató.
- Hielo.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Reporte de prácticas laboratorio	70%
– Tareas	10%
– Portafolio de evidencias	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Gutiérrez, H. (2012). *Análisis y diseño de experimentos* (3a ed.) [Recurso electrónico]. McGraw-Hill. [clásica]
- Kraftmakher, Y. (2015). *Experiments and demonstrations in physics: Bar-Ilan physics laboratory* (2nd ed) [Recurso electrónico]. World Scientific.

Struchtrup, H. (2024). *Thermodynamics and energy conversion* (2nd ed.) [Recurso electrónico]. Springer.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

PASCO scientific. <https://www.pasco.com/>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o áreas afines, preferentemente con estudios de posgrado y con amplio dominio en física experimental. Experiencia en práctica docente y con habilidades pedagógicas. Ser una persona respetuosa, honesta, responsable, proactiva, analítica y que fomente el trabajo individual y en equipo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Mecánica Clásica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ramón Carrillo Bastos Jonathan Lozano de la Parra José Alejandro Osuna González
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Cada estudiante desarrolla una comprensión profunda de los principios fundamentales que gobiernan el movimiento de partículas, sistemas de partículas y cuerpos rígidos, mediante los formalismos Newtoniano, Lagrangiano y Hamiltoniano. Se promueve el uso riguroso del cálculo diferencial, integral, vectorial y variacional, así como de técnicas del álgebra lineal, para modelar y resolver problemas de creciente complejidad en dinámica. Se hace énfasis tanto en la formulación teórica como en la aplicación práctica mediante problemas, talleres y simulaciones computacionales. El dominio de estos formalismos no solo brinda herramientas poderosas para abordar sistemas mecánicos avanzados, sino que también prepara a cada estudiante para la transición hacia teorías modernas como la mecánica cuántica y la física de campos, fortaleciendo su capacidad de análisis, abstracción y resolución crítica de problemas físicos. La unidad de aprendizaje se encuentra en la etapa disciplinaria con carácter obligatorio y forma parte del área del conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los principios y formalismos de la mecánica clásica, Newtoniano, Lagrangiano y Hamiltoniano, para resolver problemas relacionados con el movimiento de partículas, sistemas de partículas, osciladores y cuerpos rígidos, a través del uso de herramientas matemáticas avanzadas y recursos computacionales con responsabilidad y objetividad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluye la resolución de problemas analíticos mediante los formalismos Newtoniano, Lagrangiano y Hamiltoniano; la elaboración de reportes de prácticas con desarrollo matemático, simulaciones computacionales en Python y análisis gráfico de resultados; la producción colaborativa en presentaciones, infografías y discusiones grupales; así como un proyecto final donde se apliquen estos formalismos.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Las leyes de Newton

Competencia

Aplicar las leyes de Newton y los teoremas de conservación en sistemas de partículas, por medio del análisis de su relación con campos gravitacionales y electromagnéticos para integrar ecuaciones de movimiento de una partícula bajo diversas condiciones con precisión.

Contenido

- 1.1. El espacio y los sistemas de referencia.
- 1.2. Cinemática
- 1.3. Leyes de Newton
- 1.4. Teoremas de conservación.
- 1.5. Sistemas de partículas.

Duración

06 horas

Unidad II. Formalismo Lagrangiano

Competencia

Aplicar el cálculo variacional y el Principio de D'Alembert generalizado, por medio del empleo del concepto de coordenadas generalizadas, para formular y resolver las ecuaciones de movimiento de Lagrange, con solvencia analítica.

Contenido

- 2.1. Coordenadas generalizadas.
- 2.2. El principio de mínima acción y las ecuaciones de Euler-Lagrange.
- 2.3. Aplicaciones del formalismo lagrangiano.
- 2.4. El principio de D'Alembert y las fuerzas de restricción.
- 2.5. Marcos de referencia no inerciales.
- 2.6. La lagrangiana electromagnética.
- 2.7. Leyes de conservación

Duración

12 horas

Unidad III. Dinámica Hamiltoniana

Competencia

Aplicar el Formalismo Hamiltoniano y las Transformaciones Canónicas, a través del uso de los Corchetes de Poisson para analizar la evolución temporal y las cantidades conservadas de sistemas dinámicos, demostrando dominio conceptual.

Contenido

- 3.1. Transformaciones de Legendre.
- 3.2. La función Hamiltoniana.
- 3.3. El hamiltoniano de la partícula cargada.
- 3.4. Transformaciones canónicas y corchetes de Poisson.

Duración

06 horas

Unidad IV. Fuerzas centrales

Competencia

Analizar las leyes de Kepler y la ecuación de la órbita, a través del estudio de la dinámica de partículas en potenciales centrales, para describir y predecir el comportamiento de sistemas orbitales y fenómenos de dispersión, con precisión predictiva.

Contenido

- 4.1. Problemas de dos cuerpos y masa reducida.
- 4.2. Movimiento en campo central.
- 4.3. Ley de gravitación universal.
- 4.4. Leyes de Kepler.
- 4.5. Dispersión

Duración

09 horas

Unidad V. Oscilaciones

Competencia

Analizar los principios de la Mecánica Clásica para modelar sistemas oscilatorios y acoplados, por medio del uso de técnicas de resolución analítica y numérica para derivar e interpretar las ecuaciones de movimiento, así como identificar fenómenos de resonancia y modos normales, demostrando solvencia en el análisis dinámico.

Contenido

- 5.1. Oscilaciones lineales.
- 5.2. Respuesta de un oscilador forzado.
- 5.3. Oscilaciones acopladas.

Duración

06 horas

Unidad VI. Cuerpo rígido

Competencia

Aplicar el Formalismo Lagrangiano a la dinámica del cuerpo rígido, calculando y diagonalizando el tensor de inercia para simplificar las ecuaciones de movimiento, y utilizar las ecuaciones de Euler para analizar y describir fenómenos complejos como la precesión y la nutación en giróscopos y trompos, demostrando capacidad de modelado y predicción física.

Contenido

- 6.1. El tensor de inercia y teorema de ejes paralelos.
- 6.2. Momento angular y ecuaciones de movimiento.
- 6.3. Ángulos de Euler y ecuaciones de Lagrange.
- 6.4. El trompo simétrico con gravedad.
- 6.5. Ecuaciones de Euler.

Duración

09 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Las leyes de Newton

Práctica 1: Ecuaciones de movimiento en presencia de fricción

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Repasa brevemente las leyes de Newton y el concepto de fricción.
3. Plantea el problema de un bloque sobre una superficie con fricción y escribe la ecuación de movimiento.
4. Resuelve analíticamente las expresiones de posición y velocidad en función del tiempo.
5. Grafica posición y velocidad y compara resultados analíticos.
6. Analiza la influencia del coeficiente de fricción y discute aplicaciones prácticas.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Libro de texto de mecánica clásica (ej. Taylor o equivalente).
- Notas de clase sobre leyes de Newton y fricción.
- Computadora con Python (Jupyter Notebook, Colab) con librerías numpy y matplotlib.
- Pizarrón y proyector para discusión y ejemplos.

Práctica 2: Espacio fase de problemas 1D

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Repasa el concepto de espacio fase en una dimensión y su utilidad para describir sistemas dinámicos.
3. Plantea un oscilador armónico simple y escribe sus ecuaciones de movimiento en términos de x y p .
4. Resuelve la trayectoria en espacio fase de manera analítica.
5. Grafica la trayectoria en el plano (x,p) y analiza su forma.
6. Repite con un sistema con fricción y compara los diagramas en espacio fase.
7. Recibe retroalimentación de su docente.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre espacio fase y oscilador armónico.
- Computadora con Python con librerías numpy y matplotlib.
- Pizarrón y proyector para exposición de ejemplos.

Práctica 3: Solución numérica de las ecuaciones de Newton

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Repasa el planteamiento general de las ecuaciones de Newton en una dimensión.
3. Selecciona un sistema sencillo (caída libre o oscilador armónico).
4. Reescribe la ecuación de segundo orden como un sistema de ecuaciones de primer orden.
5. Implementa el método de Euler en Python o en hoja de cálculo para integrar las ecuaciones.
6. Prueba con distintos pasos de tiempo y analiza la estabilidad del método.
7. Comparar resultados numéricos con la solución analítica y discutir discrepancias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre ecuaciones de Newton.
- Computadora con Python con librerías numpy y matplotlib.
- Pizarrón y proyector para mostrar ejemplos.

Unidad II. Formalismo Lagrangiano

Práctica 4: La braquistócrona

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la práctica.
2. Repasa el enunciado del problema de la braquistócrona y su importancia en la historia de la física.
3. Plantea la expresión del tiempo de recorrido de una partícula que desciende bajo gravedad por una curva.
4. Analiza cualitativamente el tiempo de descenso en tres trayectorias: recta inclinada, arco de circunferencia y cicloide.
5. Dibuja en el pizarrón o en hojas milimétricas las distintas trayectorias entre dos puntos fijos.
6. Usa argumentos de cálculo variacional para discutir por qué la cicloide corresponde al tiempo mínimo.
7. Relaciona el problema con el principio de mínima acción y su importancia en la mecánica.
8. Recibe retroalimentación de su docente.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre cálculo variacional.
- Hojas milimétricas, regla, compás y lápiz para trazar curvas.
- Pizarrón y marcadores para la explicación colectiva.
- Cronómetro y riel inclinado con pequeñas esferas (opcional, para mostrar experimentalmente diferencias en el tiempo de descenso) o proyección de video.

Práctica 5: Identificación de grados de libertad de sistemas mecánicos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la práctica.
2. Revisa el concepto de coordenadas generalizadas y grados de libertad.
3. Analiza ejemplos cotidianos (péndulo simple, doble péndulo, masa-resorte, partículas ligadas por barras).
4. Trabaja en equipo para identificar las restricciones en distintos esquemas propuestos por su docente.
5. Presenta y discute las soluciones en grupo, contrastando distintos razonamientos.
6. Relaciona los resultados con la simplificación de modelos físicos y la elección de coordenadas convenientes.

7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Manual de mecánica teórica o de dinámica (ej. Goldstein, Marion & Thornton).
- Hojas con diagramas de sistemas mecánicos (péndulos, partículas unidas, sólidos rígidos).
- Pizarrón y marcadores para la resolución colectiva.
- Cuaderno de apuntes para resolver ejercicios en clase.

Práctica 6: Solución de problemas unidimensionales

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Atiende las indicaciones de su docente.
3. Repasa las ecuaciones de Euler-Lagrange para el movimiento.
4. Resuelve individualmente una serie de ejercicios propuestos.
5. Verifica los resultados mediante la comparación con soluciones analíticas proporcionadas por su docente.
6. Discute en pequeños grupos las dificultades encontradas y contrasta diferentes enfoques de solución.
7. Elabora una infografía describiendo el método usado en los problemas.

Recursos de apoyo

- Colección de ejercicios impresos preparados por el profesor.
- Cuaderno y calculadora científica.
- Pizarrón para discusión y resolución de ejemplos representativos.

Práctica 7: Movimiento de partícula superficie terrestre

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Repasa el formalismo lagrangiano en sistemas con restricciones.
3. Plantea el movimiento de una partícula libre sobre la superficie de la Tierra, usando coordenadas esféricas aproximadas para un observador terrestre.
4. Escribe el lagrangiano incluyendo los términos asociados a la rotación y deduce las fuerzas ficticias: centrífuga y de Coriolis.
5. Deriva las ecuaciones de Euler-Lagrange para el movimiento en el marco no inercial.
6. Analiza la forma de la fuerza de Coriolis y discute su efecto en distintas latitudes.
7. Resuelve ejemplos cualitativos: caída de un cuerpo, trayectoria de un proyectil, desviación en el hemisferio norte y sur.

8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase sobre sistemas de referencia no inerciales.
- Pizarrón y marcadores para derivaciones colectivas.
- Mapas o esquemas de la Tierra para ilustrar la dirección de la fuerza de Coriolis.
- Cuaderno de apuntes para el desarrollo de ejemplos.

Práctica 8: La lagrangiana relativista

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Repasa los postulados básicos de la relatividad especial y la expresión del intervalo espacio-temporal.
3. Plantea la acción de una partícula libre relativista.
4. Reescribe la acción como integral temporal y obtiene la lagrangiana.
5. Verifica el límite clásico $v \ll c$ y discute la interpretación física y la relación con la energía relativista.
6. Escribe un reporte de la práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre acción y relatividad especial.
- Pizarrón y marcadores para deducción guiada.
- Guía de fórmulas relativistas.
- Cuaderno de apuntes para el seguimiento.

Unidad III. Dinámica Hamiltoniana

Práctica 9: Determinación del hamiltoniano de sistemas mecánicos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Repasa brevemente la definición de momento canónico y la transformación de Legendre.
3. Se integra en equipo de trabajo y recibe un esquema de un sistema mecánico (péndulo, masa-resorte, partícula en potencial, doble péndulo sencillo, etc.).
4. En equipo, escribe el lagrangiano del sistema asignado.
5. A partir de él, calcula los momentos canónicos y construye el hamiltoniano correspondiente.

6. Presenta los resultados en el pizarrón y discute en grupo la interpretación física de cada H.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Esquemas impresos de distintos sistemas mecánicos.
- Libro de mecánica analítica (Goldstein, Landau–Lifshitz, Marion & Thornton).
- Notas de clase sobre el paso de lagrangiano a hamiltoniano.
- Pizarrón y marcadores para presentaciones de equipos.
- Cuaderno de apuntes para el trabajo en grupo.

Práctica 10: Movimiento de partícula cargada en campo magnético

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Escribe el lagrangiano y deduce el hamiltoniano correspondiente
3. Obtiene las ecuaciones de movimiento y discute la trayectoria esperada.
4. Implementa en Python la integración numérica (Euler o Verlet) de las ecuaciones de movimiento y simula la trayectoria de la partícula en 2D y 3D para diferentes condiciones iniciales.
5. Grafica las trayectorias y analiza la influencia de la magnitud de la carga, del campo y de la velocidad inicial.
6. Compara resultados numéricos con el análisis teórico.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre partículas cargadas en campos magnéticos.
- Computadora con Python con librerías numpy, matplotlib.
- Ejercicios impresos con condiciones iniciales sugeridas.
- Pizarrón y proyector para discusión de resultados.

Unidad IV. Fuerzas centrales

Práctica 11: Campos gravitaciones de objetos simétricos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Repasa la ley de gravitación universal y el principio de superposición.
3. Analiza el campo gravitacional generado por distribuciones simétricas: esfera maciza, esfera hueca y lámina circular.

4. Aplica argumentos de simetría y el teorema de Gauss para deducir los resultados.
5. Discute la importancia de la simetría para simplificar cálculos en mecánica y física gravitacional.
6. Realiza reporte de práctica para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre campos de fuerzas centrales y ley de Gauss.
- Esquemas impresos de distribuciones simétricas.
- Pizarrón y marcadores para el trabajo en grupo.
- Cuaderno de apuntes para resolución de ejercicios.

Práctica 12: Sistema Sol-Tierra

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Repasa la ley de gravitación universal aplicada al sistema Sol–Tierra.
3. Plantea la ecuación de fuerzas centrales y deduce la expresión de la órbita elíptica.
4. Identifica las constantes de movimiento: energía y momento angular.
5. Discute la validez de las aproximaciones (órbita kepleriana ideal, desprecio de otros planetas, masa puntual del Sol).
6. Relaciona el problema con las leyes de Kepler y su deducción desde Newton.
7. Realiza reporte de práctica para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre fuerzas centrales y órbitas keplerianas.
- Datos astronómicos básicos (masa del Sol, distancia media Sol–Tierra).
- Pizarrón y marcadores para cálculos colectivos.

Práctica 13: Problema de Rutherford

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Plantea el problema de dispersión clásica de una partícula cargada por un centro fijo.
3. Deriva la relación entre ángulo de dispersión y parámetro de impacto.
4. Obtiene la sección eficaz diferencial de Rutherford.
5. Discute en equipos la validez de las aproximaciones (partícula ligera frente a un centro pesado, interacción puramente coulombiana).
6. Relaciona el resultado con la interpretación histórica del experimento de Rutherford y el modelo nuclear.
7. Realiza reporte de práctica para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre dispersión en fuerzas centrales.
- Esquemas impresos de trayectorias y ángulos de dispersión.
- Pizarrón y marcadores para deducciones.
- Cuaderno de apuntes para resolver pasos intermedios.

Práctica 14: El impacto de Chicxulub

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Investiga en internet datos básicos del impacto de Chicxulub: tamaño del asteroide, velocidad de entrada, energía liberada y consecuencias geológicas.
3. Estima la energía cinética del impacto y compara esa energía con escalas conocidas (bombas nucleares, erupciones volcánicas, energía solar recibida por la Tierra en 1 día).
4. Implementa una simulación sencilla en Python para modelar la penetración de un objeto en la atmósfera y su colisión con la superficie.
5. Discute en equipos los efectos globales y locales de un impacto de esa magnitud (extinciones masivas, clima, geología).
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con Python (Jupyter Notebook o Colab) y librerías numpy, matplotlib.
- Acceso a internet para consulta de datos científicos (NASA, USGS, artículos de divulgación).
- Notas de clase sobre energía y dinámica de colisiones.
- Pizarrón y marcadores para organizar resultados en grupo.
- Cuaderno de apuntes para cálculos e interpretaciones.

Unidad V. Oscilaciones

Práctica 15: Movimiento de osciladores lineales forzados

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Repasa la ecuación del oscilador armónico forzado con amortiguamiento:
3. Identifica la frecuencia natural y el régimen de resonancia.
4. Implementa en Python la integración numérica de la ecuación (método de Euler-Cromer).

5. Simula la respuesta del sistema para distintas frecuencias de la fuerza externa.
6. Grafica amplitud en función de ω
7. ω y analiza el fenómeno de resonancia.
8. Discute aplicaciones prácticas (puentes, edificios, instrumentos musicales).
9. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con Python (Jupyter Notebook, Colab) y librerías numpy, matplotlib, scipy.
- Guía de ejercicios con parámetros sugeridos
- Pizarrón y marcadores para discusión de resultados.
- Cuaderno de apuntes para anotaciones y comparaciones teóricas.

Práctica 16: Función de Green y respuesta de un oscilador

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Repasa la ecuación diferencial del oscilador lineal con forzamiento.
3. Introduce la función de Green como solución a la ecuación con una fuerza impulsiva.
4. Deriva en clase la forma explícita de la función de Green para el oscilador.
5. En equipo, calcula la respuesta $x(t)$ para fuerzas sencillas (impulso, escalón, fuerza periódica) usando la convolución.
6. Implementa en Python una simulación que evalúe la convolución numérica para distintos tipos de forzamiento y compara con soluciones analíticas cuando existan.
7. Grafica y discute la interpretación física: memoria del sistema y resonancia.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con Python (Jupyter Notebook/Colab), librerías numpy, matplotlib.
- Notas de clase sobre función de Green y ecuaciones diferenciales lineales.
- Pizarrón y marcadores para la deducción guiada.
- Cuaderno de apuntes para el cálculo manual de casos sencillos.

Práctica 17: Modos normales en un sistema de resortes

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Plantea el sistema de dos masas unidas por resortes y escribe el lagrangiano.

3. Deriva las ecuaciones de movimiento y obtiene el sistema acoplado de ecuaciones diferenciales.
4. Resuelve el problema de autovalores para determinar frecuencias y modos normales.
5. En equipo, calcula y grafica los modos normales para distintos valores de masas y constantes elásticas.
6. Realiza reporte de práctica para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre oscilaciones acopladas y modos normales.
- Libro de texto de mecánica u oscilaciones (Taylor, Marion & Thornton).
- Pizarrón y marcadores para el desarrollo del método en clase.
- Esquemas impresos del sistema de masas y resortes.

Práctica 18: Cuerda tensionada y límite continuo

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Repasa el modelo discreto de masas y resortes como aproximación a una cuerda tensionada.
3. Escribe las ecuaciones de movimiento y discute el paso al límite continuo.
4. Deriva la ecuación de ondas para una cuerda.
5. Analiza soluciones típicas: ondas viajeras y modos normales con extremos fijos.
6. Implementa en Python una simulación sencilla de la cuerda discretizada y observa cómo aparecen los modos al aumentar el número de masas.
7. Realiza reporte de práctica para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Computadora con Python (Jupyter/Colab), librerías numpy, matplotlib, opcionalmente matplotlib.animation.
- Notas de clase sobre el paso del modelo discreto al continuo.
- Pizarrón y marcadores para derivaciones colectivas.
- Esquemas de la cuerda discreta y continua para guiar la comparación.

Unidad VI. Cuerpo rígido

Práctica 19: Tensor de inercia de un cubo y ejes principales

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.

2. Repasa la definición del tensor de inercia y su importancia en la dinámica de cuerpos rígidos.
3. Plantea la integral para calcular los elementos del tensor en un cubo.
4. Evalúa en equipos los elementos no nulos y construye la matriz del tensor.
5. Diagonaliza el tensor para identificar los ejes principales de inercia.
6. Discute la relación entre la simetría del cubo y la simplicidad del tensor obtenido.
7. Realiza reporte de práctica para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre tensor de inercia y ejes principales.
- Pizarrón y marcadores para la resolución colectiva.
- Hojas con esquemas de cuerpos rígidos (cubo, paralelepípedo) para apoyo visual.
- Cuaderno de apuntes para cálculos en equipo.

Práctica 20: Trompo simétrico libre

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Repasa el lagrangiano y el hamiltoniano de un cuerpo rígido con simetría de revolución.
3. Expresa la energía cinética del trompo en términos de los ángulos de Euler.
4. Identifica las cantidades conservadas (momento angular total y su proyección en el eje de simetría).
5. Deriva las ecuaciones de movimiento para el trompo libre.
6. Analiza en equipos la precesión y nutación como resultado de la dinámica.
7. Realiza reporte de práctica para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre ángulos de Euler y movimiento de cuerpos simétricos.
- Pizarrón y marcadores para derivaciones.
- Esquemas impresos del trompo con ejes y ángulos de Euler.
- Cuaderno de apuntes para el trabajo en grupo.

Práctica 21: Nutación de trompo pesado

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Repasa el lagrangiano del trompo simétrico bajo la acción de la gravedad.
3. Escribe la energía cinética en términos de los ángulos de Euler e incluye el potencial gravitatorio.

4. Identifica las constantes de movimiento (energía, momento alrededor del eje de simetría).
5. Discute cómo aparece la nutación además de la precesión.
6. Analiza en equipos diferentes regímenes: trompo muy rápido, lento y condiciones de estabilidad.
7. Realiza reporte de práctica para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre trompo pesado y ángulos de Euler.
- Pizarrón y marcadores para derivaciones.
- Esquemas impresos del trompo mostrando la precesión y nutación.
- Trompo físico (opcional) para observar cualitativamente el fenómeno

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante. Esta información se mantiene accesible a través del espacio de trabajo digital durante todo el curso.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Aprendizaje por proyectos

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Infografías
- Aprendizaje por proyectos

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60. Para exentar el curso el estudiante debe al menos aprobar uno de los exámenes parciales.

Criterios de evaluación

Evaluaciones parciales	60%
Portafolio de evidencias que incluya:	
a. Prácticas, tareas y ejercicios	20%
b. Proyecto final	20%
Total:	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Arnold, V. I. (1989). *Mathematical methods of classical mechanics* (2nd ed.). Springer. [clásica]
- Fetter, A. L., & Walecka, J. D. (2003). *Theoretical mechanics of particles and continua*. Dover Publications. [clásica]
- Goldstein, H., Poole, C. P., & Safko, J. L. (2013). *Classical mechanics* (3rd ed., Pearson New International Edition). Pearson. [clásica]
- Helliwell, T. M., & Sahakian, A. (2021). *Modern classical mechanics*. Cambridge University Press.
- Landau, L. D., & Lifshitz, E. M. (1985). *Mecánica de fluidos*. Editorial Reverté. [clásica]
- Marion, J. B., & Thornton, S. T. (2003). *Classical dynamics of particles and systems* (5th ed.). [clásica]
- Taylor, J. R. (2005). *Classical mechanics*. University Science Books.[clásica]
- Tong, D. (2025). *Classical mechanics*. Cambridge University Press.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Sussman, G. J., & Wisdom, J. (2015). *Structure and interpretation of classical mechanics* (2nd ed.). MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262028967/structure-and-interpretation-of-classical-mechanics> [clásica]
- Tong, D. (2012). *Classical dynamics* [Lecture notes]. University of Cambridge. <https://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/dynamics.html> [clásica]
- Massachusetts Institute of Technology. (2014). *Classical mechanics III* (8.09) [Curso abierto]. MIT OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-09-classical-mechanics-iii-fall-2014> [clásica]
- Massachusetts Institute of Technology. (2004). *Classical mechanics II* (8.223) [Curso abierto]. MIT OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-223-classical-mechanics-ii-fall-2004>
- Morin, D. (2008). *The Lagrangian method* [Capítulo de notas de mecánica clásica]. Harvard University. <https://scholar.harvard.edu/david-morin/files/cmchap6.pdf>

Beisert, N. (2020). *Analytical mechanics problem sets* [Lecture notes]. ETH Zürich. <https://people.phys.ethz.ch/~beisert/teaching/AM/problems.pdf>

Heller, M., Ferialdi, L., & Hornberger, K. (2025). *Observables in motion: A guide to simulating classical and quantum dynamics* [Preprint]. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2509.20403>

XII. PERFIL DOCENTE

Maestría en Física o área afín, preferentemente con doctorado, tener experiencia en docencia universitaria y dominio de la mecánica clásica, sus aplicaciones teóricas y computacionales. Debe ser una persona analítica, responsable y que fomente el pensamiento metodológico y crítico en sus estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Teoría Electromagnética
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Manuel Iván Ocegueda Miramontes Claudio Ismael Valencia Yaves
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026.
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Profundizar en la teoría electromagnética clásica para el tratamiento formal de problemas electrostáticos, magnetostáticos y electrodinámicos canónicos, empleando cálculo vectorial, teoremas integrales y métodos analíticos (desarrollos multipolares, separación de variables, problema de Sturm–Liouville y función de Green), con especial énfasis en condiciones de frontera (en vacío, dieléctricos y conductores ideales) y en la deducción de leyes de conservación. En este sentido, se atenderá de manera particular la construcción progresiva de la comprensión teórica y la práctica constante en la resolución de problemas canónicos, procurando un acompañamiento académico que favorezca el rigor, la disciplina y la confianza del estudiantado en su propio proceso formativo. Este propósito articula la continuidad con lo aprendido en Electricidad y Magnetismo y con la base operatoria reforzada en Mecánica de Fluidos, estableciendo el vínculo entre distintas áreas de la física matemática que confluyen en el estudio de los campos electromagnéticos. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar los métodos matemáticos avanzados a los fenómenos electromagnéticos clásicos mediante el cálculo vectorial diferencial e integral, los teoremas de Gauss y Stokes, los desarrollos multipolares en coordenadas cartesianas y esféricas y la separación de variables, así como el uso de funciones de Green y el tratamiento elemental de condiciones de frontera en dieléctricos y metales ideales, para profundizar en situaciones que permitan analizar problemas canónicos de la teoría electromagnética desde nuevas perspectivas formales, estableciendo vínculos entre métodos matemáticos y fenómenos físicos, y deduciendo resultados centrales como los teoremas de conservación y la unicidad de la solución de la ecuación de Poisson para problemas de frontera tipo Dirichlet, con rigor, objetividad, disciplina y responsabilidad académica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluya:

1. Resolución detallada de problemas (procedimientos analíticos completos) sobre multipolos, separación de variables/SL, función de Green, teoremas de conservación y ondas/condiciones de frontera;
2. Reportes breves que articulen interpretación física de resultados y decisiones metodológicas;
3. Tarea integradora (mini-proyecto) en el que se modele un caso canónico (p. ej., potencial con fronteras simples o reflexión/transmisión en interfaz plana) y se argumente la validez de las aproximaciones.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Formas diferenciales de los campos y desarrollo multipolar

Competencia

Aplicar representaciones diferenciales de los campos y el desarrollo multipolar en coordenadas cartesianas, mediante cálculo vectorial y análisis de simetría, para estimar campos y energías en configuraciones estacionarias simples y preparar el uso de métodos analíticos posteriores, con objetividad y orden.

Contenido

- 1.1. Representación diferencial de los campos eléctrico y magnético
- 1.2. Expansión multipolar en cartesianas (monopolo, dipolo, cuadrupolo)
- 1.3. Energía electrostática/magnética en configuraciones simples

Duración:

08 horas

Unidad II. Separación de variables y Sturm–Liouville

Competencia

Resolver problemas electrostáticos con condiciones de frontera, mediante la ecuación de Laplace/Poisson, separación de variables en coordenadas cartesianas, esféricas y cilíndricas y la formulación Sturm–Liouville, para obtener potenciales y campos en geometrías canónicas, con disciplina y claridad expositiva.

Contenido

- 2.1. Ecuaciones de Laplace y Poisson: criterios de separación
- 2.2. Base ortogonal y condiciones de frontera: problemas tipo
- 2.3. Sturm–Liouville: autovalores, ortogonalidad y series
- 2.4. Ejemplos canónicos (placas, cilindro, esfera)

Duración:

10 horas

Unidad III. Desarrollo multipolar en esféricas***Competencia***

Construir soluciones de potencial mediante el desarrollo multipolar en esféricas y armónicos esféricos, para describir el campo lejos de la fuente y analizar el papel de términos dipolares/cuadrupolares en problemas físicos, con precisión y objetividad.

Contenido

- 3.1. Armónicos esféricos: propiedades y ortogonalidad
- 3.2. Potencial de la carga unitaria en esféricas
- 3.3. Potenciales externos e internos: ajuste a fronteras simples
- 3.4. Interpretación física de términos multipolares

Duración:

08 horas

Unidad IV. Función de Green para la ecuación de Poisson***Competencia***

Emplear la función de Green en problemas electrostáticos, mediante su formulación integral y la construcción de soluciones en dominios canónicos (incluyendo el método de imágenes), para resolver la ecuación de Poisson y demostrar la unicidad de las soluciones con condiciones de frontera bien definidas, con rigor científico, actitud reflexiva y pensamiento crítico.

Contenido

- 4.1. Formulación integral para resolver la ecuación de Poisson
- 4.2. Interpretación física de la solución homogénea y la solución particular
- 4.3. La función de Green como solución particular del potencial de la carga unitaria en un problema de condiciones de frontera del tipo Dirichlet
- 4.4. Aplicaciones: conductor esférico, plano conductor: comentarios sobre continuidad de campos

Duración:

10 horas

Unidad V. Teoremas de conservación***Competencia***

Analizar los campos electromagnéticos descritos por las ecuaciones de Maxwell contienen magnitudes físicas habitualmente asociadas a la mecánica, mediante la deducción del teorema de Poynting y del tensor de Maxwell, para interpretar la conservación de la energía y del

momento lineal en sistemas electromagnéticos y vincular lo anterior con principios generales de la física, con rigor científico, actitud reflexiva y pensamiento crítico.

Contenido

- 5.1. Densidades y flujos; ecuaciones locales e integrales
- 5.2. Teorema de Poynting y balance energético
- 5.3. Tensor de Maxwell y conservación del momento lineal

Duración:

12 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Formas diferenciales de los campos y desarrollo multipolar

Práctica 1: Representación diferencial de la divergencia y el rotacional en ejemplos físicos

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Calcula la divergencia de un campo eléctrico radial simple (p. ej., una carga puntual).
3. Calcula el rotacional de un campo magnético generado por un conductor rectilíneo infinito.
4. Representa gráficamente los resultados obtenidos mediante software de cálculo o de forma manual.
5. Discute en equipo la interpretación física de que la divergencia represente “fuentes” y el rotacional represente “circulación”.
6. Redacta un breve informe explicando cómo estas operaciones diferenciales se vinculan con los teoremas de Gauss y Ampère.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Software de cálculo (Python, Mathematica, Matlab).
- Guía de problemas de la unidad.
- Notas de clase.

Práctica 2. : Cálculo y visualización del potencial multipolar en cartesianas

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica
2. Parte de la expansión multipolar en cartesianas para una distribución de cargas.
3. Calcula los términos monopolar, dipolar y cuadrupolar para un sistema simple.
4. Representa gráficamente el campo eléctrico asociado a cada término de la expansión.
5. Compara la importancia relativa de cada término en función de la distancia al sistema de cargas.
5. Reflexiona sobre por qué los términos de orden superior se vuelven relevantes en problemas reales.
6. Calcula la interacción entre campos externos y configuraciones de cargas y corrientes con la aproximación multipolar.
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Guía de problemas de la unidad.
- Notas de clase.

Práctica 3. Energía electrostática y magnética en configuraciones simples

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Calcula la energía electrostática almacenada en un sistema de dos cargas puntuales separadas.
3. Extiende el cálculo al caso de una distribución continua (esfera cargada uniformemente).
4. Calcula la energía magnética en un solenoide ideal usando densidad de energía.
5. Representa cómo varía la energía con los parámetros geométricos de cada sistema.
6. Discute en equipo la analogía entre energía electrostática y magnética.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Software simbólico (Mathematica, SymPy).
- Guía de problemas sobre energía de campos.
- Notas de clase.

Unidad II. Separación de variables y Sturm–Liouville

Práctica 4. Resolución de la ecuación de Laplace en cartesianas con condiciones de frontera

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Plantea la ecuación de Laplace en coordenadas cartesianas para una región rectangular.
3. Aplica condiciones de frontera simples (por ejemplo, potencial constante en dos caras opuestas).
4. Resuelve el problema usando separación de variables.
5. Discute cómo las condiciones de frontera determinan la forma de la solución
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas de la unidad.
- Notas de clase.

Práctica 5. Problemas tipo en coordenadas cilíndricas y esféricas

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Escribe la ecuación de Laplace en coordenadas cilíndricas y esféricas.
3. Plantea un problema de simetría cilíndrica y resuelve por separación de variables.
4. Plantea un problema de simetría esférica y resuelve de forma análoga.
5. Reflexiona sobre la ventaja de usar el sistema de coordenadas adecuado.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas de la unidad.
- Notas de clase.

Práctica 6. Sturm–Liouville: obtención de autovalores y ortogonalidad

Duración:

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica
2. Revisa la forma general de un problema de Sturm–Liouville.
3. Resuelve un ejemplo sencillo con condiciones de frontera dadas.
4. Obtiene los autovalores y funciones propias del sistema.
5. Verifica la ortogonalidad de las funciones propias obtenidas.
6. Explica cómo estas propiedades se utilizan en la expansión de soluciones de problemas físicos.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas con ejemplos de Sturm–Liouville.
- Notas de clase.
- Software de cálculo simbólico (Mathematica, SymPy).

Unidad III. Desarrollo multipolar en esféricas

Práctica 7. : Armónicos esféricos y propiedades de ortogonalidad

Duración:

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa la definición de los armónicos esféricos y sus expresiones para l y m bajos.
3. Comprueba la ortogonalidad de los armónicos esféricos mediante integración directa.
4. Representa gráficamente algunos armónicos esféricos de bajo orden
5. Calcula el potencial de la carga unitaria en coordenadas esféricas
6. Discute la importancia de la ortogonalidad en la expansión de campos.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas sobre armónicos esféricos.
- Software de cálculo (Mathematica, Matlab, Python).
- Notas de clase.

Práctica 8. Construcción del potencial externo e interno con multipolos

Duración:

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Plantea un sistema con simetría esférica (p. ej., carga distribuida en una esfera). Aplica el desarrollo multipolar en coordenadas esféricas.
3. Obtiene las expresiones para los potenciales externo e interno (utilizando la notación de r mayor y r menor).
4. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas sobre desarrollo multipolar.
- Notas de clase.
- Software de cálculo simbólico (SymPy, Mathematica).

Unidad IV. Función de Green para la ecuación de Poisson

Práctica 9. Construcción de la función de Green para geometrías simples

Duración:

06 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa la definición general de la función de Green para la ecuación de Poisson.
3. Obtiene la primera y segunda identidad de Green.
4. Construye la función de Green para un espacio infinito rectangular.
5. Partiendo de las identidades de Green interpreta la solución homogénea como un ajuste a la solución particular relacionado con las condiciones de frontera.
6. Analiza cómo cambia la forma de la solución al modificar las condiciones de frontera.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas sobre las funciones de Green.
- Notas de clase.
- Software de cálculo simbólico (Mathematica, SymPy).

Práctica 10.: Método de imágenes: cargas puntuales frente a planos conductores

Duración:

04 horas

Procedimiento

1. Plantea el problema de una carga puntual frente a un plano conductor infinito.
2. Construye la solución usando el método de imágenes.
3. Discute la interpretación física de la carga imagen.
4. Plantea el problema de una carga puntual enfrentada a un cascarón esférico.
5. Resuelve problemas con variantes dentro de las geometrías plana y esférica.
6. Analiza la utilidad del método de imágenes para simplificar problemas con simetría.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas de la unidad.
- Notas de clase.
- Simuladores en línea para campos eléctricos (PhET).

Unidad V. Teoremas de conservación

Práctica 11. Deducción del teorema de Poynting y ejemplos de flujo de energía

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica
2. Parte de las ecuaciones de Maxwell, de la fuerza de Lorentz y de la analogía con la ecuación de continuidad para deducir el teorema de Poynting.
3. Calcula la densidad de energía electromagnética en un ejemplo simple (onda plana en el vacío).
4. Obtiene el vector de Poynting asociado y representa su dirección.
5. Interpreta físicamente el flujo de energía en relación con la propagación de la onda.
6. Reflexiona sobre cómo este resultado conecta campos electromagnéticos con la conservación de la energía.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas sobre conservación de la energía.
- Notas de clase.
- Software simbólico (Mathematica, SymPy).

Práctica 12. Tensor de Maxwell y conservación del momento lineal

Duración:

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica
2. Calcula la presión que ejerce un campo electromagnético sobre una superficie dada.
3. Introduce la definición del tensor de esfuerzos de Maxwell a partir de las ecuaciones de campo
4. Calcula el tensor de Maxwell para un caso simple (campo eléctrico uniforme).
5. Interpreta los términos del tensor en relación con presiones y tensiones.
6. Discute cómo el tensor de Maxwell expresa la conservación del momento lineal en campos electromagnéticos.
7. Compara este resultado con los principios de conservación en mecánica clásica.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas sobre el tensor de Maxwell.
- Notas de clase.
- Referencias bibliográficas de electromagnetismo avanzado.

Práctica 13. Vector de Poynting en ondas reflejadas y transmitidas

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Calcula el vector de Poynting para la onda incidente, reflejada y transmitida en una interfaz.
3. Verifica la conservación del flujo de energía en el proceso de reflexión y transmisión.
4. Discute cómo el vector de Poynting ayuda a interpretar físicamente la propagación de energía.
5. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas de la unidad.
- Notas de clase.
- Software de cálculo simbólico (SymPy, Mathematica).

Práctica 14. Interpretación del tensor de Maxwell en campos simples

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Escribe los componentes del tensor de Maxwell para un campo eléctrico uniforme.
3. Hace lo mismo para un campo magnético uniforme.
4. Calcula las presiones y tensiones en una superficie rectangular de prueba.
5. Compara los resultados con analogías de la mecánica clásica (tensiones y presiones).
6. Reflexiona en grupo sobre cómo el tensor resume la conservación del momento lineal.
7. Recibe retroalimentación docente.

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos

- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada

Estrategia de aprendizaje

- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Técnica reflexiva de aprendizaje

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Prácticas taller	15%
- Trabajo en el aula	15%
- Examen final	15%
- Proyecto final	15%
- Portafolio de evidencia	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Franklin, J. (2017). Classical electrodynamics. Addison-Wesley.

Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2011). *The Feynman lectures on physics, Vol. II: Mainly electromagnetism and matter*. Basic Books.

Griffiths, D. J. (2017). *Introduction to electrodynamics* (4th ed.). Cambridge University Press.

Greiner, W. (1998). Classical electrodynamics (Vol. 2). Springer.

Jackson, J. D. (1999). Classical electrodynamics (3rd ed.). Wiley.

Purcell, E. M., & Morin, D. (2013). *Electricity and magnetism* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Zangwill, A. (2012). *Modern electrodynamics*. Cambridge University Press.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Khan Academy. (2022). *Electromagnetism and magnetic forces*. Khan Academy.
<https://www.khanacademy.org/science/physics>

Massachusetts Institute of Technology. (2020). *Physics III: Vibrations and waves, electromagnetism*. MIT OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu>

MIT OpenCourseWare. (2020). *8.07 Electromagnetism II*. Massachusetts Institute of Technology. Recuperado de <https://ocw.mit.edu>

Sadiku, M. N. O. (2021). *Elements of electromagnetics* (8th ed.). Oxford University Press.

Ulaby, F. T., & Ravaioli, U. (2022). *Fundamentals of applied electromagnetics* (8th ed.). Pearson.

Zangwill, A. (2021). *Modern electrodynamics*. Cambridge University Press. (Reimpreso de la edición de 2013).

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o áreas afines, preferentemente con estudios de posgrado en Física, Matemáticas Aplicadas o disciplinas relacionadas. Debe poseer conocimientos sólidos de electromagnetismo clásico, cálculo vectorial y métodos matemáticos avanzados, así como experiencia en la resolución analítica de problemas de campos electromagnéticos y en la aplicación de herramientas computacionales de apoyo. Contar con experiencia mínima de 2 años en la docencia. Ser una persona flexible y debe promover el aprendizaje del estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Física de los Medios Continuos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ramón Carrillo Bastos Duilio Valdespino Padilla
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje consiste en el estudio de las propiedades físicas de los fenómenos asociados con el medio continuo, específicamente el estudio de membranas bidimensionales, la conducción de calor y la elasticidad. Ofrece una visión integral del comportamiento de materiales en condiciones externas e internas, utilizando los principios de la mecánica clásica, la teoría de la elasticidad y la termodinámica, se busca desarrollar competencias analíticas y de modelado matemático para describir y predecir fenómenos de deformación, esfuerzo, flujo y transporte, favoreciendo la aplicación de estos conceptos en la resolución de problemas en el ámbito científico, tecnológico e ingenieril. Se recomienda ampliamente contar con conocimientos de Ecuaciones Diferenciales, Métodos Numéricos, Álgebra Lineal, Estructura de la Materia y Mecánica Clásica. La unidad de aprendizaje de Física de los Medios Continuos es de carácter obligatorio en la etapa terminal y pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar modelos del comportamiento de los medios continuos a partir de los principios de la mecánica, la elasticidad y la termodinámica, aplicando herramientas matemáticas y de simulación para resolver problemas relacionados con esfuerzos, deformaciones, transporte y flujo, con responsabilidad, rigor científico y capacidad crítica, integrando conocimientos teóricos y prácticos en el ámbito de la ciencia y la ingeniería.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elaborar un portafolio digital de ejercicios teóricos y prácticos de diversos niveles de dificultad donde aplique teorías y conceptos de la física del medio continuo, los ejercicios se deben organizar por secciones temáticas de la unidad de aprendizaje, solucionar de manera lógica, precisa y clara para obtener los resultados esperados, con el objetivo de consolidar el aprendizaje, desarrollar habilidades críticas y analíticas para aplicar en problemáticas reales.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Teoría clásica de campos y cuerdas

Competencia

Aplicar los principios de la teoría de campos y la ecuación de onda en cuerdas unidimensionales, usando métodos exactos, variacionales, perturbativos y de funciones de Green, para interpretar fenómenos de propagación, modos normales y transmisión de energía en sistemas unidimensionales, con responsabilidad y rigor científico.

Contenido

- 1.1. Revisión de teoría de campos.
- 1.2 Solución de d'Alembert y de Bernoulli.
- 1.3 Expansiones en autofunciones.
- 1.4 Principio variacional y método de Rayleigh-Ritz.
- 1.5 Funciones de Green en una dimensión.
- 1.6 Teoría de perturbaciones en cuerdas.
- 1.7 Flujo de energía en cuerdas y discontinuidades.

Duración

10 horas

Unidad II. Membranas

Competencia

Analizar la dinámica vibracional de membranas en diferentes geometrías, empleando separación de variables, métodos variacionales y de perturbación, para modelar los modos normales y el efecto de las condiciones de frontera en sistemas bidimensionales, con pensamiento crítico y disciplina académica.

Contenido

- 2.1. Formulación general para membranas bidimensionales.
- 2.2. Geometrías específicas:
 - 2.2.1. Membrana rectangular.
 - 2.2.2. Membrana circular.
- 2.3. Estimaciones variacionales del modo fundamental.
- 2.4. Teoría de perturbaciones para membranas con frontera casi circular.

Duración

06 horas

Unidad III. Conducción de calor

Competencia

Analizar los métodos de solución de las ecuaciones de la conducción térmica mediante separación de variables y transformadas integrales, para describir la evolución espaciotemporal de la temperatura en medios continuos, con responsabilidad y actitud analítica.

Contenido

- 3.1. Ecuaciones básicas de la conducción térmica.
- 3.2. Métodos de solución.
- 3.3. Transformada de Laplace.
- 3.4. Aproximaciones en los regímenes de tiempos largos y cortos.

Duración

06 horas

Unidad IV. Elasticidad

Competencia

Modelar el comportamiento de medios elásticos bajo pequeñas deformaciones, utilizando tensores de deformación y esfuerzo, así como ecuaciones de movimiento y ondas elásticas, para explicar fenómenos de propagación y almacenamiento de energía en sólidos, con rigor científico y compromiso profesional.

Contenido

- 3.1. Formulación básica del medio elástico:
 - 3.1.1. Deformaciones pequeñas.
 - 3.1.2. Tensor de esfuerzos.
 - 3.1.3. Energía elástica.
- 3.2. Comportamiento dinámico:
 - 3.2.1 Ecuaciones de movimiento de un continuo elástico.
 - 3.2.2 Ondas elásticas en un medio ilimitado.
- 3.3. Comportamiento elástico lineal y no lineal
 - 3.3.1 Ley de Hooke: forma general y unidimensional
 - 3.3.2 Relación de esfuerzo-deformación
 - 3.3.3 Modulo de Young
 - 3.3.4 Relación entre el módulo elástico y el coeficiente de poisson

Duración

10 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Teoría clásica de campos y cuerdas

Práctica 1: La ecuación de onda en una cuerda

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Deriva la ecuación de onda a partir de las leyes de Newton para un elemento de cuerda.
3. Identifica las condiciones de frontera típicas (extremos fijos/libres).
4. Resuelve el caso general de onda viajera.
5. Analiza la superposición de soluciones.
6. Elabora reporte digital en formato de texto científico y lo anexa al portafolio de evidencias.
7. Entrega reporte y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase.
- Software de álgebra simbólica (Python/Sympy).

Práctica 2: Solución de d'Alembert y modos normales

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Aplica la solución de d'Alembert a una cuerda finita.
3. Compara con la solución de Bernoulli.
4. Identifica los modos normales.
5. Gráfica los primeros tres modos.
6. Elabora reporte digital en formato de texto científico y lo anexa al portafolio de evidencias.
7. Entrega el notebook en formato digital para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase.
- Jupyter Notebook (Python/Matplotlib).

Práctica 3: Método variacional en cuerdas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Plantea el funcional para la cuerda vibrante.
3. Aplica el método de Rayleigh-Ritz.
4. Estima la frecuencia fundamental.
5. Compara con la solución exacta.
6. Prepara reporte de la aplicación del Método.
7. Elabora reporte digital en formato de texto científico y lo anexa al portafolio de evidencias.
8. Entrega reporte para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase.
- Python (NumPy/Matplotlib).

Unidad II. Membranas

Práctica 4: Modos de membrana rectangular

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Formula la ecuación de movimiento para la membrana rectangular.
3. Aplica separación de variables.
4. Encuentra las frecuencias de los primeros modos.
5. Gráfica los modos ($n=1, m=1$ y $n=2, m=1$).
6. Preparar los resultados de la aplicación del Método.
7. Elabora infografía digital y anexa al portafolio de evidencias.
8. Entrega infografía para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase.
- Python (Matplotlib, funciones 3D).
- Utilizar software de diseño digital para infografías (Canva)

Práctica 5: Estimación variacional en membranas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Plantea el funcional de energía para una membrana circular.
3. Usar una función de prueba adecuada.
4. Estima la frecuencia fundamental.
5. Compara con resultados teóricos.
6. Prepara reporte de la aplicación del Método.
7. Elabora reporte digital en formato de texto científico y lo anexa al portafolio de evidencias.
8. Entrega reporte para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase.
- Python (NumPy).

Unidad III. Conducción de calor

Práctica 6: Ecuación de conducción y separación de variables

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Deriva la ecuación de conducción en una barra unidimensional.
3. Resuelve por separación de variables con condiciones de frontera fijas.
4. Analiza el decaimiento temporal del primer modo.
5. Gráfica la evolución en el tiempo.
6. Prepara reporte de la aplicación del Método.
7. Elabora reporte digital en formato de texto científico y lo anexa al portafolio de evidencias.
8. Entrega reporte para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase.
- Python (Matplotlib).

Práctica 7: Transformada de Fourier y difusión

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Aplica la transformada de Fourier al problema de dominio infinito.
3. Resuelve el caso de una fuente puntual inicial.
4. Interpreta la solución como difusión gaussiana.
5. Gráfica el perfil de temperatura a distintos tiempos.
6. Prepara reporte de la aplicación del Método.
7. Elabora reporte digital en formato de texto científico y lo anexa al portafolio de evidencias.
8. Entrega reporte para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Python (SciPy/NumPy).
- Apuntes de clase.

Unidad IV. Elasticidad

Práctica 8: Tensores y energía elástica

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Define el tensor de deformación lineal.
3. Calcula el tensor de esfuerzos a partir de Hooke generalizado.
4. Evalúa la densidad de energía elástica.
5. Resuelve ejemplos sencillos de esfuerzos proporcionados por su docente.
6. Prepara reporte de la aplicación del Método.
7. Elabora reporte digital en formato de texto científico y lo anexa al portafolio de evidencias.
8. Entrega reporte para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase.
- Ejercicios de esfuerzos.
- Python (SymPy para tensores).

Práctica 9: Ecuaciones de movimiento en un continuo elástico

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Deriva las ecuaciones de movimiento en un sólido elástico.
3. Identifica ondas longitudinales y transversales.
4. Resuelve el caso de medio infinito.
5. Calcula la velocidad de propagación de ondas.
6. Prepara reporte de la aplicación del Método.
7. Elabora reporte digital en formato de texto científico y lo anexa al portafolio de evidencias.
8. Entrega reporte para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase.
- Python (SymPy para tensores).

Práctica 10: Ondas elásticas en 3D

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Compara ondas en cuerdas, membranas y sólidos 3D.
3. Analizar diferencias entre modos longitudinales y transversales.
4. Realiza simulaciones gráficas sencillas.
5. Discute de manera grupal aplicaciones físicas (sismología, acústica).
6. Preparar la información de la aplicación del Método.
7. Elaborar infografía digital y anexar al portafolio de evidencias.
8. Entrega de infografía para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase.
- Python (Matplotlib 3D).
- Utilizar software de diseño digital para infografías (Canva).

XI. MÉTODO DE TRABAJO

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategias de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados. Estas estrategias deben seleccionarse en función del tipo de competencia, el nivel cognitivo y la naturaleza del contenido.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Método de proyectos
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para organizar, adquirir, comprender y aplicar el conocimiento. Estas estrategias deben promover el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	40%
- Portafolio digital	30%
- Tareas y prácticas de taller	30%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Ameen, M. (2008). *Computational elasticity: Theory of elasticity, finite and boundary element methods* (Rev. ed.). Alpha Science International.

Graff, K. F. (1991). *Wave motion in elastic solids*. Dover Publications.

Landau, L. D., & Lifshitz, E. M. (1993). *Teoría clásica de los campos* (2.^a ed., Vol. 2). Reverté.

Landau, L. D., & Lifshitz, E. M. (2009). *Teoría de la elasticidad* (Vol. 7). Reverté.

Malvern, L. E. (1969). *Introduction to the mechanics of a continuous medium*. Prentice-Hall.

Sadd, M. H. (2025). *Elasticity: Theory, applications, and numerics* (5th ed.). Elsevier.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Berche, B., & Medina, E. (2025). *Classical field theories: A student companion*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-78962-5>

Bower, A. F. (2010). *Applied mechanics of solids*. CRC Press. <https://solidmechanics.org/>

Ghavanloo, E., Fazlzadeh, S. A., & Marotti de Sciarra, F. (Eds.). (2021). *Size-dependent continuum mechanics approaches: Theory and applications*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-63050-8>

Jiji, L. M., & Danesh-Yazdi, A. H. (2024). *Heat conduction* (4th ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-43740-3>

Leissa, A. W. (1993). *Vibration of plates* (NASA SP-160). NASA.
https://www.vibrationdata.com/tutorials/Leissa_vibration_plates.pdf

Massachusetts Institute of Technology. (2006). *18.303 Linear partial differential equations: Analysis and numerics* [Lecture notes]. MIT OpenCourseWare.

<https://ocw.mit.edu/courses/18-303-linear-partial-differential-equations-analysis-and-numeric-fall-2014/>

PhET Interactive Simulations. (s. f.). *Wave on a string*. University of Colorado Boulder.
<https://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-on-a-string>

PhET Interactive Simulations. (s. f.). *Diffusion*. University of Colorado Boulder.
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/diffusion>

XII. PERFIL DOCENTE

La persona responsable de impartir esta unidad de aprendizaje debe de contar con grado de Maestría o Doctorado en Física, Ingeniería de materiales o áreas afines, respaldada por una trayectoria profesional que incluya experiencia mínima de 2 años impartiendo docencia universitaria, preferentemente en cursos de ecuaciones diferenciales, métodos numéricos y estructura de la materia; participación en proyectos de divulgación científica o investigación interdisciplinaria. Entre las cualidades deseables se encuentran el pensamiento crítico, la apertura al diálogo, la sensibilidad ética, la capacidad de motivar a estudiantes y el manejo de recursos didácticos innovadores.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada.
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Mecánica Cuántica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Eta de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ramón Carrillo Bastos Francisco Antonio Domínguez Serna Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad es que el estudiantado comprenda de manera rigurosa los fundamentos de la mecánica cuántica no relativista, mediante el análisis de experimentos clave y la construcción formal de la teoría. Para ello, se emplean técnicas matemáticas avanzadas como cálculo, ecuaciones diferenciales, álgebra lineal y métodos variacionales que permiten formular y resolver problemas asociados con sistemas microscópicos. La unidad integra bases conceptuales y aplicaciones prácticas a través del estudio de modelos, la resolución de problemas y el uso de simulaciones computacionales. Su utilidad radica en que brinda herramientas esenciales para describir y predecir fenómenos cuánticos, además de preparar a cada estudiante para avanzar hacia áreas más especializadas, como mecánica cuántica relativista, física del estado sólido y física computacional. Asimismo, fortalece la abstracción, el análisis crítico y la modelación matemática, competencias clave en la física contemporánea. La unidad de aprendizaje se encuentra en la etapa terminal con carácter obligatorio y forma parte del área del conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Modelar procesos microscópicos utilizando los principios de la mecánica cuántica, herramientas matemáticas, métodos analíticos y técnicas de simulación numérica, para predecir y describir el comportamiento de sistemas naturales y artificiales, fortaleciendo el pensamiento crítico, la objetividad científica y una actitud abierta hacia nuevas ideas y enfoques en la física moderna y las tecnologías emergentes.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio digital de evidencias que incluye reportes de la resolución de problemas teóricos así como prácticas de taller y computacionales en los que cada estudiante aplique los postulados y formalismo matemático de la mecánica cuántica, para analizar la evolución de estados cuánticos y otros fenómenos microscópicos.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Herramientas matemáticas de la mecánica cuántica

Competencia

Manipular las herramientas matemáticas de la mecánica cuántica, mediante el estudio de las propiedades de objetos matemáticos de los espacios de Hilbert, con la finalidad de identificar el marco teórico axiomático en el que se fundamenta la teoría cuántica, con una actitud proactiva y de manera comprometida.

Contenido

- 1.1. Espacios vectoriales lineales con producto interno y notación de Dirac.
- 1.2. Operadores lineales y transformaciones.
- 1.3. El problema del eigenvalor.
- 1.4. Funciones de operadores.
- 1.5. Generalización a dimensiones infinitas.

Duración

09 horas

Unidad II. Postulados de la mecánica cuántica

Competencia

Aplicar los postulados fundamentales de la mecánica cuántica mediante el análisis de la ecuación de Schrödinger y su interpretación física, así como de experimentos clave como el de Stern–Gerlach, con la finalidad de comprender el concepto de espín y su modelación matemática, reconociendo su relevancia como plataforma para la implementación de cúbits en tecnologías emergentes, con objetividad, pensamiento crítico y disposición al aprendizaje interdisciplinario.

Contenido

- 2.1. La ecuación de Schrödinger.
- 2.2. Postulados de la Mecánica Cuántica y su interpretación física.
- 2.3. El experimento de Stern-Gerlach, el espín $\frac{1}{2}$ y su descripción matemática.
- 2.4. El espín como plataforma para la implementación de un cúbit.

Duración

04 horas

Unidad III. Problemas estacionarios en una dimensión

Competencia

Modelar fenómenos de la mecánica cuántica mediante la solución de la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo, para analizar estados ligados y no-ligados, así como fenómenos de transmisión y reflexión en diferentes potenciales, como lo son pozos, barreras y delta de Dirac, desarrollando pensamiento crítico, disciplina en el uso de métodos matemáticos y responsabilidad en la interpretación física de los resultados.

Contenido

- 3.1. Soluciones estacionarias de la ecuación de Schrödinger.
- 3.2. Estados ligados, no-ligados y ecuación de continuidad.
- 3.3. El pozo de potencial finito e infinito.
- 3.4. Potencial Delta de Dirac.
- 3.5. Barreras de potencial y coeficientes de reflexión y transmisión.

Duración

05 horas

Unidad IV. Dinámica Cuántica

Competencia

Analizar los diferentes esquemas de la dinámica cuántica, mediante el estudio de las representaciones de Schrödinger y Heisenberg, el operador de evolución temporal y el propagador, para modelar la evolución de sistemas como el espín en un campo magnético, la partícula libre y el paquete gaussiano, aplicando el teorema de Ehrenfest como vínculo entre la mecánica clásica y cuántica, con objetividad, rigor matemático y actitud crítica en la interpretación de fenómenos dinámicos.

Contenido

- 4.1. Esquema de Schrödinger y de Heisenberg.
- 4.2. El operador de evolución temporal.
- 4.3. La dinámica de espín bajo campo magnético.
- 4.4. La partícula libre y el propagador.
- 4.5. Evolución del paquete gaussiano libre.
- 4.6. Teorema de Ehrenfest.

Duración

06 horas

Unidad V. El oscilador armónico y relaciones de incertidumbre de Heisenberg

Competencia

Modelar procesos físicos que involucran sistemas cuánticos unidimensionales en equilibrio estable mediante la solución analítica de la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo del oscilador armónico para explicar fenómenos relacionados con vibraciones de átomos y moléculas alrededor de su posición de equilibrio y las oscilaciones de átomos o iones de una red cristalina, con una actitud crítica y objetiva.

Contenido

- 5.1. Cuantización del oscilador clásico.
 - 5.1.1. Método de serie de potencias.
 - 5.1.2. Método de factorización.
- 5.2. Operadores de creación y aniquilación.
- 5.3. Energía del punto cero.
- 5.4. Relación de incertidumbre para la posición y momento.
- 5.5. Relaciones de incertidumbre Energía-Tiempo.
- 5.6. El paquete de mínima incertidumbre.
- 5.7. Los niveles de Landau.

Duración

04 horas

Unidad VI. Simetrías en mecánica cuántica

Competencia

Modelar las simetrías e invariantes de sistemas cuánticos, mediante el estudio de las propiedades de los operadores asociados, para identificar magnitudes conservadas, actuando con congruencia y objetividad.

Contenido

- 6.1. Simetría continuas y conservación.
- 6.2. Simetrías discretas P y T.
- 6.3. Teorema de Bloch y Teorema de Floquet.

Duración

03 horas

Unidad VII. Momento angular

Competencia

Modelar sistemas cuánticos rotacionalmente invariantes a partir de las propiedades espectrales del operador de momento angular orbital L , para la explicación de fenómenos ligados a la estructura atómica, clasificación espectral, espín y magnetismo, con objetividad, rigor matemático y responsabilidad.

Contenido

- 7.1. Operador de momento angular y relaciones de conmutación.
- 7.2. Eigenfunciones y eigenvalores del operador de momento angular.
- 7.3. Solución de problemas rotacionalmente invariantes
- 7.4. Método de operadores para el operador de momento angular.
- 7.5. Adición de momento y los coeficientes de Clebsch-Gordon.

Duración

05 horas

Unidad VIII. El átomo de hidrógeno

Competencia

Teorizar la descripción de sistemas de potencial central en tres dimensiones, en particular el átomo de hidrógeno, mediante la ecuación de Schrödinger, para la caracterización de eigenvalores y eigenfunciones, la interpretación de los números cuánticos y la explicación de rasgos espectrales, actuando con objetividad, rigor matemático, proactividad y compromiso.

Contenido

- 8.1. Reducción del problema de dos cuerpos
- 8.2. Solución de la ecuación radial y orbitales del átomo de hidrógeno.
- 8.3. Espectro de radiación y el efecto Zeeman.

Duración

05 horas

Unidad IX. Métodos aproximados

Competencia

Formular soluciones aproximadas de sistemas cuánticos complejos mediante los métodos de perturbaciones, variacional y WKB, identificando los elementos esenciales del modelo para el cálculo de energías y funciones de estado, con responsabilidad y honestidad.

Contenido

- 9.1. Método variacional.
- 9.2. Teoría de perturbaciones independiente del tiempo (Rayleigh-Schrödinger).
- 9.3. Método WKB (Wentzel-Kramers-Brillouin).
- 9.4. Teoría de perturbaciones dependiente del tiempo.

Duración

07 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Herramientas matemáticas de la mecánica cuántica

Práctica 1: Los colores en la base RGB

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Ejemplifica la noción de espacio vectorial usando como ejemplo los colores en la base RGB, representando cada color como un vector (R,G,B) con componentes entre 0 y 1.
3. Construye combinaciones lineales de vectores para generar nuevos colores y visualizar el concepto de superposición.
4. Analiza la independencia lineal de los vectores básicos y la dimensión del espacio, así como el significado de aplicación de transformaciones.
5. Discute en equipos la analogía entre este espacio y los espacios de estados en mecánica cuántica.
6. Elabora en equipo una infografía en una plataforma digital como evidencia del procedimiento.
7. Entrega la infografía para recibir retroalimentación y anexar al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Computadora con Python (Jupyter/Colab) y módulos numpy, matplotlib.
- Plataforma digital (Canva) para la elaboración de infografías.
- Notas de clase sobre espacios vectoriales y combinaciones lineales.
- Ejemplos de tablas de colores RGB para experimentar.
- Pizarrón y marcadores para ilustrar la analogía con vectores abstractos.

Práctica 2: Modos normales en un sistema de dos resortes

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Plantea el sistema de dos masas acopladas por resortes y escribe las ecuaciones de movimiento.
3. Resuelve el problema de autovalores para encontrar frecuencias y modos normales.
4. Interpreta los modos como combinaciones lineales de los estados individuales.
5. Relaciona el resultado con el concepto de base propia en mecánica cuántica.
6. Discute en equipos cómo este ejemplo clásico ilustra la idea de superposición y diagonalización de operadores.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Computadora con Python o cuaderno de cálculo para resolver el problema matricial.
- Pizarrón y marcadores para discusión grupal.
- Esquemas del sistema de dos resortes.

Práctica 3: Modos normales en una cuerda

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Plantea la ecuación de ondas para una cuerda fija en sus extremos.
3. Resuelve para la condición de frontera y obtiene los modos normales de vibración.
4. Grafica las primeras funciones propias (senos) y discute su ortogonalidad.
5. Analiza la relación entre la frecuencia de cada modo y el número cuántico.
6. Discute en equipo la analogía entre modos normales en la cuerda y estados cuánticos en una caja.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Computadora con Python o software de graficación para representar los modos.
- Pizarrón y marcadores para derivaciones colectivas.
- Cuaderno de apuntes para resolver ejemplos y ejercicios.

Práctica 4: El espacio de momentos y las ecuaciones diferenciales

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Investiga la relación entre espacio de posiciones y espacio de momentos a través de la transformada de Fourier.
3. Muestra cómo las ecuaciones diferenciales en espacio de posiciones se transforman en ecuaciones algebraicas en espacio de momentos.
4. Implementa en Python la transformada de Fourier de una función de onda y verificar la equivalencia entre ambas representaciones.
5. Discute en equipo la importancia de usar distintos espacios de representación física.
6. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
7. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre representación en espacio de momentos y transformadas de Fourier.
- Computadora con Python (Jupyter/Colab) y módulos numpy, matplotlib, scipy.
- Pizarrón y marcadores para el desarrollo teórico.
- Cuaderno de apuntes para ejercicios analíticos.

Unidad II. Postulados de la mecánica cuántica

Práctica 5: Cúbit de espín y la resonancia magnética nuclear

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Representa el cúbit (espín 1/2) en la esfera de Bloch y lo ubica inicialmente alineado con el campo magnético estático B_0 (eje Z), análogo a la polarización inicial de los núcleos en NMR.
3. Simula una medición en una base distinta (X o Y), lo cual corresponde experimentalmente a aplicar un pulso resonante de RF que rota el spin fuera del eje Z.
4. Aplica una transformación cuántica discreta ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$) que representa la acción de pulsos de diferente fase o duración, como en la manipulación real de espines en NMR.
5. Repite la medición en la base elegida, interpretando la probabilidad de encontrar el spin en cada estado como la intensidad de la señal detectada en la bobina receptora del experimento de NMR.

6. Identifica la aparición de oscilaciones periódicas (oscilaciones de Rabi) como análogo al fenómeno observado en NMR bajo campos oscilantes, y discute cómo este principio se generaliza en técnicas avanzadas como la imagen por resonancia magnética (MRI) o el modelo de dos niveles en átomos.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Apuntes teóricos sobre sistemas de dos niveles, esfera de Bloch y operadores de Pauli.
- Notas introductorias de NMR/MRI (relación entre pulsos de radiofrecuencia y rotaciones en la esfera de Bloch).
- Computadora con Jupyter Notebook y módulos de Python instalados (NumPy, Matplotlib, Qiskit o QuTiP).
- Simulador gráfico de esfera de Bloch (por ejemplo, el módulo `qiskit.visualization.Bloch`) para representar estados y rotaciones.
- Calculadora simbólica o software algebraico (opcional) para verificar las transformaciones de matrices de Pauli sobre los estados.

Práctica 6: Realismo no local y desigualdades de Bell

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Investiga sobre el problema de EPR y el concepto de realismo local como hipótesis clásicas.
3. Describe cómo preparar un par de qubits entrelazados en un estado de tipo Bell.
4. Selecciona distintas direcciones de medición para cada cúbit y explica la predicción clásica de correlaciones.
5. Calcula y discute las correlaciones cuánticas esperadas para las mismas direcciones.
6. Compara los límites impuestos por las desigualdades de Bell con los resultados cuánticos.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Pizarrón y marcadores para deducciones colectivas.
- Cuaderno de apuntes para cálculos en equipos.

Unidad III. Problemas estacionarios en una dimensión

Práctica 7: La molécula diatómica

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Investiga sobre el modelo de partícula en una dimensión con potencial Delta.
3. Plantea el hamiltoniano de dos deltas de potencial separados a una distancia a , como modelo de molécula diatómica.
4. Resuelve la ecuación de Schrödinger y discute la aparición de estados ligados simétricos y antisimétricos.
5. Analiza la dependencia de la energía con la distancia entre los pozos.
6. Compara cualitativamente con el enlace covalente en moléculas reales.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Pizarrón y marcadores para deducciones colectivas.
- Cuaderno de apuntes para cálculos en equipos.
- (Opcional) Computadora con Python para graficar funciones de onda en el doble delta.

Práctica 8: Tunelaje resonante

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Plantea el problema de un potencial con dos deltas separados por una distancia a , interpretado como una barrera doble.
3. Resuelve la ecuación de Schrödinger para ondas incidentes y obtiene los coeficientes de transmisión y reflexión.
4. Identifica las condiciones de resonancia que maximizan la probabilidad de transmisión.
5. Analiza la dependencia de la transmisión con la energía de la partícula y la separación de las barreras.
6. Discute la relevancia del tunelaje resonante en dispositivos semiconductores y fenómenos cuánticos reales.
7. Prepara infografía con sus resultados en una plataforma digital.
8. Entrega infografía para su retroalimentación docente y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Pizarrón y marcadores para deducciones paso a paso.
- Cuaderno de apuntes para ejercicios.
- Plataforma digital (Canva) para la elaboración de infografías.
- Computadora con Python para graficar la transmisión en función de la energía.

Unidad IV. Dinámica cuántica

Práctica 9: Dinámica de un cúbit de espín bajo rotaciones por un campo magnético.

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Introduce la interacción de un espín con un campo magnético uniforme.
3. Explica cómo esta interacción produce una evolución temporal descrita como rotación en la esfera de Bloch.
4. Prepara un estado inicial simple y establece la dirección del campo aplicado.
5. Analiza cómo cambia la orientación del cúbit a lo largo del tiempo bajo la rotación.
6. Muestra que la probabilidad de medición depende del ángulo de rotación acumulado.
7. Discute la relación entre precesión de espines y control de qubits en computación cuántica.
8. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
9. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Pizarrón y marcadores para deducciones paso a paso.
- Cuaderno de apuntes para ejercicios.
- Computadora con Python para graficar la transmisión en función de la energía.

Práctica 10: Dinámica cuántica de paquetes de onda

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Investiga sobre la construcción de un paquete de onda gaussiano en el espacio de posiciones.
3. Plantea su evolución temporal usando la ecuación de Schrödinger libre.
4. Implementa en Python la propagación numérica del paquete mediante transformadas de Fourier.
5. Gráfica la evolución en el tiempo y observar el fenómeno de dispersión del paquete.

6. Analiza la posición promedio y la dispersión como función del tiempo.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Computadora con Python (Jupyter/Colab) y librerías numpy, matplotlib, scipy.fft.
- Notas de clase sobre evolución temporal y paquetes de onda.
- Pizarrón y marcadores para repaso colectivo.
- Cuaderno de apuntes para anotaciones y comparaciones teóricas.

Práctica 11: Las integrales de camino de Feynman

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Investiga sobre la idea de la integral de camino como suma sobre todas las trayectorias posibles.
3. Plantea el caso sencillo de la partícula libre y muestra cómo la integral reproduce el propagador conocido.
4. Analiza en equipos el significado físico de asignar amplitudes de probabilidad a cada trayectoria.
5. Implementa en Python una simulación numérica básica con caminos discretizados (camino aleatorio) para visualizar la construcción del propagador.
6. Discute la conexión entre el formalismo de Feynman y la evolución temporal en la ecuación de Schrödinger.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre propagadores y formalismo de integrales de camino.
- Computadora con Python (Jupyter/Colab), librerías numpy, matplotlib.
- Esquemas gráficos de trayectorias posibles en el espacio-tiempo.
- Cuaderno de apuntes para cálculos y reflexiones.

Unidad V. El oscilador armónico y relaciones de incertidumbre de Heisenberg

Práctica 12: El oscilador armónico en presencia de campo eléctrico

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Escribe y analiza el hamiltoniano del oscilador armónico unidimensional.
3. Introduce el término de interacción con un campo eléctrico uniforme $V(x) = -qEx$.
4. Analiza el problema como un oscilador armónico desplazado en el equilibrio.
5. Resuelve analíticamente el nuevo hamiltoniano y discute la forma de las funciones de onda.
6. Analiza en equipos la relación entre este caso y el principio de superposición de estados.
7. Compara el resultado con el caso clásico de un resorte sometido a una fuerza constante.
8. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
9. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre el oscilador armónico y perturbaciones externas.
- Pizarrón y marcadores para deducción colectiva.
- Cuaderno de apuntes para cálculos en equipos.
- (Opcional) Computadora con Python para graficar los estados desplazados.

Práctica 13: El teorema de Ehrenfest para el oscilador armónico

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Lee sobre el enunciado del teorema de Ehrenfest y su interpretación como puente entre la mecánica clásica y la cuántica.
3. Plantea el hamiltoniano del oscilador armónico y calcula las ecuaciones de movimiento para los valores esperados $\langle p \rangle$.
4. Estudia las ecuaciones clásicas de un oscilador armónico.
5. Resuelve un caso sencillo con el estado gaussiano inicial y verifica la validez del teorema.
6. Discute en equipos la importancia del resultado en la correspondencia clásica–cuántica.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre operadores de posición, momento y valores esperados.
- Pizarrón y marcadores para derivaciones paso a paso.
- Cuaderno de apuntes para ejercicios individuales.
- (Opcional) Computadora con Python para simular la evolución temporal de $\langle x \rangle$ y $\langle p \rangle$.

Unidad VI. Simetrías en mecánica cuántica

Práctica 14: Matrices aleatorias y simetrías

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Introduce el concepto de matriz aleatoria y su relación con hamiltonianos en sistemas cuánticos complejos.
3. Genera en Python ejemplos de matrices hermíticas aleatorias y calcula sus autovalores.
4. Analiza la distribución de niveles de energía y compararla con la de sistemas con simetrías simples.
5. Discute cómo la presencia o ruptura de simetrías se refleja en la estadística de los espectros.
6. Relaciona el ejercicio con aplicaciones en física nuclear, sistemas desordenados y teoría cuántica del caos.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Computadora con Python (Jupyter/Colab), bibliotecas numpy, matplotlib.
- Notas de clase sobre simetrías y operadores hermíticos.
- Esquemas impresos sobre clasificación de simetrías en mecánica cuántica.
- Cuaderno de apuntes para interpretación y discusión.

Unidad VII. Momento angular

Práctica 15: Entrelazamiento espín - órbita

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Introduce el acoplamiento entre momento angular orbital y espín en sistemas atómicos.
3. Explica cómo combinar los estados $|l, m_l\rangle$ y $|s, m_s\rangle$ en estados totales $|j, m_j\rangle$.
4. Construye un estado con j, m_j intermedios como superposición de productos orbital-espín.
5. Identifica que estos estados no pueden factorizarse y son ejemplos de entrelazamiento.
6. Discute en equipo la correlación entre mediciones de m_l y m_s .
7. Realiza en equipo un esquema con el procedimiento de suma de momento angular.
8. Entrega el esquema para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Computadora con Python (Jupyter/Colab), bibliotecas numpy, matplotlib.
- Notas de clase sobre simetrías y operadores hermíticos.
- Esquemas impresos sobre clasificación de simetrías en mecánica cuántica.
- Plataforma digital para realización de esquema (Canva).
- Cuaderno de apuntes para interpretación y discusión.

Práctica 16: El triplete y singlete

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Investiga la adición de momentos angulares de dos espines $1/2$.
3. Construye la base de productos $|\uparrow\uparrow\rangle, |\uparrow\downarrow\rangle, |\downarrow\uparrow\rangle, |\downarrow\downarrow\rangle$ y construye las combinaciones simétricas (estado triplete) y la combinación antisimétrica (estado singlete).
4. Verifica ortogonalidad y normalización de los estados obtenidos.
5. Discute la interpretación física de la simetría y su relación con el principio de exclusión de Pauli.
6. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
7. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre adición de espines y operadores de simetría.
- Pizarrón y marcadores para derivación paso a paso.
- Cuaderno de apuntes para cálculos individuales.
- (Opcional) Computadora con Python para representar los estados y verificar sus propiedades algebraicas.

Unidad V. El átomo de hidrógeno

Práctica 17: Orbitales del átomo de hidrógeno

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Escribe la ecuación de Schrödinger para el átomo de hidrógeno en coordenadas esféricas.

3. Prueba las soluciones de las ecuaciones radial y angular, identificando los números cuánticos
4. Analiza ejemplos concretos de orbitales (1s,2p,3d) y discute sus nodos radiales y angulares.
5. Visualiza en equipos los orbitales a partir de sus funciones de onda (gráficos de densidad de probabilidad).
6. Discute la relación entre la simetría esférica del problema y la degeneración de niveles.
7. Realiza en equipo una infografía que muestra los orbitales y sus simetrías.
8. Entrega infografía para su retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre el átomo de hidrógeno.
- Esquemas impresos de orbitales atómicos comunes.
- Pizarrón y marcadores para deducciones colectivas.
- (Opcional) Computadora con Python o software de visualización 3D para graficar orbitales.

Práctica 18: Reglas de selección para el átomo de hidrógeno

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Investiga la forma general de la probabilidad de transición dependiente de los elementos de matriz .
3. Plantea el caso del acoplamiento dipolar eléctrico y la interacción con radiación.
4. Deriva las reglas de selección para los números cuánticos del átomo de hidrógeno: $\Delta m=0,\pm 1$.
5. Resuelve ejemplos sencillos de transiciones permitidas y prohibidas.
6. Discute en equipo la interpretación física y cómo estas reglas se reflejan en los espectros atómicos observados.
7. Compara con los espectros experimentales conocidos del hidrógeno.
8. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
9. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre teoría de perturbaciones y transición dipolar.
- Esquemas de niveles de energía y transiciones del átomo de hidrógeno.
- Pizarrón y marcadores para derivaciones colectivas.
- Cuaderno de apuntes para resolución de ejemplos.

Unidad V. Métodos aproximados

Práctica 19: Método variacional para el átomo de hidrógeno

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Investiga sobre el principio variacional y su formulación general.
3. Propone una función de prueba sencilla con un solo parámetro variacional α para el estado fundamental del hidrógeno.
4. Calcula el valor esperado de la energía en función del parámetro variacional α .
5. Minimiza la energía respecto a α y obtiene una aproximación para el valor del estado fundamental.
6. Compara el resultado con el valor exacto del hamiltoniano del átomo de hidrógeno.
7. Discute en equipos la utilidad del método variacional para sistemas donde la solución exacta no es posible.
8. Elabora en equipo una infografía con la descripción del método y un ejemplo que anexa al portafolio digital de evidencias.
9. Presenta de manera oral ante el grupo con la infografía como apoyo para recibir retroalimentación docente.
10. Anexa infografía al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre el principio variacional.
- Pizarrón y marcadores para los cálculos colectivos.
- Plataforma digital (Canva) para la elaboración de infografías.
- Cuaderno de apuntes para resolver el ejercicio.
- Computadora con Python para realizar la minimización numérica y graficar $E(\alpha)$.

Práctica 20: Teoría de perturbaciones para el pozo con impureza central

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Recuerda la formulación de la teoría de perturbaciones no degenerada de primer orden.
3. Plantea el hamiltoniano de una partícula en un pozo infinito 1D y añade una perturbación localizada en el centro ($V(x)=\lambda\delta(x-L/2)$).
4. Calcula la corrección de primer orden a la energía para los estados fundamentales y excitados.

5. Discute cómo la simetría de los estados (pares e impares) determina el efecto de la perturbación.
6. Compara con la situación física de una impureza en un sistema cuántico confinado.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre teoría de perturbaciones.
- Pizarrón y marcadores para el cálculo colectivo.
- Cuaderno de apuntes para resolver en equipos.
- Computadora con Python para graficar los cambios en las energías con λ .

Práctica 21: Dispersión con el método WKB

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Revisa las notas sobre la aproximación WKB y su validez para potenciales que varían lentamente.
3. Plantea el problema de una partícula que incide sobre una barrera de potencial.
4. Deriva la expresión aproximada para el coeficiente de transmisión usando WKB.
5. Compara el resultado con el obtenido para el mismo problema mediante el método exacto (cuando sea posible).
6. Discute la interpretación física del tunelaje y las limitaciones del método.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre aproximación WKB y aplicaciones en tunelaje.
- Pizarrón y marcadores para deducción y discusión.
- Cuaderno de apuntes para cálculos en equipos.
- (Opcional) Computadora con Python para graficar la transmisión en función de la energía y comparar con el resultado aproximado.

Práctica 22: La regla de oro de Fermi

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Investiga la formulación de la teoría de perturbaciones dependiente del tiempo.
3. Deriva la expresión de la regla de oro de Fermi para la probabilidad de transición entre estados.
4. Aplica el resultado a un caso sencillo: partícula en un pozo perturbada por una oscilación armónica externa.
5. Calcula la tasa de transición para diferentes frecuencias de la perturbación.
6. Discute en equipo la relevancia de este resultado en espectroscopía y decaimientos cuánticos.
7. Elabora un reporte como evidencia de realización de la práctica.
8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Pizarrón y marcadores para deducción y discusión.
- Cuaderno de apuntes para cálculos en equipos.
- (Opcional) Computadora con Python para graficar la transmisión en función de la energía y comparar con el resultado aproximado.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	40%
– Portafolio digital	20%
– Prácticas taller	20%
– Tareas	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

De la Peña, L. (2014). *Introducción a la mecánica cuántica* (ed. electrónica). Fondo de Cultura Económica. [clásica]

Desai, B. R. (2009). *Quantum mechanics with basic field theory*. Cambridge University Press. [clásica]

Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2011). *The Feynman lectures on physics, Vol. III: The new millennium edition—Quantum mechanics*. Basic Books. [clásica]

- Griffiths, D. J., & Schroeter, D. F. (2018). *Introduction to quantum mechanics* (3rd ed.). Cambridge University Press. [clásica]
- Le Bellac, M. (2011). *Quantum physics* (P. de Forcrand-Millard, Trans.). Cambridge University Press. [clásica]
- Liboff, R. L. (2002). *Introductory quantum mechanics* (4th ed.). Addison-Wesley. [clásica]
- McMahon, D. (2013). *Quantum mechanics demystified* (2nd ed.). McGraw-Hill Education. [clásica]
- Sakurai, J. J., & Napolitano, J. (2020). *Modern quantum mechanics* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Saxon, D. S. (2012). *Elementary quantum mechanics*. Dover Publications (reprint of 1968 ed.).
- Shankar, R. (2012). *Principles of quantum mechanics* (2nd ed.). Springer (original: Plenum, 1994). [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Castellano, G. (2025). *Mecánica cuántica I: Apuntes de clase* [Apuntes]. FaMAF–Universidad Nacional de Córdoba. <https://www.famaf.unc.edu.ar/~gcas/cuantica1/clases-mc1.pdf>
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (s. f.). *The Feynman lectures on physics, Vol. III: Quantum mechanics* [Edición web]. Caltech. https://www.feynmanlectures.caltech.edu/III_toc.html
- Ferrer, R. (2007). *Mecánica cuántica I* [Apuntes]. Universidad de Chile. <https://macul.ciencias.uchile.cl/~vmunoz/homepage/cursos/cuantica/qm.pdf>
- Gratton, J. (2003). *Introducción a la mecánica cuántica* [Apuntes]. Universidad de Buenos Aires. <https://materias.df.uba.ar/f4aa2015c1/files/2015/03/cuantica-gratton.pdf>
- Massachusetts Institute of Technology. (2016). *8.04 Quantum physics I (Spring 2016)* [Curso abierto con notas, tareas y exámenes]. MIT OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu/courses/8-04-quantum-physics-i-spring-2016/>
- Massachusetts Institute of Technology. (2016). *Video lectures: 8.04 Quantum physics I (Spring 2016)* [Lista de reproducción]. MIT OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu/courses/8-04-quantum-physics-i-spring-2016/pages/video-lectures/>
- Tong, D. (2025). *Quantum mechanics* [Lecture notes]. University of Cambridge, DAMTP. <https://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/qm/qm.pdf> (También disponible en YouTube: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLUI4u3cNGP60cspQn3N9dYRPiyVWDd80G>)

XII. PERFIL DOCENTE

Se requiere que la persona docente cuente con Maestría en Física o en un área afín, preferentemente con grado de Doctorado, así como experiencia en docencia universitaria y dominio de la mecánica cuántica, incluyendo sus fundamentos teóricos y aplicaciones computacionales. Además, deberá ser una persona analítica y responsable, con capacidad para fomentar el pensamiento metodológico y crítico en el estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Actividad de Investigación
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase:00 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas extraclase:00 Créditos:03
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez Ramón Carrillo Bastos Manuel Iván Ocegueda Miramontes
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Actividad de Investigación proporciona al estudiantado las herramientas para comprender y aplicar los procesos que sustentan la generación del conocimiento científico. Su importancia radica en el fortalecimiento de actitudes críticas y éticas, así como en el desarrollo de habilidades para identificar problemas, formular hipótesis, diseñar proyectos y analizar información con rigor metodológico. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar proyectos de investigación a partir de la identificación de problemas relevantes en la física, empleando métodos y técnicas científicas, para generar propuestas viables y pertinentes, con ética profesional, responsabilidad y pensamiento crítico.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluye los reportes de las prácticas de taller.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. CONTENIDO

1. Fundamentos de la investigación científica
 - 1.1. Características de la investigación científica
 - 1.2. Naturaleza del conocimiento físico: teorías, leyes y modelos
 - 1.3. Tipos de investigación: básica y aplicada, teórica, experimental y simulación computacional
 - 1.4. Enfoques de investigación: cuantitativo, cualitativo y mixto
 - 1.5. Ética en la investigación
2. Diseño metodológico de proyectos
 - 2.1. Planteamiento del problema de investigación
 - 2.2. Revisión bibliográfica y uso de fuentes académicas
 - 2.3. Formulación de hipótesis y modelos teóricos
 - 2.4. Procedimiento, técnicas e instrumentos
 - 2.5. Recolección y análisis de datos
3. Elaboración y presentación del reporte de resultados de la investigación

VII. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Práctica 1: Mapa conceptual sobre los tipos de investigación científica

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa la información proporcionada por su docente sobre los tipos de investigación científica y sus principales características.
3. Realiza una investigación bibliográfica para complementar la información brindada por su docente.
4. Elabora un mapa conceptual en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
5. Agrega al portafolio de evidencias el documento con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Internet.

Práctica 2: Redacción del planteamiento de un proyecto de investigación científica

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Elige un tema de interés para realizar una investigación científica básica o aplicada, teórica, experimental o simulación computacional, con la asesoría de una persona especialista en el área elegida por la o el estudiante.
2. Redacta en un documento de texto el proyecto de investigación, incluyendo el planteamiento del problema, hipótesis, justificación, objetivos generales y específicos, procedimiento, modelos teóricos, cronograma de actividades y referencias bibliográficas.
3. Realiza una presentación oral del documento.
4. Entrega el documento a su docente para su revisión y retroalimentación.
5. Agrega al portafolio de evidencias el documento con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Recursos bibliográficos.

- Computadora o tableta.
- Internet.

Práctica 3: Realización del proyecto de investigación científica

Duración

36 horas

1. Desarrolla la investigación científica siguiendo el procedimiento descrito en su proyecto de investigación, con la asesoría de la persona especialista en el área elegida por la o el estudiante.
2. Realiza la recolección y el análisis de los datos obtenidos en su investigación.
3. Elabora un reporte en un documento de texto con los avances de su proyecto.
4. Entrega el documento a su docente para su revisión y retroalimentación.
5. Agrega al portafolio de evidencias el documento con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Internet.

Práctica 4: Elaboración y presentación del reporte de los resultados de la investigación

Duración

03 horas

1. Elabora un reporte escrito con los resultados finales de su investigación, en formato de artículo científico, que contenga título, autores, resumen, introducción, metodología, resultados, discusión, conclusiones y referencias bibliográficas.
2. Realiza una presentación oral del reporte de los resultados.
3. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.
4. Agrega al portafolio de evidencias el reporte con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Internet.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.

- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas conceptuales

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Prácticas taller	70%
– Presentaciones orales	10%
– Portafolio de evidencias	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Marder, M. P. (2011). *Research methods for science*. Cambridge University Press. [clásica]

Sampieri, R.H., Méndez, S., Mendoza, C.P. y Cuevas, A. (2017). *Fundamentos de investigación*. McGraw-Hill. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Creswell, J. W. & Creswell, J. D. (2022). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE.

Sampieri, R. H., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill. [clásica]

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o áreas afines, preferentemente con estudios de posgrado y con amplio dominio en investigación científica. Experiencia en práctica docente y con habilidades pedagógicas. Ser una persona respetuosa, honesta, responsable, proactiva, analítica y que fomente el trabajo individual y en equipo.



LEARNING MODULE

I. GENERAL INFORMATION

School:	Faculty of Sciences, Ensenada
Major:	Bachelor's degree in Physics
Study Program:	2027-1
Learning Module Name:	Academic English for Science
Number:	
Duration distribution:	Workshop Hours: 03 Laboratory Hours: 00 Field Practice Hours: 00 Clinical Hours:00 Credits: 03
Stage:	Terminal
Module Type:	Compulsory
Requirements:	None
Mode of delivery:	In-person
Design Team:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez Jorge Alberto Villavicencio Aguilar Ramón Carrillo Bastos Manuel Iván Ocegueda Miramontes
Approved of Assistant Dean (s):	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Date:	May 21, 2026
Approval and registration:	

II. PURPOSE OF LEARNING MODULE

To enable students to use the English language in an academic context related to science. Through reading, writing, and oral presentations on scientific topics, students will strengthen their ability to interpret research papers and communicate scientific results in English. The learning module promotes clarity, analytical reasoning, curiosity, inclusion, and collaborative learning, linking linguistic competence with disciplinary understanding. It is located in the terminal stage, is compulsory, and belongs to the Physics area of knowledge.

III. COMPETENCE OF THE LEARNING MODULE

To use English to read, write, and present scientific research with accurate terminology, concise structure, and ethical citation, demonstrating audience-appropriate reasoning and teamwork.

IV. EVIDENCES OF LEARNING/ACHIEVEMENT

As evidence of learning, students will submit work in three domains: reading, writing, and scientific presentations, including participation in a simulated scientific conference.

- Reading: a 1–2 page brief on a peer-reviewed scientific article (research objectives, methods, results, limits) and a vocabulary long of 20–25 terms with context and paraphrase.
- Writing: a structured abstract (≤ 250 words) and a short report in IMRaD format (750–1000 words, ≥ 5 scholarly sources, figures with captions), plus a similarity report ($\leq 10\%$) and a properly formatted reference list.
- Oral: a 8–10 slide deck and a 10-minute conference-style talk with a 3–5 minute Q&A.
- Conference: active participation and professional conduct during the session, two peer-review forms (one abstract and one talk), and engagement in advanced Q&A. Assessment uses concise analytic rubrics, organization, scientific accuracy, language/style, audience design, and integrity citation.

V. PROFESSIONAL COMPETENCY OF THE GRADUATE PROFILE TO WHICH THE LEARNING UNIT CONTRIBUTES

To propose models of physical systems based on the understanding of natural phenomena to solve physics problems with scientific rigor, responsibility and honesty.

VI. CROSS-CUTTING THEME TO WHICH IT CONTRIBUTES

Excellence, Vanguard, Inclusion, and Interculturality.

VII. CONTENT

1. Reading and understanding scientific texts in English.
 - 1.1. Reading strategies for scientific papers and reports.
 - 1.2. Scientific vocabulary.
 - 1.3. Analyzing abstract and scientific summaries.
 - 1.4. Identifying biases and stereotypes.
 - 1.5. Paraphrasing and summarizing results.
2. Writing scientific reports and abstracts in English.
 - 2.1. Structure of scientific reports following the IMRaD format.
 - 2.2. Writing abstracts and conclusions.
 - 2.3. Grammar style in scientific writing.
 - 2.4. Avoiding plagiarism and ensuring academic integrity and equity.
3. Oral communications and presentation in English on scientific topics.
 - 3.1. Pronunciation and scientific terminology.
 - 3.2. Designing effective slides and visual aids.
 - 3.3. Presenting results and defending ideas.
 - 3.4. Simulated conference participation.

VIII. STRUCTURE OF WORKSHOP PRACTICES

Practice 1: Critical reading of research papers in English

Duration

08 hours

Procedure

1. Follows the teacher's guidelines for the development of the practice.
2. Selects an article in English from an indexed scientific journal.
3. Identifies abstract methods, results, and conclusions.
4. Identifies biases and stereotypes.
5. Highlights and defines technical vocabulary.
6. Writes a text summarizing the main findings.
7. Receives teacher feedback.
8. Submits the final version with observations addressed in the feedback.

Support resources

- Computer
- Internet
- Scientific databases
- Dictionary

Practice 2: Development of scientific and technical vocabulary in English

Duration

08 hours

Procedure

1. Follows the teacher's guidelines for the development of the practice.
2. Creates a glossary of scientific and technical terms in English.
3. Writes example sentences using each term.
4. Discuss meanings and contexts in small groups.
5. Prepares and submit an infographic glossary with contextual explanations.
6. Receives teacher feedback.
7. Submits the final version with observations addressed in the feedback.

Support resources

- Computer
- Internet
- Designing platform
- Scientific databases
- Dictionary

Practice 3: Writing abstracts in English and peer review

Duration

08 hours

Procedure

1. Follows the teacher's guidelines for the development of the practice.
2. Writes an abstract in English on a selected scientific topic.
3. Exchanges abstracts with classmates for peer correction following the teacher's rubric.
4. Discuss feedback in pairs.
5. Receives teacher feedback.
6. Submits the final version with observations addressed in the feedback.

Support resources

- Computer
- Internet
- Scientific databases
- Dictionary
- Rubric to evaluate abstracts.

Practice 4: Writing a scientific report in English

Duration

08 hours

Procedure

1. Follows the teacher's guidelines for the development of the practice.
2. Writes a scientific report in English on a selected topic, adhering to the IMRaD structure.
3. Includes graphs and data interpretation.
4. Avoids plagiarism and ensures academic integrity and equity.
5. Receives teacher feedback.
6. Submits the final version with observations addressed in the feedback.

Support resources

- Computer
- Internet
- Scientific databases
- Dictionary

Practice 5: Scientific presentation in English**Duration**

08 hours

Procedure

1. Follows the teacher's guidelines for the development of the practice.
2. Prepares a presentation in English on a selected scientific topic.
3. Uses slides with graphs, figures and keywords.
4. Delivers the presentation and answer questions.
5. Receives teacher feedback.

Support resources

- Computer
- Software or internet platform to create presentations
- Projector
- Internet
- Scientific databases
- Dictionary

Practice 6: Scientific conference simulation in English**Duration**

08 hours

Procedure

1. Follows the teacher's guidelines for the development of the practice.
2. Organizes a simulated conference where students present in English.
3. Assigns roles: speaker, moderator and audience.
4. Conducts sessions with Q&A.
5. Reflects on communication strategies and improvement areas.

6. Receives teacher feedback.

Support resources

- Computer
- Projector
- Internet
- Scientific databases
- Dictionary

IX. METHODOLOGY AND STRATEGIES

Course framework

On the first day of class, each instructor must establish the working methods, evaluation criteria, quality of academic work, and teacher-student rights and responsibilities.

Teaching strategies

- Project-based method
- Question-based learning
- Expository technique
- Debates
- Guided discussion
- Guided instruction
- Forums

Learning strategies

- Documentary research
- Presentation of case resolution
- Collaborative work
- Expository technique
- Comparative charts

X. EVALUATION CRITERIA

Accreditation criteria

To be eligible for ordinary and extraordinary exams, each student must meet the attendance percentages established by the current School Statute. Grades are on a scale from 0 to 100, with a minimum passing grade of 60.

Assessment criteria

– Reading practice	30 %

– Writing practice	30 %
– Oral presentations	20 %
– Scientific conference	20 %
Total	100 %

XI. BIBLIOGRAPHY

Resources of the UABC physical and digital library

Barrett, G. (2016). *Perfect English grammar: the indispensable guide to excellent writing and speaking*. Zephyros Press. [classic]

Blackwell, J. & Martin, J. (2011). *A scientific approach to scientific writing* [Electronic resource]. Springer. [classic]

Berry, R. (2012). *English grammar: a resource book for students* [Electronic resource]. Routledge. [classic]

DiGiacomo, M. (2020). *The English grammar workbook for adults: a self-study guide to improve functional writing*. Rockridge Press.

Glasman-Deal, H. (2020). *Science research writing: for native and non-native speakers of English*. World Scientific.

Silyn-Roberts, H. (2013). *Writing for Science and Engineering: papers, presentations and reports* (2nd ed.) [Electronic resource]. Elsevier. [classic]

Wallwork, A. (2011). *English for writing research papers* [Electronic resource]. Springer. [classic]

Databases available at the UABC Library. <https://bibliotecas.uabc.mx/>

Freely accessible or external complementary resources

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2019). *Scientific writing: Participant workbook*. Association of Public Health Laboratories (APHL). https://www.aphl.org/programs/infectious_disease/Documents/Scientific_Writing_Participant_Workbook.pdf

Cornell University Library. (s. f.). *arXiv: Open access to physics, mathematics, and computer science research*. <https://arxiv.org/>

European Association of Science Editors. (2021). *Writing science in English: A guide for authors and editors*. ScienceScape Editing. <https://ease.org.uk/wp-content/uploads/2021/10/Writing-Science-in-English-2021.pdf>

Gopen, G. D., & Swan, J. A. (1990). *The science of scientific writing*. American Scientist, 78(6), 550–558.

https://www.usenix.org/sites/default/files/gopen_and_swan_science_of_scientific_writing.pdf

Hewings, M. (2023). *Advanced grammar in use* (4th ed.). Cambridge University Press.

<https://dn721806.ca.archive.org/0/items/english-grammar-in-use-raymond-murphy/3-Advanced%20Grammar%20in%20Use%203rd%20Edition%20Martin%20Hewings.pdf>

Iowa State University Library. (s. f.). *Free scientific research resources*.

<https://instr.iastate.libguides.com/c.php?g=49318&p=318011>

Open access scientific databases.

XII. TEACHER PROFILE

A bachelor's degree in Physics or a related field, preferably with postgraduate studies and extensive experience in scientific research and English language proficiency, minimum B2 (upper intermediate level). Experience in teaching and pedagogical skills. A respectful, inclusive, honest, responsible, proactive, and analytical individual who encourages both individual and teamwork.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Mecánica Estadística
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La Mecánica Estadística es una rama de la física que estudia el comportamiento de los sistemas macroscópicos desde un punto de vista microscópico o molecular utilizando técnicas probabilísticas y estadísticas, así como los principios de la Termodinámica y la Mecánica Cuántica. El propósito de la unidad de aprendizaje es desarrollar en el estudiantado las capacidades de interpretación y aplicación de principios físicos para explicar y predecir los fenómenos macroscópicos de sistemas complejos de muchas partículas partiendo de las características de las moléculas individuales que constituyen al sistema. La utilidad de la Mecánica Estadística consiste en que permite ligar el comportamiento microscópico de sistemas físicos complejos (gases, líquidos, metales, cristales, soluciones, polímeros, entre otros) con su comportamiento en la escala macroscópica, de modo que establece una conexión entre lo microscópico y el comportamiento del sistema en el mundo real. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Física. Se recomienda haber cursado las unidades de aprendizaje de Termodinámica y Mecánica Cuántica.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Formular las propiedades termodinámicas macroscópicas en equilibrio de sistemas moleculares complejos constituidos por un gran número de partículas a partir de las propiedades microscópicas de las moléculas individuales, utilizando los principios de la termodinámica y la mecánica cuántica, modelos matemáticos, así como herramientas de simulación y programación, para predecir y entender fenómenos macroscópicos de la materia, con objetividad, responsabilidad y pensamiento analítico.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias con ejercicios resueltos de manera individual y/o equipo donde se apliquen los principios de la mecánica estadística acompañados de la interpretación física de los resultados, con el desglose detallado de los procedimientos analíticos, así como investigaciones bibliográficas sobre temas de mecánica estadística.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción a la Mecánica Estadística

Competencia

Investigar el estado de un sistema de muchas partículas, utilizando el enfoque microscópico que parte de las propiedades moleculares, modelos matemáticos y herramientas de simulación y programación, para deducir las propiedades macroscópicas del sistema como un todo, de manera objetiva y responsable.

Contenido

- 1.1. El enfoque microscópico y el papel de la mecánica estadística
- 1.2. Descripción estadística de un sistema de partículas
- 1.3. El concepto de ensamble estadístico

Duración

04 horas

Unidad II. El ensamble Canónico

Competencia

Establecer la conexión fundamental entre los niveles de energía de un sistema físico con temperatura, volumen y número total de partículas fijos, mediante la formulación de la función de partición del ensamble canónico, para obtener las funciones termodinámicas del sistema, con responsabilidad y actitud crítica.

Contenido

- 2.1. Promedios sobre ensambles
- 2.2. Método de la distribución más probable
- 2.3. Conexión con la termodinámica

Duración

05 horas

Unidad III. Otros ensambles

Competencia

Establecer la conexión fundamental entre los niveles de energía de sistemas físicos de distintos ensambles, mediante la derivación de la correspondiente función de partición del sistema, para obtener sus funciones termodinámicas, con actitud crítica y pensamiento analítico.

Contenido

- 3.1. Ensamble Gran Canónico
- 3.2. Ensamble Isotérmico-Isobárico

3.3. Ensamble Microcanónico

Duración

05 horas

Unidad IV. Fluctuaciones

Competencia

Evaluar, plantear y modelar problemas relacionados con las fluctuaciones de variables termodinámicas en diferentes ensambles estadísticos, mediante el uso de funciones de partición y valores esperados, para interpretar la estabilidad de los sistemas físicos y comprender la conexión entre microestados y propiedades macroscópicas, con creatividad, objetividad y rigor científico.

Contenido

4.1. Variables termodinámicas y funciones de partición

4.2. Valores esperados de variables termodinámicas

Duración

04 horas

Unidad V. Estadísticas fundamentales

Competencia

Formular las funciones de partición para bosones y fermiones, aplicando las correspondientes propiedades de simetría, para derivar las estadísticas cuánticas conocidas como estadística de Fermi-Dirac y estadística de Bose-Einstein, con actitud analítica y responsable.

Contenido

5.1. Estadística de Boltzmann

5.2. Estadística de Fermi-Dirac

5.3. Estadística de Bose-Einstein

5.4. Límite de altas temperaturas

Duración

06 horas

Unidad VI. Gas ideal monoatómico

Competencia

Formular las funciones de partición electrónica y nuclear de un gas monoatómico diluido, mediante los procedimientos de la mecánica estadística, para calcular sus propiedades termodinámicas, de manera objetiva y responsable.

Contenido

- 6.1. Función de partición
- 6.2. Funciones termodinámicas

Duración

04 horas

Unidad VII. Gas ideal diatómico**Competencia**

Formular las funciones de partición de un gas diatómico ideal incorporando los grados de libertad rotacional y vibracional, utilizando la aproximación de rotor rígido y oscilador armónico, para calcular sus propiedades termodinámicas, con responsabilidad y pensamiento analítico.

Contenido

- 7.1. Aproximación de rotor rígido y de oscilador armónico
- 7.2. Función de partición vibracional
- 7.3. Función de partición rotacional
- 7.4. Aplicación al caso de moléculas diatómicas homonucleares

Duración

06 horas

Unidad VIII. Estadística cuántica**Competencia**

Formular una descripción unificada de los regímenes de altas temperaturas/bajas densidades y de bajas temperaturas/altas densidades en gases ideales de Fermi-Dirac y de Bose-Einstein, mediante las funciones de partición de bosones y fermiones, para calcular las propiedades termodinámicas de estos sistemas, con creatividad y pensamiento crítico.

Contenido

- 8.1. Gas ideal de Fermi-Dirac débilmente degenerado
- 8.2. Gas ideal de Fermi-Dirac fuertemente degenerado
- 8.3. Gas ideal de Bose-Einstein débilmente degenerado
- 8.4. Gas ideal de Bose-Einstein fuertemente degenerado
- 8.5. Matriz de densidad

Duración

08 horas

Unidad IX. Aplicación de los cristales

Competencia

Formular la función de partición de un cristal monoatómico mediante el cálculo de su espectro vibracional, para calcular sus propiedades termodinámicas, en particular derivar la capacidad calorífica del cristal de acuerdo con la teoría de Einstein y a la teoría de Debye, de manera responsable y objetiva.

Contenido

- 9.1. Espectro vibracional de un cristal monoatómico
- 9.2. Teoría de Einstein del calor específico de cristales
- 9.3. Teoría de Debye para la capacidad calorífica de cristales
- 9.4. Dinámica de la red y fonones

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Introducción a la Mecánica Estadística

Práctica 1: Simulación de distribución aleatoria de partículas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de estados microscópicos de sistemas de partículas y su distribución estadística.
3. Genera datos de posiciones aleatorias de partículas usando Python.
4. Construye histogramas y gráficas a partir de los datos generados.
5. Escribe un reporte en un documento de texto con el desarrollo de los resultados y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
6. Agrega al portafolio de evidencias el documento de texto con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Internet.

Unidad II. El ensamble canónico

Práctica 2: Promedios sobre ensambles

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de promedios sobre ensambles canónicos de sistemas con temperatura, volumen y número total de partículas fijos.
3. Resuelve los ejercicios que involucran calcular valores promedio de la energía y de la presión de un ensamble canónico.
4. Escribe el desarrollo de los resultados en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
5. Agrega al portafolio de evidencias el documento de texto con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Internet.
- Cuaderno y lápiz.

Unidad III. Otros ensambles

Práctica 3: Comparación de diferentes tipos de ensambles

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de ensamble microcanónico, canónico, gran canónico e isotérmico-isobárico.
3. Elabora un cuadro comparativo con los diferentes tipos de ensambles, donde identifica las características físicas que los definen, así como sus alcances y limitaciones.
4. Escribe un informe detallado en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
5. Agrega al portafolio de evidencias el documento de texto con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.

- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Internet.
- Cuaderno y lápiz.

Unidad IV. Fluctuaciones

Práctica 4: Fluctuaciones en el volumen de un ensamble isotérmico-isobárico

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de ensamble isotérmico-isobárico y de fluctuaciones en ensambles.
3. Resuelve los ejercicios que involucran calcular las fluctuaciones en el volumen de un ensamble isotérmico-isobárico.
4. Escribe el desarrollo de los resultados en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
5. Agrega al portafolio de evidencias el documento de texto con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta .
- Internet.
- Cuaderno y lápiz.

Unidad V. Estadísticas fundamentales

Práctica 5: Ecuación de estado de un gas ideal monoatómico

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de las estadísticas de Boltzmann, Fermi-Dirac y Bose-Einstein
3. Resuelve los ejercicios que involucran calcular la presión de un gas ideal monoatómico para mostrar que el resultado se mantiene independientemente de la estadística considerada.
4. Escribe el desarrollo de los resultados en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

5. Agrega al portafolio de evidencias el documento de texto con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Internet.
- Cuaderno y lápiz.

Unidad VI. Gas ideal monoatómico

Práctica 6: Entropía de un gas ideal monoatómico

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de función de partición y entropía de un gas ideal monoatómico.
3. Resuelve los ejercicios que involucran calcular la entropía de un gas ideal monoatómico.
4. Escribe el desarrollo de los resultados en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
5. Agrega al portafolio de evidencias el documento de texto con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Internet.
- Cuaderno y lápiz.

Unidad VII. Gas ideal diatómico

Práctica 7: Momento de inercia de una molécula diatómica

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de función de partición de un gas ideal diatómico.
3. Resuelve los ejercicios que involucran calcular el momento de inercia de una molécula diatómica.

4. Escribe el desarrollo de los resultados en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
5. Agrega al portafolio de evidencias el documento de texto con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Internet.
- Cuaderno y lápiz.

Unidad VIII. Estadística cuántica

Práctica 8: Simulación de la función de distribución de Fermi-Dirac

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de gas ideal de Fermi-Dirac fuertemente degenerado y la función de distribución de Fermi-Dirac.
3. Programa en Python la fórmula de la función de distribución de Fermi-Dirac de un gas de fermiones fuertemente degenerado.
4. Genera gráficas de la función de distribución como función de la energía a diferentes temperaturas.
5. Escribe el desarrollo de los resultados en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
6. Agrega al portafolio de evidencias el documento de texto con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Internet.

Unidad IV. Aplicación a los cristales

Práctica 9: Calor específico de cristales

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los conceptos de la teoría de Einstein del calor específico de cristales.
3. Resuelve los ejercicios que involucran calcular el calor específico de un cristal bidimensional.
4. Escribe el desarrollo de los resultados en un documento de texto y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.
5. Agrega al portafolio de evidencias el documento de texto con las observaciones atendidas en la retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o tableta.
- Internet.
- Cuaderno y lápiz.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas.
- Aprendizaje basado en preguntas.
- Técnica expositiva.
- Instrucción guiada.

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental.
- Exposición de resoluciones de casos prácticos.
- Trabajo colaborativo.
- Técnica expositiva.

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	40 %
– Prácticas taller	10 %
– Tareas	20 %
– Exposición de una aplicación	10 %
– Portafolio de evidencias	20 %
Total	100 %

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Gallavotti, G. (2011). *Statistical Mechanics*. [Recurso electrónico]. Springer. [clásica]
- Kittel, C. & Kroemer, H. (1980). *Thermal Physics*. W. H. Freeman. [clásica]
- Mazenko, G. F. (2000). *Equilibrium Statistical Mechanics*. Wiley and Sons. [clásica]
- McQuarrie, D. A. (2000). *Statistical Mechanics*. University Science Books. [clásica]
- Pathria, R. K. & Beale, P. D. (2011). *Statistical Mechanics*. Elsevier. [clásica]
- Reif, F. (1985). *Fundamentals of Statistical and Thermal Physics*. McGraw-Hill. [clásica]
- Salasnich, L. (2022). *Modern Physics: Introduction to Statistical Mechanics, Relativity, and Quantum Physics*. Springer.
- Shell, M. S. (2015). *Thermodynamics and Statistical Mechanics: an integrated approach*. Cambridge University Press. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Frederick, R. (2010). *Física estadística volumen 5*. Reverté. [clásica]
- NIST Digital Library of Mathematical Functions. <https://dlmf.nist.gov/>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o áreas afines, preferente con estudios de posgrado y con amplio dominio en Mecánica Estadística. Experiencia en práctica docente y con habilidades pedagógicas. Ser una persona respetuosa, honesta, responsable, proactiva, analítica y que fomente el trabajo individual y en equipo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Física Computacional
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 03 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos: 07
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Miguel Ángel González Mandujano Selene Solorza Calderón Ramón Carrillo Bastos
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Física Computacional proporciona al estudiantado los modelos y algoritmos numéricos avanzados para modelar y simular problemas de la física que carecen de soluciones analíticas exactas o sencillas. Se enfoca en el desarrollo de metodologías para la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones diferenciales parciales, así como en técnicas de simulación estocástica y dinámica molecular. Asimismo, fomenta actitudes analíticas, críticas y de trabajo colaborativo que le permitan integrar esas competencias en la solución de problemas relacionados con la física y áreas afines, preparando al estudiantado para la investigación y el desarrollo tecnológico. Esta unidad de aprendizaje es de carácter obligatorio, se ubica en la etapa terminal y forma parte del área de conocimiento Computacional.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Modelar sistemas físicos lineales y no lineales mediante la implementación de diferentes métodos numéricos avanzados, para describir el comportamiento de los sistemas y seleccionar la solución más apropiada, de forma crítica, reflexiva, independiente, creativa, honesta y responsable.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elaboración de un portafolio digital.

El portafolio digital se entregará de manera electrónica a través de enlace para compartir archivos y contendrá: (i) una carpeta con los cuadernos ejecutables (*notebooks*) y el código debidamente documentado; (ii) los informes de simulación en formato PDF de los problemas clave de cada unidad; y (iii) todos los reportes de prácticas en formato PDF, con la implementación, el análisis de resultados, la evaluación de los errores numéricos, la justificación del método elegido, las conclusiones y la bibliografía consultada. Todo deberá estar redactado en un lenguaje formal, claro y preciso, que evidencie dominio técnico y un análisis profundo de los resultados.

Proyecto final computacional

El proyecto puede ser individual o en equipos de 2–3 integrantes, debe incluir título y planteamiento del problema con objetivos claros; breve estado del arte (con mínimo 5 referencias en APA); modelo físico-matemático y supuestos; método numérico con criterios de estabilidad y convergencia; implementación reproducible en *notebooks* y código documentado; experimentos de validación y barridos de parámetros con análisis de sensibilidad; estimación de errores; resultados con figuras legibles y discusión; conclusiones. Entregables: informe en PDF (10–15 págs.), repositorio/archivo comprimido con código y datos, y presentación breve (8–10 min).

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar y utilizar programas computacionales aplicando los principios fundamentales de la física para la simulación o modelado de procesos físicos, con responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia, Vanguardia e Innovación Social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos computacionales y herramientas del análisis numérico

Competencia

Comparar las soluciones de problemas clásicos de la física mediante los principios de la aritmética de punto flotante, las técnicas de interpolación, derivación e integración, para garantizar la confiabilidad y estabilidad de las soluciones desarrollando una actitud crítica, reflexiva, paciente y honesta.

Contenido

- 1.1. Introducción a la Física Computacional: El papel del cómputo en la física, algoritmos y lenguajes de programación.
- 1.2. Conceptos de Programación y Visualización (Uso de Python, Jupyter Notebooks y librerías clave como NumPy y Matplotlib).
- 1.3. Aritmética de Punto Flotante y Errores Numéricos: Representación de números y amplificación de errores.
- 1.4. Análisis funcional y operaciones matemáticas fundamentales.
 - 1.4.1. Interpolación polinomial.
 - 1.4.2. Derivación numérica. Métodos de diferencias finitas y su aplicación para estimar derivadas.
 - 1.4.3. Integración numérica. Cálculo de integrales definidas empleando los métodos de trapecio y Simpson, así como sus versiones modificadas.

Duración

04 horas

Unidad II. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO)

Competencia

Analizar las soluciones numéricas de ecuaciones diferenciales ordinarias mediante la estimación del error, la exactitud y la estabilidad de los modelos numéricos clásicos, para seleccionar la solución más apropiada al momento de resolver problemas que se presentan en la física, con actitud crítica, reflexiva, honesta y respetuosa.

Contenido

- 2.1. Introducción y Métodos Fundamentales (EDO)
 - 2.1.1. Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.
 - 2.1.2. Comparación de las soluciones analíticas y numéricas empleando el método de Euler.
 - 2.1.3. Solución de sistemas de EDOs acopladas y de orden superior.
- 2.2. Cinemática con arrastre.
 - 2.2.1. Movimiento en una dimensión con arrastre.
 - 2.2.2. Movimiento en dos dimensiones con arrastre (Tiro parabólico con arrastre).
- 2.3. Movimiento oscilatorio y caos.
 - 2.3.1. Oscilador armónico simple. Análisis de la estabilidad numérica y la conservación de energía. Método de Euler modificado y Runge-Kutta.
 - 2.3.2. Oscilador con amortiguamiento.
 - 2.3.3. Caos: Péndulo forzado y amortiguado (introducción al caos determinista).
- 2.4. Órbitas y sistema gravitacionales.
 - 2.4.1. El problema de dos cuerpos: Leyes de Kepler, órbitas planetarias y la fuerza gravitacional.
 - 2.4.2. Métodos para Sistemas Hamiltonianos: Introducción al método de Verlet.
 - 2.4.3. El problema de los tres cuerpos.

Duración

10 horas

Unidad III. Diferencias finitas en ecuaciones diferenciales parciales (EDP)

Competencia

Comparar las soluciones numéricas de ecuaciones diferenciales parciales mediante el análisis de error, la convergencia, la exactitud y la estabilidad de los modelos numéricos clásicos, para seleccionar la solución más apropiada al momento de resolver EDPs elípticas, parabólicas e hiperbólicas que se presentan en la física, con actitud crítica, propositiva, reflexiva y responsable.

Contenido

- 3.1. Introducción y Clasificación de Ecuaciones Diferenciales Parciales.
 - 3.1.1. Discretización de operadores diferenciales.
 - 3.1.2. Clasificación de EDPs de segundo orden (Elípticas, Parabólicas, Hiperbólicas).
- 3.2. Ecuaciones Diferenciales Parciales Elípticas (Problemas de Estado Estacionario)
 - 3.2.1. Discretización de las ecuaciones de Laplace y Poisson.
 - 3.2.2. Métodos iterativos de Relajación (Jacobi y Gauss-Seidel).
 - 3.2.3. Criterios de convergencia y el problema del número de condición de la matriz.
- 3.3 Ecuaciones Diferenciales Parciales Hiperbólicas (Problemas de Ondas y Propagación)
 - 3.3.1. Discretización de la Ecuación de Onda y análisis del dominio de dependencia.
 - 3.3.2. Esquemas de diferencias finitas en el tiempo: Método de Leapfrog y el criterio de

estabilidad de CFL

3.3.3. Introducción a los Métodos Espectrales (series de Fourier) y sus ventajas.

3.4. Ecuaciones Diferenciales Parciales Parabólicas (Problemas de Difusión y Evolución)

3.4.1. Discretización de la ecuación de calor y análisis de estabilidad (Criterio de Courant).

3.4.2. Métodos de Diferencias Finitas para el tiempo: Esquema explícito (Método de Euler hacia adelante).

3.4.3. Métodos de Diferencias Finitas para el tiempo: Esquema implícito (Método de Crank-Nicholson).

3.4.4. La Ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo.

Duración

10 horas

Unidad IV. Simulación computacional y sistemas estocásticos

Competencia

Analizar las soluciones numéricas mediante el análisis de error, la convergencia, la exactitud y la estabilidad de los modelos numéricos clásicos, para resolver problemas de mecánica cuántica, con formalidad, orden y rigor científico, con actitud crítica, reflexiva, honesta y respetuosa.

Contenido

4.1. Métodos Estocásticos y fenómenos aleatorios

4.1.1. Introducción a los números aleatorios y su generación (uniforme, gaussiana, etc.).

4.1.2. Introducción a los sistemas no deterministas y la difusión.

4.1.3. El concepto de caminos aleatorios (random walks).

4.3. Dinámica Molecular y Sistemas de Muchos Cuerpos

4.3.1. Introducción a la Dinámica Molecular (DM).

4.3.2. Interacciones y Potenciales de Lennard-Jones.

4.3.3. Algoritmos de integración para DM (Verlet y sus variantes).

4.3.4. Simulación de la estructura y movimiento de un sistema simple de partículas.

4.4. Problemas de Valores Propios y Mecánica Cuántica

4.4.1. Solución del problema de la partícula en un pozo de potencial (potencial infinito y potencial finito). Método del disparo.

4.4.2. Formulación matricial para problemas de valores propios.

Duración

08 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Fundamentos computacionales y herramientas del análisis numérico

Práctica 1: Uso básico de un lenguaje interpretado: tipos de variables y estructuras de control iterativo y condicional

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Define y asigna valores a variables de diferentes tipos (entero, flotante, cadena).
3. Realiza operaciones aritméticas sencillas, prestando atención a la conversión de tipos y a las diferencias entre la división entera y la flotante.
4. Implementa una estructura if-else para simular la toma de decisiones en un algoritmo, por ejemplo, para definir la función signo o la función Heaviside.
5. Implementa un bucle for para realizar una suma iterativa o un cálculo de progresión.
6. Utiliza un bucle while para simular un proceso que continúa hasta que se cumple un criterio de convergencia simple.
7. Documenta el notebook creado.
8. Entrega el notebook en formato digital para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 2: Uso de arreglos (rebanado), definición de funciones y graficado

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Crea y manipula arreglos de una y dos dimensiones (vectores y matrices).
3. Realiza operaciones aritméticas a nivel de arreglo (vectorización) para comparar la sintaxis con el uso de bucles.
4. Define una función que implemente una ecuación física sencilla y asegúrate de que pueda aceptar arreglos como entrada.
5. Utiliza Matplotlib para graficar en 2D el resultado de la función definida en el paso anterior.
6. Personaliza el gráfico añadiendo un título, etiquetas a los ejes y ajustando el rango de visualización.

7. Documenta el notebook creado
8. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 3: Interpolación, derivación e integración numérica.

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Interpolan un conjunto de datos (físicos o experimentales) utilizando el polinomio de Lagrange o de Newton.
3. Graficar los datos originales y el polinomio interpolante resultante para verificar la fidelidad de la aproximación.
4. Aplicar el método de diferencias finitas centradas para estimar la derivada de una función analítica conocida y cuantificar el error de truncamiento (truncation error).
5. Programar los métodos de Trapecio y Simpson (versiones compuestas) para calcular una integral definida.
6. Resolver un problema de integración numérica aplicado a la física comparando el resultado con el valor analítico.
7. Documentar el notebook creado.
8. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Unidad II. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO)

Práctica 4: EDOs de primer orden y método de Euler

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Modela problemas físicos que involucren EDOs de primer orden, por ejemplo, el decaimiento radioactivo, Ley de Newton para el enfriamiento, circuitos RC y LR.

3. Resuelve las EDOs empleando el método de Euler.
4. Compara la solución numérica con la solución analítica
5. Evalúa la precisión en función del tamaño del paso.
6. Documenta el notebook creado.
7. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 5: Cinemática: Movimiento con resistencia del aire

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Modela el movimiento rectilíneo de un cuerpo, como por ejemplo, un problema de caída libre o el problema de un ciclista, incluyendo la fuerza de arrastre del aire, como una EDO de segundo orden.
3. Reescribe la EDO como un sistema de dos EDOs de primer orden acopladas.
4. Resuelve este sistema de EDOs usando el método de Euler o Runge-Kutta y compara con la solución para el caso sin arrastre.
5. Grafica la velocidad y la posición en función del tiempo y analiza el concepto de velocidad terminal.
6. Extiende el modelo para simular un tiro parabólico con arrastre en dos dimensiones.
7. Reescribe las EDOs como un sistema de cuatro EDOs de primer orden acopladas.
8. Resuelve el sistema con el método de Euler o Runge-Kutta.
9. Grafica la trayectoria del proyectil (y vs. x) y compara con la solución analítica para el caso sin resistencia del aire. En particular, analiza cómo la fuerza de arrastre afecta el alcance y la altura máxima.
10. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 6: Movimiento oscilatorio y estabilidad numérica

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Reescribe la EDO como un sistema de dos EDOs de primer orden acopladas.
3. Modela el oscilador armónico simple y su representación en el espacio de fases.
4. Resuelve las ecuaciones de movimiento utilizando el método de Euler y grafica la posición angular contra el tiempo y compara con la solución analítica.
5. Grafica la energía del sistema en función del tiempo para demostrar su inestabilidad numérica y compara con la solución analítica.
6. Resuelve el mismo problema con el método de Euler-Cromer y compara los resultados con los casos anteriores.
7. Realice una gráfica del espacio/fase.
8. Repita lo anterior para los casos del péndulo sin la aproximación de ángulos pequeños, para el péndulo con amortiguamiento y el péndulo con amortiguamiento forzado.
9. Documenta el notebook creado.
10. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 7: Dinámica planetaria

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Simula el movimiento de un planeta alrededor de una estrella (el problema de dos cuerpos) como un sistema de EDOs de segundo orden.
3. Resuelve las ecuaciones de movimiento utilizando un integrador simpléctico.
4. Grafica la órbita del planeta en el plano x-y y verifica la conservación de energía y momento angular a lo largo de un gran número de pasos de tiempo.
5. Repite los pasos anteriores para el problema de los tres cuerpos restringido. Por ejemplo, el sistema Tierra-Júpiter-Sol, con el Sol en una posición fija.
6. Documenta el notebook creado.
7. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Unidad III. Diferencias finitas en ecuaciones diferenciales parciales (EDP)

Práctica 8: EDP Elíptica: Solución de las ecuaciones de Laplace y de Poisson con métodos de relajación (Jacobi y Gauss-Seidel)

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Modela la Ecuación de Laplace para encontrar el potencial electrostático en una región 2D (problema de estado estacionario).
3. Implementa el método de relajación de Jacobi para resolver el sistema de ecuaciones discretizadas.
4. Define las condiciones de frontera fijas para el problema (ej., una caja metálica sometida a un potencial fijo en la frontera).
5. Grafica el campo de potencial resultante usando gráficos de contorno y mapas de densidad.
6. Obtiene el campo eléctrico a partir del potencial, superponiendo el campo en los mapas anteriores.
7. Documenta el notebook creado.
8. Generaliza el modelo de los pasos anteriores, para resolver la Ecuación de Poisson, incluyendo una distribución de carga conocida.
9. Implementa el método de relajación de Gauss-Seidel, aprovechando los valores actualizados de la iteración actual para acelerar la convergencia.
10. Compara la velocidad de convergencia entre Jacobi (Práctica 10) y Gauss-Seidel.
11. Entrega el notebook para recibir retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 9: Taller de visualización avanzada y campos 3D

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Utiliza librerías de visualización (ej. Matplotlib 3D, Mayavi) para dibujar geometrías básicas en 3D, como esferas, cilindros o toros.
3. Simula la trayectoria de una partícula cargada en presencia de campos eléctricos y magnéticos combinados (ej. movimiento helicoidal), y grafica su trayectoria en 3D.

4. Aplica directamente la Ley de Biot-Savart (integrando elementos de corriente) para calcular y visualizar el campo magnético B generado por una corriente en un alambre o un solenoide en 3D.
5. Documenta el notebook creado.
6. Entrega el notebook para recibir retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 10: EDP Hiperbólica: ecuación de onda y método de Leap-Frog

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Simula la vibración de una cuerda unidimensional (EDP hiperbólica) discretizando la Ecuación de Onda con el método de diferencias finitas.
3. Implementa el integrador Leapfrog para la evolución temporal, que es adecuado para sistemas de segundo orden en el tiempo.
4. Analiza cómo se propaga una perturbación inicial y evalúa el criterio CFL para la estabilidad en el tiempo.
5. Documenta el notebook creado.
6. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 11: EDP Parabólica: ecuación del calor con esquema explícito

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Simula la difusión de calor en una barra unidimensional (EDP parabólica) discretizando la ecuación con el esquema explícito de Euler hacia adelante.
3. Implementa las condiciones de contorno y las condiciones iniciales.

4. Analiza numéricamente la estabilidad del método, ajustando el paso de tiempo (Δt) para demostrar el Criterio de Courant (CFL) y observar la divergencia.
5. Grafica la distribución de temperatura en diferentes instantes de tiempo.
6. Documenta el notebook creado.
7. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 12: EDP Parabólica: ecuación del calor con método de Crank-Nicholson

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Modela la Ecuación del Calor utilizando el esquema implícito de Crank-Nicholson.
3. Demuestra la estabilidad incondicional del método resolviendo el sistema de ecuaciones lineales que surge en cada paso del tiempo.
4. Compara los resultados y la estabilidad del esquema implícito con el esquema explícito (Práctica 11).
5. Grafica la distribución de temperatura en diferentes instantes de tiempo.
6. Documenta el notebook creado.
7. Entrega el notebook para recibir retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 13: Ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Discretiza la Ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo (EDP parabólica) utilizando un esquema de diferencias finitas.
3. Simula la evolución temporal de un paquete de onda inicial en un potencial simple

4. Compara los resultados y la estabilidad del esquema implícito con el esquema explícito (Práctica 11).
5. Grafica la densidad de probabilidad para distintos tiempos.
6. Documenta el notebook creado y recibe retroalimentación.
7. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Unidad IV. Simulación Computacional y Sistemas Estocásticos

Práctica 14: Fundamentos estocásticos: generación y análisis de aleatorios

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Utiliza el generador de NumPy para generar una gran cantidad de números aleatorios uniformes.
3. Grafica un histograma para verificar la distribución.
4. Utiliza funciones de transformación (o el generador integrado de NumPy) para generar una distribución de números con distribución Gaussiana (normal).
5. Grafica el histograma para verificar su forma.
6. Calcula la media y la desviación estándar para ambos conjuntos de datos y compáralos con los valores teóricos.
7. Documenta el notebook creado.
8. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 15: Simulación de fenómenos aleatorios - caminos aleatorios

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.

2. Implementa el concepto de camino aleatorio (random walk) para simular el movimiento de una partícula en dos dimensiones.
3. Simula la trayectoria de una gran cantidad de partículas a lo largo de un número fijo de pasos de tiempo.
4. Calcula y grafica el desplazamiento cuadrático medio (DCM) del conjunto de partículas en función del tiempo.
5. Analiza la relación del DCM con el tiempo para confirmar que el modelo reproduce el comportamiento de la difusión.
6. Documenta el notebook creado.
7. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 16: Dinámica molecular con potenciales de Lennard-Jones y su solución por el método de Verlet

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Implementa el Potencial de Lennard-Jones (LJ) para modelar la interacción entre dos partículas.
3. Modela un sistema simple de varias partículas e integra las ecuaciones de movimiento usando el algoritmo de Verlet.
4. Simula el movimiento del sistema (Dinámica Molecular) a una temperatura constante y visualiza la trayectoria de las partículas.
5. Documenta el notebook creado.
6. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 17: Mecánica Cuántica - Método del disparo (Shooting Method)

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Formula la Ecuación de Schrödinger independiente del tiempo para el problema de la partícula en un pozo de potencial finito (problema de valores en la frontera).
3. Implementa el Método del Disparo (utilizando un integrado) para buscar los valores de energía (E) que satisfacen las condiciones de frontera.
4. Encuentra y grafica la función de onda para los dos primeros niveles de energía.
5. Compara los valores de energía obtenidos con el límite analítico del pozo infinito.
6. Documenta el notebook creado.
7. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

Práctica 18: Mecánica Cuántica - Problemas de valores propios y formulación matricial

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Discretiza la Ecuación de Schrödinger independiente del tiempo utilizando diferencias finitas.
3. Transforma la ecuación anterior en un problema matricial de valores propio.
4. Construye la matriz Hamiltoniana para el problema de la partícula en un pozo de potencial finito.
5. Utiliza las funciones de álgebra lineal de NumPy para encontrar los valores propios (niveles de energía) y los vectores propios (funciones de onda)
6. Grafica las primeras funciones de onda obtenidas a través de la matriz.
7. Documenta el notebook creado.
8. Entrega el notebook para su evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Un lenguaje interpretado como MATLAB (live script, diary o publish) o Python (Jupyter notebook).

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados. Estas estrategias deben seleccionarse en función del tipo de competencia, el nivel cognitivo y la naturaleza del contenido.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para organizar, adquirir, comprender y aplicar el conocimiento. Estas estrategias deben promover el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	50%
– Portafolio digital	20%
– Tareas	15%
– Proyecto final	15%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Chapra, S. C. (2023). *Métodos numéricos aplicados con MATLAB: Para ingenieros y científicos* (5.ª ed.). McGraw Hill.

Giordano, Nicholas J., Nakanishi, Hisao., *Computational Physics*, 2da Edición, Pearson Prentice Hall (2006). [clásico]

Jiménez Hernández, E. M., & Jiménez Murillo, J. A. (2023). *Métodos numéricos: Con programas en Python y Java* (1.ª ed.). Alfaomega.

Landau, Rubin H., Páez, Manuel J., Bordeianu, Cristian C., *Computational Physics: Problem Solving with Python*, Cambridge University Press (2015). [clásico]

Newman, Mark., *Computational Physics with Python*. CreateSpace Independent Publishing Platform (2012). [clásico]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Aguilera, N. (2021). *Matemáticas y programación con Python para ingenierías*. OMA – Olimpiada Matemática Argentina. <https://www.oma.org.ar/invydoc/docs-libro/apuntes.pdf>

Barba Group. (s. f.). *CFD Python: 12 steps to Navier–Stokes*. <https://lorenabarba.com/blog/cfd-python-12-steps-to-navier-stokes/>

FiPy Developers. (s. f.). *FiPy manual*. National Institute of Standards and Technology (NIST). <https://pages.nist.gov/fipy/en/latest/manual.html>

- Langtangen, H. P., & Logg, A. (2017). *Solving PDEs in Python: The FEniCS Tutorial I*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-52462-7>
- Hjorth-Jensen, M. (2015). *Computational Physics (Lecture notes)*. University of Oslo. <https://www.hlevkin.com/hlevkin/60numalgs/C/Hjorth-Jensen%20Computational%20Physics.pdf>
- Jiménez Bedolla, J. C. (2022). *Métodos numéricos usando Python*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/3416/MNPython.pdf>
- Meep Development Team. (s. f.). *Meep documentation*. <https://meep.readthedocs.io/>
- QuTiP Developers. (2024). *QuTiP documentation (Version 5.x)*. <https://qutip.readthedocs.io/>
- SageMath Developers. (s. f.). *SageMath tutorial*. <https://doc.sagemath.org/html/en/tutorial/>
- Scientific Python Lectures. (s. f.). *Scientific Python Lectures*. <https://lectures.scientific-python.org/>
- SymPy Development Team. (s. f.). *SymPy documentation*. <https://docs.sympy.org/>
- Kong, Q., Siau, T., & Bayen, A. M. (s. f.). *Python Programming and Numerical Methods* (sitio de notas y notebooks). <https://pythonnumericalmethods.berkeley.edu/>
- Matplotlib Development Team. (s. f.). *Matplotlib documentation*. Matplotlib. <https://matplotlib.org/stable/>
- NumPy Developers. (s. f.). *NumPy documentation*. NumPy. <https://numpy.org/doc/>
- Project Jupyter. (s. f.). *Jupyter documentation*. Project Jupyter. <https://docs.jupyter.org/>
- SciPy developers. (s. f.). *SciPy documentation*. SciPy. <https://docs.scipy.org/doc/scipy/>
- Universidad de Granada – *Grupo de Física Estadística*. (s. f.). Física computacional. <http://ergodic.ugr.es/cphys/>

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente que imparta la asignatura de Física Computacional deberá contar con formación profesional en disciplinas afines, tales como Física o Matemáticas Aplicadas, preferentemente con estudios de posgrado. Asimismo, se requiere que posea experiencia práctica en el desarrollo e implementación de métodos numéricos, particularmente en lo relacionado a la solución de sistemas de ecuaciones lineales de forma iterativa, ecuaciones diferenciales ordinarias, ecuaciones diferenciales parciales, método de Monte Carlo, dinámica molecular. Es indispensable que tenga conocimientos en lenguajes de programación orientados al cómputo científico, como MATLAB o Python.

Además, deberá demostrar competencias pedagógicas que le permitan promover el aprendizaje activo, la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo colaborativo. De igual forma, deberá ser capaz de orientar a los estudiantes en el diseño y desarrollo de proyectos prácticos e innovadores, fomentando en ellos una actitud de responsabilidad, honestidad, iniciativa, creatividad, pensamiento crítico y trabajo colaborativo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Teoría Clásica de Campos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Jonathan Lozano De La Parra Claudio Ismael Valencia Yaves
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de esta unidad de aprendizaje es profundizar en la teoría clásica de campos en el marco de la relatividad especial, comenzando con la transición del espacio euclidiano con norma al espacio-tiempo de Minkowski, a través de la invarianza del intervalo relativista y las transformaciones de Lorentz. A partir de esta base, se construye el formalismo covariante mediante cuadvectores, cuadripotenciales, el tensor de campo electromagnético y sus invariantes, así como la formulación lagrangiana para campos clásicos. Se atenderá de manera particular la construcción progresiva de la comprensión teórica y la práctica constante en la resolución de problemas canónicos, procurando un acompañamiento académico que favorezca el rigor científico, la disciplina y la confianza del estudiantado en su propio proceso formativo. Este propósito articula la continuidad con lo aprendido en *Teoría Electromagnética*, y prepara el terreno para cursos posteriores en física teórica, como una introducción a la relatividad general y la teoría cuántica de campos. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar el formalismo covariante y los métodos variacionales a la descripción de partículas y campos clásicos en relatividad especial, mediante el uso de cuadvectores, densidades lagrangianas y tensores de campo, para analizar y fundamentar problemas canónicos y leyes de conservación, desarrollando rigor, disciplina y autonomía en la construcción del conocimiento físico.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluya:

- Resolución detallada de problemas con procedimientos analíticos completos.
- Reportes breves que articulen la interpretación física de los resultados y la justificación de las decisiones metodológicas, con énfasis en la conexión entre formalismo matemático y significado físico.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Del espacio Euclidiano al espacio-tiempo de Minkowski

Competencia

Analizar la transición del espacio vectorial euclidiano al espacio-tiempo de Minkowski mediante la identificación de invariantes, las transformaciones de Lorentz y la construcción de cuadvectores, para reconocer eventos y relaciones causales y preparar el uso del formalismo covariante, con rigor, pensamiento crítico y claridad conceptual.

Contenido

- 1.1. Vectores y sistemas de coordenadas
 - 1.1.1. Definición analítica de vector y propiedades fundamentales.
 - 1.1.2. Transformación de las componentes de un vector bajo cambios de coordenadas ortogonales.
 - 1.1.3. La norma como invariante en espacios vectoriales
- 1.2. Invarianza de la velocidad de la luz como máxima velocidad de propagación.
 - 1.2.1. El cuadvector de posición como forma matemática de un evento.
- 1.3. Homogeneidad e isotropía del espacio-tiempo.
 - 1.3.1. Transformaciones de Lorentz y cambio de coordenadas espaciotemporales en cuadvectores.
 - 1.3.2. Invarianza del intervalo relativista.
 - 1.3.3. El espacio-tiempo de Lorentz–Minkowski.
- 1.4. Tiempo propio.
 - 1.4.1. Transformación de la velocidad.
 - 1.4.2. Cuadvector de velocidad y de aceleración.
- 1.5. Cuadvectores en general y su interpretación física.

Duración:

06 horas

Unidad II. Dinámica relativista de partículas

Competencia

Analizar la distribución de energía e impulso en sistemas de partículas relativistas, mediante la aplicación del formalismo de cuadvectores para resolver problemas de colisiones en distintos marcos de referencia, con coherencia y precisión.

Contenido

- 2.1. Cuadrivector energía–impulso.
- 2.2. Relación energía–masa–momento.
- 2.3. Colisiones elásticas de partículas en relatividad especial.
- 2.4. Efecto Doppler relativista.

Duración:

06 horas

Unidad III. Formulación lagrangiana y simétrica de campos clásicos

Competencia

Integrar el principio variacional y el teorema de Noether en la formulación de campos clásicos, mediante la interpretación de sus implicaciones físicas con coherencia matemática y visión unificada de la teoría de campos, para derivar ecuaciones de movimiento, corrientes conservadas y el tensor energía–impulso, con rigor, disciplina, responsabilidad académica y pensamiento crítico.

Contenido

- 3.1. El principio de mínima acción en relatividad especial.
- 3.2. Funcional de acción y densidad lagrangiana para campos.
- 3.3. Ecuaciones de Euler–Lagrange en el formalismo de campos.
 - 3.3.1. Ejemplos de campos (ecuación de Klein–Gordon clásica).
- 3.4. El teorema de Noether y simetrías continuas.
- 3.5. Corrientes conservadas y leyes de conservación.
- 3.6. Tensor energía–impulso de los campos.
- 3.7. Interpretación física de tensiones y flujos en forma covariante.

Duración:

08 horas

Unidad IV. Formulación covariante del electromagnetismo

Competencia

Analizar la formulación covariante del electromagnetismo a través del cuadripotencial, el tensor de campo y sus invariantes, para expresar las ecuaciones de Maxwell en forma relativista, con actitud reflexiva, sistemática y pensamiento crítico.

Contenido

- 4.1. El cuadripotencial electromagnético.
- 4.2. Tensor de campo electromagnético $F^{\mu\nu}$.
- 4.3. Formulación covariante de las leyes de Maxwell.
- 4.4. Invariantes electromagnéticos ($E^2 - B^2$, $E \cdot B$).

Duración:

08 horas

Unidad V. Perspectiva hacia la relatividad general

Competencia

Reconocer las limitaciones de la relatividad especial y el papel del principio de equivalencia como base de la relatividad general, mediante el análisis comparativo de sistemas inerciales y acelerados para identificar la necesidad de un marco geométrico curvo en la descripción de la gravitación y situar la teoría clásica de campos en la transición hacia desarrollos posteriores, con pensamiento crítico y holístico.

Contenido

- 5.1. Límites de la relatividad especial.
- 5.2. Vínculo entre teoría clásica de campos y relatividad general.
- 5.3. Principio de equivalencia.
- 5.4. Curvatura del espacio-tiempo: motivación física.
- 5.5. Linealización de las ecuaciones de Einstein (visión introductoria).

Duración:

04 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Del espacio Euclidiano al espacio-tiempo de Minkowski

Práctica 1. Transformaciones de coordenadas y vectores

Duración:

03 horas

Procedimiento

- 1. Resuelve ejemplos de cambio de coordenadas ortogonales.
- 2. Comprueba la invariancia de la norma en distintos sistemas.
- 3. Representa gráficamente transformaciones sencillas.

4. Representa gráficamente el cambio de componentes en un plano cartesiano.
5. Reflexiona sobre la diferencia entre magnitud geométrica y componentes dependientes del sistema de referencia.
6. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Software de álgebra lineal (Matlab, Python/SymPy).

Práctica 2: Intervalo relativista y eventos

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Calcula intervalos espacio temporales entre pares de eventos.
2. Clasifica los intervalos en temporales, espaciales y nulos.
3. Representa en diagramas de Minkowski los eventos y sus relaciones causales.
4. Comprueba la invarianza del intervalo bajo transformaciones de Lorentz sencillas.
5. Explica la relevancia del tiempo propio en la descripción de trayectorias.
6. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Simuladores de relatividad en línea.

Unidad II. Dinámica relativista de partículas

Práctica 3. Cuadrivector energía–impulso

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Resuelve la relación entre energía, momento y masa en distintos marcos de referencia.
2. Comprueba la invarianza del cuadrivector energía impulso
3. Representa gráficamente la superficie de energía–momento para una partícula libre.
4. Explica cómo la conservación del cuadrivector se aplica en interacciones simples.

5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Software de cálculo simbólico (Mathematica, Python/SymPy).

Práctica 4. Colisiones relativistas

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Resuelve una colisión elástica de dos partículas en el sistema laboratorio.
2. Calcula las mismas magnitudes en el sistema del centro de masa.
3. Compara ambos resultados y analiza las ventajas de cada marco de referencia.
4. Reflexiona sobre las diferencias con el tratamiento no relativista.
5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Software de cálculo numérico (Matlab, Python/Numpy).

Práctica 5. Efecto Doppler relativista

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Deduce la expresión del corrimiento de frecuencia para el caso relativista.
2. Resuelve ejercicios numéricos de emisión y recepción de ondas entre observadores en movimiento.
3. Representa gráficamente la variación de frecuencia con la velocidad relativa.
4. Aplica la fórmula al análisis de un corrimiento al rojo astronómico.
5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Simuladores de relatividad en línea.

Unidad III. Formulación lagrangiana y simétrica de campos clásicos

Práctica 6. Acción y campo escalar libre

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Define la densidad lagrangiana de un campo escalar libre.
2. Resuelve la variación de la acción y deduce la ecuación de onda relativista.
3. Comprueba la consistencia dimensional de la densidad lagrangiana.
4. Explica el significado físico de la acción en un campo clásico.
5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Guía de problemas sobre armónicos esféricos.
- Software de cálculo (Mathematica, Matlab, Python).
- Notas de clase.

Práctica 7. Campo escalar masivo

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Plantea la densidad lagrangiana de un campo escalar masivo.
2. Aplica las ecuaciones de Euler–Lagrange para obtener la ecuación de Klein–Gordon.
3. Resuelve un caso sencillo con condiciones iniciales dadas.
4. Reflexiona sobre la diferencia entre el campo libre y el masivo.
5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Ejercicios de condiciones iniciales.

Práctica 8. Teorema de Noether

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Identifica la simetría de traslación temporal en la acción de un campo escalar.
2. Resuelve la corriente conservada asociada a esta simetría.
3. Generaliza la construcción para traslaciones espaciales.
4. Explica la conexión entre simetría y conservación de energía–momento.
5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Textos de teoría clásica de campos (Landau, Greiner).

Práctica 9. Tensor energía–impulso

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Construye el tensor energía–impulso para un campo escalar.
2. Calcula explícitamente sus componentes en un caso sencillo.
3. Representa e interpreta las componentes como densidades de energía y flujos de momento.
4. Reflexiona sobre la relación entre el tensor y la conservación del momento lineal en campos.
5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Software de cálculo simbólico.

Práctica 10. Aplicación al campo electromagnético

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Plantea la densidad lagrangiana del campo electromagnético.
2. Deduce las ecuaciones de Maxwell en forma covariante a partir del principio de mínima acción.
3. Calcula el tensor energía–impulso del campo electromagnético.
4. Analiza la interpretación física de tensiones y presiones electromagnéticas.
5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Libros de electromagnetismo avanzado (Jackson, Zangwill).

Unidad IV. Formulación covariante del electromagnetismo

Práctica 11. Tensor de campo electromagnético

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Construye el tensor de campo electromagnético.
2. Comprueba sus propiedades antisimétricas.
3. Resuelve ejemplos sencillos de calcular en distintos marcos de referencia.
4. Representa la relación entre el tensor y los campos en forma matricial.
5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Software de cálculo simbólico (Mathematica, Python/SymPy).

Práctica 12. Invariantes electromagnéticos

Duración:

03 horas

Procedimiento

1. Calcula invariantes fundamentales.

2. Resuelve ejercicios en distintos sistemas de referencia.
3. Comprueba que los invariantes no cambian bajo transformaciones de Lorentz.
4. Explica la relevancia física de estos invariantes en la clasificación de campos.
5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Textos de teoría clásica de campos (Landau, Greiner).

Práctica 13. Forma covariante de las ecuaciones de Maxwell

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Expresa las ecuaciones de Maxwell utilizando cuadvectores. como.
2. Resuelve un caso sencillo con densidad de carga y corriente puntual.
3. Comprueba la consistencia con las ecuaciones de Maxwell en forma vectorial.
4. Explica las ventajas de la formulación covariante.
5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Ejemplos trabajados en clase.

Unidad V. Perspectiva hacia la relatividad general

Práctica 14. Interpretación del tensor de Maxwell en campos simples

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Compara el movimiento de un objeto en un campo gravitacional uniforme con el de un sistema acelerado.
2. Resuelve ejemplos numéricos que muestran la equivalencia entre ambos escenarios.
3. Representa diagramas que ilustran la indistinguibilidad experimental.
4. Explica cómo este principio conduce a replantear la noción de espacio-tiempo plano.

5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Simuladores o videos didácticos sobre relatividad general.

Práctica 15. Motivación de la curvatura del espacio-tiempo

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Analiza la desviación de trayectorias (geodésicas) en un espacio curvo simple.
2. Resuelve un ejemplo con geodésicas en la superficie de una esfera como analogía.
3. Representa gráficamente la desviación de líneas geodésicas.
4. Explica cómo este fenómeno motiva la idea de la gravitación como curvatura del espacio-tiempo.
5. Elabora y entrega reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Guía de problemas.
- Referencias introductorias de relatividad general (Carroll, Schutz).

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada

Estrategia de aprendizaje

- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Técnica reflexiva de aprendizaje

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Prácticas taller	20%
- Trabajo en el aula	15%
- Examen final	20%
- Portafolio de evidencia	15%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Franklin, J. (2017). *Classical Electromagnetism*. Cambridge University Press. [clásica]

Greiner, W. (1998). *Classical Electrodynamics*. Springer. [clásica]

Jackson, J. D. (1999). *Classical Electrodynamics* (3rd ed.). Wiley. [clásica]

Landau, L. D., & Lifshitz, E. M. (1975). *The Classical Theory of Fields* (4th ed.). Butterworth-Heinemann.[clásica]

Schwartz, M. D. (2014). *Quantum Field Theory and the Standard Model*. Cambridge University Press. [clásica]

Zangwill, A. (2012). *Modern Electrodynamics*. Cambridge University Press. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Carroll, S. (2004). *Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity*. Addison-Wesley. [clásica]

Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (1964). The Feynman Lectures on Physics, Vol. II. <https://www.feynmanlectures.caltech.edu>.

MIT OpenCourseWare (2013). 8.325 Relativistic Quantum Field Theory I. Massachusetts Institute of Technology. <https://ocw.mit.edu>.

Simuladores interactivos de relatividad especial (PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder). <https://phet.colorado.edu>.

Tong, D. (2006). *Lectures on Quantum Field Theory*. University of Cambridge. <http://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/qft.html>.

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o áreas afines, preferentemente con estudios de posgrado en Física, Matemáticas Aplicadas o disciplinas relacionadas. Debe poseer conocimientos sólidos de relatividad especial, teoría clásica de campos, cálculo variacional, álgebra tensorial y métodos matemáticos avanzados, así como experiencia en la resolución analítica de problemas canónicos de campos y en la aplicación de herramientas computacionales de apoyo. Contar con experiencia mínima de 2 años en la docencia. Ser una persona flexible y promover el aprendizaje crítico y autónomo del estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Álgebra Lineal Avanzada para las Ciencias Físicas
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos: 06
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ramón Carrillo Bastos Roberto Romo Martínez Juan Crisóstomo Tapia Mercado Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es que el estudiantado emplee de manera integrada los conceptos de espacios vectoriales complejos y espacios de producto interno entendidos como espacios de Hilbert de dimensión finita, junto con el espacio dual y la notación de Dirac. Se estudiarán operadores lineales especiales (hermitianos, unitarios y proyectores), su problema de valores y vectores propios, la descomposición espectral y el producto tensorial de espacios. La unidad consolida y amplía las bases algebraicas necesarias para el estudio riguroso de la mecánica cuántica, la información y la computación cuántica, y se prepara para modelos en física matemática y ciencias de datos. La asignatura es de carácter optativo, se ubica en la etapa disciplinaria y pertenece al área de conocimiento de Matemáticas.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Emplear estructuras de espacios vectoriales complejos y de Hilbert de dimensión finita y el lenguaje asociado espacio dual, notación de Dirac, operadores lineales y su espectro, mediante razonamiento algebraico, cálculo matricial y uso responsable de herramientas computacionales básicas, para representar y analizar sistemas lineales multidimensionales y modelos prototipo en física, información y computación cuántica, actuando con rigor matemático, pensamiento crítico, creatividad y disposición al trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio integrador de evidencias

Portafolio de evidencias digital con informes en donde muestra la aplicación de los métodos analíticos y numéricos, así como herramientas avanzadas de álgebra lineal, para representar, analizar y modelar sistemas lineales, evaluados mediante una rúbrica que pondera completitud y organización del material, calidad técnica y claridad expositiva. El portafolio integra todas las prácticas del curso con la retroalimentación incorporada y permite verificar el uso responsable de herramientas digitales, así como una comunicación escrita y visual adecuada.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Espacios vectoriales complejos y espacios de producto interno

Competencia

Emplear la estructura de espacio vectorial complejo y de espacio de producto interno, espacio de Hilbert de dimensión finita, mediante el manejo de bases ortonormales y descomposiciones ortogonales en $\mathbb{C}^n$, para representar y analizar estados y modelos lineales sencillos en sistemas multidimensionales, con rigor matemático, claridad conceptual y disposición al trabajo colaborativo.

Contenido

- 1.1. Espacios vectoriales complejos
 - 1.1.1. Definición de espacio vectorial complejo y ejemplos básicos ($\mathbb{C}^n$)
 - 1.1.2. Subespacios, suma directa y descomposiciones simples
 - 1.1.3. Bases y dimensión en espacios sobre $\mathbb{C}$
- 1.2. Espacios de producto interno complejos
 - 1.2.1. Producto interno hermitiano: definición y propiedades
 - 1.2.2. Norma, distancia y ángulo en espacios complejos
 - 1.2.3. Ortogonalidad y bases ortonormales en $\mathbb{C}^n$.
- 1.3. Espacios de Hilbert de dimensión finita
 - 1.3.1. Definición y ejemplos físicos: espacios de estados de sistemas finitos
 - 1.3.2. Desarrollo de vectores en bases ortonormales (desarrollos finitos)
 - 1.3.3. Complemento ortogonal y descomposición $V = W \oplus W^\perp$ en casos sencillos.
- 1.4. Contenidos opcionales (si el tiempo lo permite)
 - 1.4.1. Proyecciones ortogonales en espacios complejos
 - 1.4.2. Cambios de base unitarios en $\mathbb{C}^n$

Duración

08 horas

Unidad II. Espacio dual, notación de Dirac y operadores lineales

Competencia

Emplear el espacio dual y la notación de Dirac, mediante la construcción y manipulación de bras, kets y matrices de operadores, incluyendo adjuntos, hermitianos, unitarios y proyectores, para describir estados, observables y transformaciones lineales sencillas en espacios de Hilbert finitos, con pensamiento crítico, formalidad, actitud reflexiva y propositiva.

Contenido

- 2.1. Espacio dual y funcionales lineales
 - 2.1.1. Definición del espacio dual V^* y funcionales lineales en espacios complejos
 - 2.1.2. Identificación entre vectores y funcionales mediante el producto interno (correspondencia bra–ket en dimensión finita)
- 2.2. Notación de Dirac
 - 2.2.1. Kets $|v\rangle$, bras $\langle w|$ y producto interno $\langle w|v\rangle$
 - 2.2.2. Coordenadas de kets y bras respecto a una base ortonormal
 - 2.2.3. Cambios de base y transformación de $|v\rangle$ y $\langle v|$ bajo matrices unitarias
- 2.3. Operadores lineales en espacios de Hilbert finitos
 - 2.3.1. Operadores lineales $A: V \rightarrow V$ y su matriz en una base ortonormal
 - 2.3.2. Elementos de matriz: $A_{ij} = \langle e_i|A|e_j\rangle$
 - 2.3.3. Operador adjunto $A^\dagger$: definición y propiedades básicas
- 2.4. Operadores especiales
 - 2.4.1. Operadores hermitianos, unitarios y proyectores: definiciones y ejemplos básicos
 - 2.4.2. Interpretación estructural: observables, evoluciones unitarias y medidas proyectivas ideales
- 2.5. Contenidos opcionales (si el tiempo lo permite)
 - 2.5.1. Transformaciones activas y pasivas: cambio de base vs. cambio de estado
 - 2.5.2. Simetrías descritas por operadores unitarios en ejemplos sencillos

Duración

08 horas

Unidad III. Problema de eigenvalores y descomposición espectral

Competencia

Resolver problemas básicos de valores y vectores propios de operadores lineales complejos, mediante el cálculo de espectros, espacios propios y descomposiciones espectrales en dimensión finita, para interpretar observables y evoluciones lineales simples en modelos físicos y computacionales, con rigor matemático, análisis crítico y responsabilidad académica.

Contenido

- 3.1. Problema de eigenvalores en espacios complejos
 - 3.1.1. Autovalores y autovectores de operadores sobre $\mathbb{C}^n$
 - 3.1.2. Operadores normales, hermitianos y unitarios: enunciado del teorema espectral en dimensión finita
 - 3.1.3. Bases ortonormales de eigenvectores para operadores hermitianos
- 3.2. Descomposición espectral discreta

- 3.2.1. Descomposición $A = \sum \lambda_k P_k$ con proyectores ortogonales P_k
- 3.2.2. Proyectores como operadores de medida ideal (estructura de observables cuánticos)
- 3.2.3. Ejemplos en matrices 2×2 y 3×3 (espines y sistemas de dos niveles).
- 3.3. Funciones de operadores
 - 3.3.1. Definición de $f(A)$ a partir de la descomposición espectral en el caso diagonalizable.
 - 3.3.2. Exponenciales de operadores: eA , $e^{-iHt/\hbar}$ en modelos finitos sencillos.
 - 3.3.3. Ejemplos simples de rotaciones y evoluciones temporales discretas
- 3.4. Contenidos opcionales (si el tiempo lo permite)
 - 3.4.1. Operadores de proyección sobre subespacios degenerados
 - 3.4.2. Comentarios cualitativos sobre espectros continuos.

Duración

08 horas

Unidad IV. Productos tensoriales y aplicaciones de sistemas lineales

Competencia

Usar el producto tensorial de espacios vectoriales y de Hilbert de dimensión finita, mediante la construcción de estados compuestos, operadores locales y modelos lineales simples, para representar sistemas acoplados y explorar aplicaciones en probabilidad, sistemas clásicos y mecánica cuántica, con creatividad, iniciativa y trabajo colaborativo responsable.

Contenido

- 4.1. Producto tensorial de espacios vectoriales
 - 4.1.1. Definición de $V \otimes W$ en dimensión finita
 - 4.1.2. Bases producto $|i\rangle|j\rangle$ y notación abreviada $|ij\rangle$
 - 4.1.3. Dimensión del espacio compuesto y estados separables
- 4.2. Operadores en espacios tensoriales
 - 4.2.1. Operadores locales $A \otimes I$ e $I \otimes B$
 - 4.2.2. Elementos de matriz en bases producto
 - 4.2.3. Ejemplos de acoplamientos lineales simples sencillos en $\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2$
- 4.3. Estados separables y no separables (visión lineal básica)
 - 4.3.1. Definición lineal de estados separables en $V \otimes W$.
 - 4.3.2. Ejemplos de estados no separables en $\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2$ (estados tipo Bell a nivel puramente algebraico)
 - 4.3.3. Proyectores sobre subespacios generados por estados separables y no separables
- 4.4. Bloque de aplicaciones (a elección del docente, dentro de la misma unidad)
 - 4.4.1. Aplicaciones a sistemas clásicos acoplados
 - 4.4.1.1. Matrices de acoplamiento pequeñas y modos normales (diagonalización)

- 4.4.1.2. Tensor de inercia 3×3 y cambio de ejes principales en ejemplos geométricos simples
- 4.4.2. Aplicaciones en mecánica cuántica
 - 4.4.2.1. Estados de un cúbit como vectores unitarios en $\mathbb{C}^2$
 - 4.4.2.2. Estados producto en $\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2$ y discusión cualitativa de entrelazamiento a nivel lineal
 - 4.4.2.3. Rotaciones unitarias simples (R_x , R_y , R_z) como ejemplos de operadores unitarios en $\mathbb{C}^2$
- 4.5. Contenidos opcionales (si el tiempo lo permite)
 - 4.5.1. Operadores densidad: definición básica, positividad y traza 1 (visión estructural)
 - 4.5.2. Traza parcial y reducción de estados en ejemplos finitos sencillos

Duración

08 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Espacios vectoriales complejos y espacios de producto interno

Práctica 1: Espacios vectoriales complejos y subespacios en $\mathbb{C}^2$ y $\mathbb{C}^3$

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de espacio vectorial complejo y de subespacio, así como los axiomas correspondientes (suma y producto por escalares en $\mathbb{C}$).
3. Analiza en equipos los distintos conjuntos de vectores en $\mathbb{C}^2$ y $\mathbb{C}^3$ propuestos por el docente, por ejemplo:
 - a. $\{ (z_1, z_2) \in \mathbb{C}^2 : z_2 = 0 \};$
 - b. $\{ (z_1, z_2) \in \mathbb{C}^2 : z_1 + z_2 = 0 \};$
 - c. $\{ (z_1, z_2, z_3) \in \mathbb{C}^3 : z_1 + 2z_2 + z_3 = 0 \};$
 - d. $\{ (z_1, z_2, z_3) \in \mathbb{C}^3 : z_1 = 1 \}.$
4. Verifica e indica en cada conjunto:
 - a. Si es subespacio de $\mathbb{C}^2$ o $\mathbb{C}^3$ comprobando explícitamente cierre bajo suma y producto por escalares complejos.
 - b. Qué axioma o propiedad falla cuando no es subespacio.
5. Plantea ejemplos sencillos de suma directa:
 - a. Considera subespacios W_1 y W_2 de $\mathbb{C}^2$ o $\mathbb{C}^3$ dados por ecuaciones simples e investiga si $V = W_1 \oplus W_2$ en los casos concretos (por ejemplo, intersección trivial y suma que genere todo el espacio).

6. Determina, para algunos subespacios, bases y dimensiones:
 - a. Encuentra una base para cada subespacio que sí lo sea y calcula su dimensión.
 - b. Compara subespacios de distintas dimensiones y discute su interpretación geométrica (recta, plano, etc., ahora con coordenadas complejas).
7. Elabora una tabla de síntesis donde registra, para cada conjunto analizado:
 - a. Descripción (ecuación o condición).
 - b. Si el conjunto es un subespacio, justifique la respuesta.
 - c. Base y dimensión (cuando aplique).
 - d. Comentario sobre suma directa o relación con otros subespacios estudiados.
8. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
9. Entrega reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal II recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo básico para apoyar operaciones con números complejos.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [Wolfram Alpha](#), [Symbolab](#) u otra calculadora en línea para verificar operaciones con números complejos.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales

Práctica 2: Producto interno hermitiano, norma, ortogonalidad y bases ortonormales en $\mathbb{C}^2$

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de producto interno hermitiano en $\mathbb{C}^n$, así como las nociones de norma, distancia, ángulo y ortogonalidad.
3. Resuelve en equipo problemas que involucran vectores sencillos u y v en $\mathbb{C}^2$ dados por su docente o propuestos por el grupo:
 - Calcula el producto interno hermitiano $\langle u, v \rangle$ usando la convención trabajada en clase.
 - Determina las normas $\|u\|$, $\|v\|$ y, cuando tenga sentido, el ángulo entre ellos (en casos donde el cociente sea real).
 - Decide si son ortogonales ($\langle u, v \rangle = 0$) y lo comenta. Construye conjuntos ortonormales a partir de vectores dados:
Normaliza vectores no nulos para obtener vectores de norma 1.
 - A partir de pares de vectores linealmente independientes en $\mathbb{C}^2$, ajusta fases y normas para obtener conjuntos ortonormales sencillos.
4. Interpreta $\mathbb{C}^2$ como espacio de estados de un sistema de dos niveles:

- Identifica la base estándar $\{(1,0), (0,1)\}$ como base ortonormal “computacional”.
 - Elige algunos vectores de norma 1 y discute, de manera estructural, su interpretación como “estados normalizados”.
5. Utiliza una herramienta computacional de manera guiada (por ejemplo, [Wolfram Alpha](#) o un cuaderno en [Python/Colab](#)) para:
 - Verificar productos internos y normas calculados a mano.
 - Explorar uno o dos ejemplos adicionales de conjuntos ortogonales u ortonormales que no se hayan trabajado en el pizarrón.
 6. Elabora una tabla de síntesis donde registres, para cada vector o par de vectores:
 - Componentes en $\mathbb{C}^2$.
 - Producto interno, normas y, cuando proceda, ángulo.
 - Clasificación (ortogonales / no ortogonales, ortonormales / no ortonormales).
 7. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
 8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal II recomendado por el docente (sección de espacios de producto interno complejos).
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo con soporte para números complejos.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [Wolfram Alpha](#), [Symbolab](#) u otra calculadora matricial en línea para verificar productos internos y normas.
 - [Python/Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos con vectores complejos.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y para explorar ejemplos adicionales.

Unidad II. Espacio dual, notación de dirac y operadores lineales

Práctica 3: Espacio dual y notación bra–ket en $\mathbb{C}^2$

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de espacio dual V^* , funcional lineal y la correspondencia bra–ket en espacios de dimensión finita.
3. Resuelve en equipo problemas que involucran vectores en el espacio $\mathbb{C}^2$ equipado con una base ortonormal estándar $\{|e_1\rangle, |e_2\rangle\}$:
 - a. Representa kets como vectores columna, por ejemplo $|v\rangle = (\alpha, \beta)^t$ con $\alpha, \beta \in \mathbb{C}$.

- b. Asocia a cada ket $|v\rangle$ su bra correspondiente $\langle v|$ como vector renglón conjugado complejo (α^*, β^*).
4. Construye ejemplos de funcionales lineales explícitos:
 - a. Define bras $\langle f| = (1, i)$, $\langle g| = (2, -i)$, etc., y calcula $\langle f|v\rangle$, $\langle g|v\rangle$ para distintos kets $|v\rangle$.
 - b. Verifica en ejemplos concretos la linealidad de estos funcionales en $|v\rangle$.
5. Calcula productos internos en notación de Dirac:
 - a. Para kets $|u\rangle$ y $|v\rangle$ dados, escribe $\langle u|v\rangle$ y evalúa mediante las componentes de u y v .
 - b. Verifica propiedades básicas del producto interno hermitiano en $\mathbb{C}^2$ (conjugación en uno de los argumentos) en ejemplos numéricos.
6. Relaciona la descripción en Dirac con la descripción matricial:
 - a. Expresa la base $\{|e_1\rangle, |e_2\rangle\}$ y sus bras duales $\langle e_1|, \langle e_2|$ y comprueba que $\langle e_i|e_j\rangle = \delta_{ij}$.
 - b. Escribe un ket general $|v\rangle$ en términos de la base y sus coordenadas, y verifica que las componentes coinciden con $\langle e_i|v\rangle$.
7. Utiliza una herramienta computacional (por ejemplo, [Wolfram Alpha](#), [Python/Colab](#) o un notebook de [QuTiP](#) proporcionado por el docente) para:
 - a. Verifica algunos productos internos $\langle u|v\rangle$ calculados a mano.
 - b. Visualiza la representación de kets y bras como objetos (Qobj) en $\mathbb{C}^2$, confirmando la relación ket $\leftrightarrow$ bra mediante el conjugado transpuesto.
8. Elabora una tabla de síntesis donde registra, para varios ejemplos:
 - a. Ket $|v\rangle$ (forma columna).
 - b. Bra $\langle v|$ (forma renglón conjugado).
 - c. Valores de algunos funcionales $\langle f|v\rangle$, $\langle g|v\rangle$ y productos internos $\langle u|v\rangle$.
9. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
10. Entrega reporte para revisión y retroalimentación docente.
11. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal II recomendado por el docente (sección de espacio dual y notación de Dirac).
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo con soporte para números complejos.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [Wolfram Alpha](#), [Symbolab](#) u otra calculadora en línea para verificar productos internos y operaciones con complejos.
 - [Python/Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos con vectores y bras.
 - [QuTiP](#) en un notebook guiado proporcionado por el docente, para representar kets y bras como objetos de un espacio de Hilbert finito.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 4: Matrices de operadores, adjunto, hermitianos, unitarios y proyectores en $\mathbb{C}^2$

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de operador lineal $A: V \rightarrow V$, su matriz en una base ortonormal, los elementos de matriz $A_{ij} = \langle e_i | A | e_j \rangle$ y el operador adjunto $A^\dagger$.
3. Resuelve en equipo problemas que involucran vectores en el espacio $\mathbb{C}^2$ con la base ortonormal estándar $\{|0\rangle, |1\rangle\}$:
 - a. Considera operadores lineales definidos por su acción sobre la base, por ejemplo:
$$\begin{aligned} A|0\rangle &= |0\rangle, & A|1\rangle &= -|1\rangle; \\ B|0\rangle &= |1\rangle, & B|1\rangle &= |0\rangle; \\ P|0\rangle &= |0\rangle, & P|1\rangle &= 0. \end{aligned}$$
 - b. Para cada operador, construye su matriz en la base $\{|0\rangle, |1\rangle\}$.
4. Calcula los elementos de matriz A_{ij} , B_{ij} , P_{ij} mediante $A_{ij} = \langle i | A | j \rangle$ (con $i, j \in \{0, 1\}$) y verifica que coinciden con las matrices obtenidas por el método anterior.
5. Determina el adjunto de un operador:
 - a. Calcula $A^\dagger$, $B^\dagger$ y $P^\dagger$ como conjugada transpuesta de sus matrices.
 - b. Verifica en ejemplos concretos que $\langle u | A | v \rangle = \langle A^\dagger u | v \rangle$ se cumple para algunos pares de vectores $|u\rangle, |v\rangle$.
6. Clasifica los operadores construidos:
 - a. Verifica cuáles son hermitianos ($A = A^\dagger$), cuáles son unitarios ($U^\dagger U = I$) y cuáles son proyectores ($P^2 = P$, $P = P^\dagger$).
 - b. Interpreta, a nivel estructural, el significado de cada tipo de operador (por ejemplo: proyector sobre el subespacio generado por $|0\rangle$).
7. Utiliza una herramienta computacional (por ejemplo, [Wolfram Alpha](#), [Python/Colab](#) o un notebook simple de [QuTiP](#)) para:
 - a. Introduce las matrices de A , B y P como objetos y verifica automáticamente:
$$A = A.dag(), U.dag() * U == I, P * P == P, \text{ etc.}$$
 - b. Explora un operador adicional dado por una matriz 2×2 más general y determina si es hermitiano, unitario o proyector.
8. Elabora una tabla de síntesis donde registres, para cada operador estudiado:
 - a. Matriz en la base $\{|0\rangle, |1\rangle\}$.
 - b. Adjunto $A^\dagger$.
 - c. Tipo de operador (hermitiano, unitario, proyector, ninguno de ellos).
 - d. Comentario breve sobre su interpretación (reflexión, intercambio de componentes, proyección, etc.).
9. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
10. Entrega reporte para revisión y retroalimentación docente.
11. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal II recomendado por el docente (sección de operadores lineales, adjunto y operadores especiales).
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo matricial básico con soporte para números complejos.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [Wolfram Alpha](#), [Symbolab](#) u otra calculadora matricial en línea para verificar adjuntos y productos de matrices.
 - [Python/Colab](#) (o entorno equivalente) para realizar cálculos con matrices complejas y comprobar propiedades (hermiticidad, unitariedad, proyección).
 - [QuTiP](#) en un notebook guiado proporcionado por el docente, para representar operadores en $\mathbb{C}^2$ y verificar sus propiedades ($A.dag()$, $U.dag()*U$, $P*P$, etc.).
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Unidad III: Problema de eigenvalores y descomposición espectral

Práctica 5: Autovalores, auto vectores y bases ortonormales en $\mathbb{C}^2$ y $\mathbb{C}^3$

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas las definiciones de autovalor, autovector y espacio propio de un operador lineal sobre $\mathbb{C}^n$, así como la noción de operador hermitiano.
3. Resuelve en equipo problemas que involucran una colección de matrices 2×2 y 3×3 sencillas (reales o complejas) proporcionadas por el docente, por ejemplo:
 - a. Matrices diagonales y casi diagonales.
 - b. Matrices hermitianas simples (incluyendo combinaciones de matrices de Pauli).
4. Plantea y resuelve para cada matriz A:
 - a. La ecuación característica $\det(A - \lambda I) = 0$ para encontrar los autovalores, encontrando la base correspondiente.
 - b. El conjunto de autovectores y cuando A sea hermitiana, organiza los autovectores normalizados en una base ortonormal.
5. Construye, para al menos dos matrices hermitianas, una matriz unitaria U cuyas columnas sean los autovectores ortonormales, y verifica que:
 - a. $U^\dagger U = I$ (propiedad unitaria).
 - b. $U^\dagger A U$ es diagonal (matriz diagonal con los autovalores en la diagonal).
6. Utiliza una herramienta computacional (por ejemplo, [Wolfram Alpha](#), [Python/Colab](#) o [QuTiP](#) en un notebook guiado) para:
 - a. Verificar autovalores y autovectores calculados a mano.
 - b. Comprobar numéricamente que $U^\dagger A U$ es diagonal.
7. Elabora una tabla de síntesis donde se registre, para cada matriz:
 - a. Los autovalores.
 - b. Una base de cada espacio propio.
 - c. En el caso hermitiano, una base ortonormal de autovectores y la matriz U correspondiente.
8. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
9. Entrega reporte para revisión y retroalimentación docente.
10. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal II recomendado por el docente (sección de autovalores, autovectores y operadores hermitianos).
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [Wolfram Alpha](#), [Symbolab](#) u otra calculadora matricial en línea para verificar espectros.

- [Python/Colab](#) (o entorno equivalente) para calcular eigenvalores y eigenvectores (NumPy, SciPy).
- [QuTiP](#) en un notebook guiado para representar operadores hermitianos y obtener sus espectros.
- Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y en la exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 6: Descomposición espectral y funciones simples de operadores

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la descomposición espectral $A = \sum \lambda_k P_k$ de un operador hermitiano diagonalizable, donde P_k son proyectores ortogonales, así como la definición de $f(A)$ a partir de $f(\lambda_k)$ en el caso diagonalizable.
3. Resuelve en equipo problemas que involucran matrices hermitianas de 2×2 y de 3×3 sencillas cuyos autovalores y autovectores ya conozcas (por ejemplo, de la práctica anterior).
4. Plantea y resuelve para cada matriz A :
 - a. Una base ortonormal de autovectores $\{|v_k\rangle\}$ con autovalores λ_k .
 - b. Los proyectores $P_k = |v_k\rangle\langle v_k|$ en notación matricial (2×2 o 3×3). Verifica que:
 - i. $P_k^2 = P_k$ (propiedad de proyector),
 - ii. $P_k P_j = 0$ cuando $k \neq j$ (ortogonalidad),
 - iii. $\sum_k P_k = I$ (completitud).
 - c. La reconstrucción de A mediante la suma $\sum_k \lambda_k P_k$ y comprueba que coincide con la matriz original (al menos numéricamente).
5. Define y evalúa funciones simples de A usando la descomposición espectral:
 - a. Para una función polinómica $f(x)$, calcula $f(A) = \sum_k f(\lambda_k) P_k$.
 - b. Verifica, en al menos un ejemplo, que este resultado coincide con el cálculo directo de $f(A)$ mediante productos matriciales (cuando sea manejable).
 - c. Construye un operador de evolución para un operador hermitiano 2×2 que pienses como “Hamiltoniano” H de un sistema de dos niveles, construye $e^{-iHt/\hbar}$ para uno o dos valores sencillos de t (por ejemplo $t = 0, 1$) usando: $e^{-iHt/\hbar} = \sum_k e^{-i\lambda_k t/\hbar} P_k$.
6. Utiliza una herramienta computacional (por ejemplo, [Wolfram Alpha](#), [Python/Colab](#) o [QuTiP](#)) para:

- a. Verificar las matrices de P_k y la reconstrucción $A = \sum \lambda_k P_k$.
 - b. Comparar $e^{-iHt/\hbar}$ obtenido por descomposición espectral con la función exponencial de matrices implementada en software (por ejemplo, `scipy.linalg.expm` o métodos de QuTiP).
7. Discute, en equipo, la interpretación estructural de los proyectores P_k como “filtros” que seleccionan componentes de un vector en cada subespacio propio, y cómo $f(A)$ actúa escalando esas componentes por $f(\lambda_k)$.
8. Elabora una tabla de síntesis donde registres, para cada operador estudiado:
 - a. Autovalores λ_k .
 - b. Proyectores P_k .
 - c. Verificación de las propiedades $P_k^2 = P_k$, $\sum P_k = I$.
 - d. Ejemplos de $f(A)$ calculados (por lo menos una función polinómica y un ejemplo tipo $e^{-iHt/\hbar}$).
9. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
10. Entrega reporte para revisión y retroalimentación docente.
11. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal II recomendado por el docente (sección de descomposición espectral y funciones de operadores).
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [Wolfram Alpha](#) u otra calculadora matricial para verificar productos y sumas de proyectores.
 - [Python/Colab](#) (o entorno equivalente) para calcular $f(A)$ por métodos numéricos y comparar con la construcción espectral.
 - [QuTiP](#) en un notebook guiado para representar operadores hermitianos, sus proyectores y la evolución unitaria $e^{-iHt/\hbar}$ en sistemas de dos niveles.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Unidad IV: Productos tensoriales y aplicaciones de sistemas lineales

Práctica 7: Producto tensorial, bases producto y estados separables en $\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2$

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de producto tensorial $V \otimes W$ en dimensión finita, la base producto y la noción de estados separables en $\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2$.
3. Resuelve en equipo problemas que involucran la base ortonormal estándar de $\mathbb{C}^2$:
 $|0\rangle = (1,0)^t$, $|1\rangle = (0,1)^t$.
4. Construye explícitamente la base producto de $\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2$: $\{|00\rangle, |01\rangle, |10\rangle, |11\rangle\}$, escribiendo cada vector como columna en $\mathbb{C}^4$.
5. Verifica la dimensión del espacio compuesto:
 - Justifica que $\dim(\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2) = 4$ a partir de $\dim(\mathbb{C}^2) \cdot \dim(\mathbb{C}^2)$.
 - Relaciona este resultado con el número de vectores de la base producto.
6. Analiza estados separables:
Considera pares de vectores en $\mathbb{C}^2$, por ejemplo:
 $|\psi_1\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$, $|\phi_1\rangle = c|0\rangle + d|1\rangle$,
 $|\psi_2\rangle = |0\rangle$, $|\phi_2\rangle = (|0\rangle + |1\rangle)/\sqrt{2}$.
7. Calcula los estados producto $|\psi_1\rangle \otimes |\phi_1\rangle$, $|\psi_2\rangle \otimes |\phi_2\rangle$ y los escribe en la base $\{|00\rangle, |01\rangle, |10\rangle, |11\rangle\}$.
8. Identifica las componentes (coeficientes) de estos estados como vectores en $\mathbb{C}^4$.
9. Construye proyectores sobre subespacios generados por estados simples:
 - a. Para un estado separable $|\psi\rangle \otimes |\phi\rangle$, construye el proyector $P_{\text{sep}} = |\psi\rangle \otimes |\phi\rangle \langle \psi| \otimes \langle \phi|$.
 - b. Para un estado tipo Bell $|\Phi^+\rangle$, construye el proyector $P_{\text{Bell}} = |\Phi^+\rangle \langle \Phi^+|$ y escribe su matriz en la base del producto.
 - c. Utiliza una herramienta computacional (por ejemplo, [Python/Colab](#) o [QuTiP](#) en un notebook guiado, u otra calculadora matricial) para:
 - d. Representa los estados y proyectores como matrices/objetos y verifica que:
 $P^2 = P$ para los proyectores construidos.
 P_{sep} y P_{Bell} tienen rango 1.
11. Elabora una tabla de síntesis donde registres:
 - a) Ejemplos de estados producto (separables) y sus componentes.
 - b) Ejemplos de estados no separables.
 - c) Proyectores asociados y sus propiedades básicas.
12. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
13. Entrega reporte para revisión y retroalimentación docente.
14. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal II recomendado por el docente (sección de producto tensorial).
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [\(Python/Colab\)](#) (NumPy) para manipular vectores en $\mathbb{C}^4$.
 - [QuTiP](#) en un notebook guiado para representar estados y proyectores en $\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2$.
 - [Wolfram Alpha](#) o herramienta similar para verificar operaciones con vectores y matrices complejas.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 8: Esbozo de aplicaciones del producto tensorial y sistemas lineales (a elección del docente)

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en tus notas los conceptos de producto tensorial, operadores locales $A \otimes I$ e $I \otimes B$ y estados separables en espacios compuestos.
3. Elige en equipo una de las siguientes líneas de aplicación para trabajar un ejemplo sencillo (en acuerdo con la orientación del docente):

Línea A (sistemas clásicos acoplados):

- a) Considera un sistema simple de 2 grados de libertad acoplados (por ejemplo, dos resortes y dos masas con acoplamiento lineal).
- b) Representa las ecuaciones de movimiento linealizadas mediante una matriz de acoplamiento.
- c) Discute brevemente cómo la diagonalización o la elección de modos normales se relaciona con descomponer el sistema en “modos independientes”.

Línea B (tensor de inercia y ejes principales):

4. Considera el tensor de inercia de un sólido rígido como una matriz real simétrica 3×3 , por ejemplo, a partir de datos tabulados o de un modelo sencillo (bloque, cilindro, etc.).
 - a) Escribe explícitamente la matriz de inercia en una base cartesiana dada (ejes x , y , z) e identifica las entradas I_{xx} , I_{yy} , I_{zz} y los productos de inercia I_{xy} , I_{xz} , I_{yz} .
 - b) Plantea el problema de autovalores y autovectores de esta matriz y discute cómo la diagonalización del tensor de inercia permite encontrar los momentos principales (autovalores) y los ejes principales de rotación (autovectores).
 - c) Comenta brevemente cómo el cambio a ejes principales simplifica las ecuaciones de movimiento de rotación, al desacoplar los términos de inercia en una forma diagonal.

Línea C (modelo cuántico con cúbits):

- a) Considera estados de un cúbit en $\mathbb{C}^2$ y operadores unitarios sencillos (por ejemplo, compuerta Hadamard o matrices de Pauli).
 - b) Construye estados producto en $\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2$ y discute la diferencia entre estados producto y estados no separables (vista en la práctica 7).
 - c) Da un ejemplo cualitativo de cómo un operador local ($A \otimes I$) actúa sólo sobre uno de los factores del sistema compuesto.
5. Realiza las siguientes actividades en la línea de aplicación elegida en el punto anterior :
 - a) Identifica con claridad qué partes del modelo se describen mediante vectores, matrices y, cuando aplique, productos tensoriales.
 - b) Elabora uno o dos ejemplos numéricos sencillos (con dimensiones pequeñas) que puedas calcular a mano o con ayuda de software.
 6. Utiliza una herramienta computacional (por ejemplo, [Python/Colab](#) /NumPy, [QuTiP](#), u otro software indicado por el docente) para:
 - a) Implementar el ejemplo numérico elegido.
 - b) Visualizar una o dos iteraciones de la evolución o la acción de operadores locales (en el caso de cúbits).
 7. Elabora un breve reporte donde:
 - a) Describe el contexto del ejemplo (sistema clásico o pre-cuántico).
 - b) Explica qué papel juegan los conceptos de la unidad (producto tensorial, operadores, estados separables) en tu modelo.
 - c) Incluye los cálculos o simulaciones realizados y una breve conclusión sobre la utilidad del formalismo lineal en el problema que trabajaste.
 8. Entrega el reporte al docente para su revisión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de Álgebra Lineal II recomendado por el docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [Python/Colab](#) y, según el enfoque elegido, librerías como NumPy, [QuTiP](#) u otras recomendadas por el docente.
 - [Wolfram Alpha](#) u otra calculadora en línea para verificar operaciones matriciales.
 - Simuladores específicos (circuitos de cúbits, como [SpinQ](#) u otra plataforma), si el docente así lo indica.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y en la exploración de ejemplos adicionales.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	30 %
– Portafolio integrador	50 %
– Tareas	20 %
Total	100 %

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Griffiths, D. J., & Schroeter, D. F. (2018). *Introduction to quantum mechanics* (3rd ed.). Cambridge University Press. [Clásico]
- Grossman, S. I. (2012). *Álgebra lineal* (7.^a ed.). McGraw-Hill/Interamericana. [Clásico]
- Lang, S. (1987). *Linear álgebra* (3rd ed.). Springer. [Clásico]
- Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). *Quantum computation and quantum information* (10th anniversary ed.). Cambridge University Press. [Clásico]
- Shankar, R. (2012). *Principles of quantum mechanics* (2nd ed.). Springer. [Clásico]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Axler, S. (2024). *Linear algebra done right* (4th ed.). Springer.
- Barragán Moreno, S. P., Melo Martínez, J. C., & Aya Corredor, O. (2021). *Álgebra lineal: Modelación, solución de problemas y ejercicios*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. [Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano](#)
- Hall, B. C. (2013). *Quantum theory for mathematicians*. Springer.
- Jeevanjee, N. (2015). *An introduction to tensors and group theory for physicists* (2nd ed.). Birkhäuser.
- Lay, D. C., Lay, S. R., & McDonald, J. J. (2023). *Álgebra lineal y sus aplicaciones* (1.^a ed. en español). Pearson.
- McMahon, D. (2008). *Quantum computing explained*. Wiley.
- Nakahara, M., & Ohmi, T. (2008). *Quantum computing: From linear algebra to physical realizations*. CRC Press.
- Sánchez del Río, C. (2020). *Física cuántica* (2.^a ed.). Pirámide.

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente deberá contar con maestría en Física, Matemáticas, Computación o áreas afines, preferentemente con grado de doctorado. Asimismo, deberá poseer experiencia en docencia universitaria y un dominio sólido del álgebra lineal, incluyendo espacios vectoriales complejos, espacios con producto interno y operadores lineales, además de familiaridad con sus aplicaciones en física, ciencia de datos o teoría cuántica. Se espera que sea una persona analítica, responsable y comprometida con la formación estudiantil, que fomente el pensamiento matemático riguroso, el razonamiento crítico, el uso de herramientas computacionales y el trabajo colaborativo en el aula.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Introducción a la Astrobiología
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 02 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Patricia Guadalupe Núñez Pérez Roberto Vázquez Meza Jorge Alberto Villavicencio Aguilar Manet Estefanía Peña Salinas
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Introducción a la Astrobiología tiene como finalidad analizar el conjunto de estudios científicos que tratan sobre el origen, distribución, evolución y futuro de la vida en el universo para valorar y cuestionar los nuevos avances en la materia y en el entendimiento de las circunstancias y condiciones en las que puede encontrarse vida en otros mundos. Este curso establece bases firmes para el análisis de la información más reciente sobre los temas relacionados con la Astrobiología, que permite al estudiante experimentar un ambiente de trabajo multidisciplinario. Se imparte en la etapa básica, es de carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Física, pero por su naturaleza y nivel, es un excelente curso optativo para estudiantes de otras áreas interesados en las Ciencias Espaciales y la búsqueda de vida fuera de la Tierra. Se recomienda haber cursado al menos dos semestres de su carrera, aunque no es un requisito.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Valorar los conocimientos, avances y nuevos descubrimientos en el campo de la Astrobiología, utilizando los conceptos fundamentales y metodología experimental de las Ciencias Naturales y Exactas, con el fin de cuestionar, debatir ideas y resultados de investigaciones acerca del origen, distribución, evolución y futuro de la vida en el universo, con una actitud crítica, reflexiva y honesta.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Proyecto técnico integrador

El estudiantado elabora, redacta y defiende en equipo un proyecto final relacionado con los contenidos de la unidad de aprendizaje, mediante el cual analiza y valora conocimientos, avances y descubrimientos relevantes en el campo de la Astrobiología.

El proyecto se presenta en dos modalidades:

- Reporte escrito en formato digital, que incluye: introducción, objetivo, marco teórico, metodología, resultados, conclusiones y referencias.
- Exposición oral, presentando de manera clara y sintética el tema, los objetivos, la metodología y las conclusiones principales, haciendo uso adecuado del tiempo y de recursos visuales, demostrando dominio del contenido, claridad conceptual y capacidad para argumentar y responder preguntas.

El proyecto, debe ser aprobado por la persona docente, puede consistir en la revisión de un artículo científico, la presentación de un experimento demostrativo o el desarrollo de material didáctico o de divulgación. La evaluación considera la pertinencia y rigor del contenido, la organización de la información, la claridad expositiva, el uso adecuado de fuentes científicas y el cumplimiento de los lineamientos establecidos.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Excelencia; Vanguardia e Interculturalidad.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. El Universo

Competencia

Analizar los conceptos básicos de la astronomía, mediante el estudio de las teorías básicas de la evolución del universo a pequeña y gran escala, con la finalidad de construir un marco de referencia para la ciencia de la Astrobiología, demostrando pensamiento crítico, actitud analítica, actuando con responsabilidad académica, honestidad intelectual y rigor científico.

Contenido

- 1.1. Introducción.
 - 1.1.1. ¿Qué es la Astrobiología?
 - 1.1.2. Estrategias en la búsqueda de la vida extraterrestre.
 - 1.1.3. La Astrobiología como un área multidisciplinaria.
 - 1.1.4. Razones para buscar vida extraterrestre
- 1.2. La escala del universo
 - 1.2.1. Los objetos astronómicos y sus distancias.
 - 1.2.2. El sistema solar a escala.
 - 1.2.3. Métodos para estimar distancias.
- 1.3. Evolución estelar
 - 1.3.1. Medio interestelar.
 - 1.3.2. Moléculas interestelares.
 - 1.3.3. Formación de estrellas y planetas.
 - 1.3.4. Estados avanzados de evolución estelar.
- 1.4. Galaxias y Cosmología
 - 1.4.1. Estructura y formación de galaxias.
 - 1.4.2. La materia oscura.
 - 1.4.3. Cuasares y hoyos negros.
 - 1.4.4. Origen del universo
 - 1.4.5. El principio cosmológico.
 - 1.4.6. La Gran Explosión.
 - 1.4.7. La hipótesis de un universo inflacionario.
 - 1.4.8. El futuro del universo.

Duración

08 horas

Unidad II. La Vida**Competencia**

Examinar los fundamentos del origen de la vida en la Tierra, mediante el estudio de los diversos modelos científicos aceptados en la actualidad y a la luz de los avances en la biología, la física y la química, con el fin de extrapolar estos principios a la búsqueda de vida en otros mundos, demostrando pensamiento crítico, rigor científico, apertura al análisis interdisciplinario, actuando con responsabilidad académica y ética científica.

Contenido

- 2.1. ¿Qué es la vida?
 - 2.1.1. Definición de VIDA y SER VIVO.
 - 2.1.2. Compuestos biológicos importantes.
 - 2.1.3. El ADN.
 - 2.1.4. Primeras ideas sobre el origen de la vida
 - 2.1.5. El modelo químico evolutivo de la vida.
 - 2.1.6. Polímeros, autoensamblaje, membranas y virus.
- 2.2. De procariontes a eucariontes
 - 2.2.1. Procariontes.
 - 2.2.2. Eucariontes.
 - 2.2.3. Evolución y eras geológicas.
 - 2.2.4. Estrellas aptas para la vida.
 - 2.2.5. Atmósfera y medio ambiente en la Tierra primitiva.
- 2.3. Origen de la humanidad.
 - 2.3.1. Primeros homínidos.
 - 2.3.2. Homo Sapiens.
 - 2.3.3. El desarrollo de la inteligencia.
- 2.4. Extremófilos
 - 2.4.1. Los límites de la vida.
 - 2.4.2. Termófilos, hipertermófilos y psicrófilos.
 - 2.4.3. Acidófilos y alcalófilos.
 - 2.4.4. Halófilos y barófilos.
 - 2.4.5. Tardígrados.

Duración

08 horas

Unidad III. Habitabilidad

Competencia

Aplicar el concepto de habitabilidad al estudio de algunos cuerpos del Sistema Solar, a través del análisis de métodos de medición de parámetros físicos y biológicos, con la finalidad de evaluar la posibilidad del surgimiento o mantenimiento del fenómeno de la vida en dichos cuerpos celestes, demostrando pensamiento crítico, rigor científico, apertura al análisis interdisciplinario, actuando con responsabilidad académica y ética científica.

Contenido

- 3.1. Habitabilidad
 - 3.1.1. La Tierra como planeta habitable.
 - 3.1.2. La Zona de Habitabilidad Circunestelar.
 - 3.1.3. La Zona de Habitabilidad Galáctica.
 - 3.1.4. La Luna.
 - 3.1.5. Exploración Lunar.
 - 3.1.6. Potencial habitable de la Luna.
- 3.2. Cuerpos menores del Sistema Solar
 - 3.2.1. Formación del Sistema Solar
 - 3.2.2. Cometas.
 - 3.2.3. Asteroides y meteoros.
 - 3.2.4. Meteoritos y cráteres de impacto.
 - 3.2.5. NEOs y asteroides interestelares.
- 3.3. Exobiología del Sistema Solar I: Satélites helados
 - 3.3.1. Los satélites de Júpiter y Saturno
 - 3.3.2. Europa
 - 3.3.3. Encélado
 - 3.3.4. Titán
 - 3.3.5. Ventilas hidrotermales en la Tierra y su posible relación con los satélites helados.
- 3.4. Exobiología del Sistema Solar II: Venus
 - 3.4.1. Características físicas de Venus.
 - 3.4.2. Misiones de exploración a Venus.
 - 3.4.3. Vulcanismo en Venus
 - 3.4.4. Potencial astrobiológico de Venus.

Duración

08 horas

Unidad IV. Búsqueda de vida extraterrestre

Competencia

Analizar el problema de la búsqueda de vida extraterrestre, a partir del estudio crítico del estado del arte de la exploración espacial, el análisis de fuentes científicas especializadas y la discusión argumentada, con la finalidad de emitir juicios fundamentados sobre los métodos de investigación y las posibilidades de éxito en este campo, demostrando pensamiento crítico,

capacidad de análisis, actuando con honestidad intelectual, responsabilidad científica y respeto por el conocimiento científico.

Contenido

4.1. Marte

- 4.1.1. Características físicas de Marte.
- 4.1.2. Misiones de exploración a Marte.
- 4.1.3. Agua en Marte.
- 4.1.4. Los experimentos de la misión Vikingo.
- 4.1.5. Análogos marcianos.
- 4.1.6. El meteorito ALH84001.
- 4.1.7. Proyectos de colonización de Marte.

4.2. Exoplanetas

- 4.2.1. Métodos de detección.
- 4.2.2. Estadística de exoplanetas.
- 4.2.3. En busca de mundos habitables.
- 4.2.4. Observaciones recientes con telescopios espaciales.
- 4.2.5. Proyectos de misiones a exoplanetas.

4.3. La búsqueda de vida inteligente en el universo

- 4.3.1. El Proyecto Phoenix (SETI).
- 4.3.2. La Ecuación de Drake
- 4.3.3. La paradoja de Fermi.
- 4.3.4. Tipos de civilizaciones extraterrestres.
- 4.3.5. Protocolos de primer contacto.

4.4. La Astrobiología y las pseudociencias

- 4.4.1. Avistamientos de Fenómenos Anómalos No Identificados.
- 4.4.2. La hipótesis de la nave espacial.
- 4.4.3. La conspiración gubernamental y los fenómenos "inexplicables".
- 4.4.4. Pensamiento científico vs. charlatanes.

Duración

08 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: El Universo

Práctica 1: Escala de distancias

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Compara las distancias entre los componentes del Sistema Solar utilizando una escala “humana”
4. Discute la influencia de la escala en la exploración espacial.
5. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
6. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación

Recursos de apoyo

- Pelota de basquetbol
- Materiales para marcar
- Cinta métrica
- Calculadora y un espacio adecuado.

Práctica 2: El tamaño de los cuerpos del Sistema Solar

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Utiliza equipo especializado para fotografiar, de acuerdo con la época del año, al Sol, la Luna y los planetas.
4. Calcula el tamaño de los cuerpos observados y de sus estructuras utilizando la teoría vista en clase.
5. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
6. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Telescopio
- Cámara fotográfica
- Computadora y software para procesamiento de imágenes y para realizar cálculos aritméticos o calculadora.

Práctica 3: Espectroscopía

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Utiliza un espectroscopio para descomponer la luz de focos fluorescentes de distintos colores a través de un prisma.
4. Infiere a partir de los espectros obtenidos la composición química de los gases
5. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
6. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo:

- Lámpara con focos fluorescentes de distinto color
- Prisma o espectroscopio graduado.

Práctica 4: Expansión del universo

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del profesor para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Emplea un globo de aire esférico como modelo de un universo en expansión
4. Dibuja varios puntos sobre el globo y observa cómo se expande la distancia entre los puntos conforme se infla.
5. Mide la separación entre puntos
6. Calcula la constante de Hubble del globo utilizando las mediciones de las distancias entre puntos.
7. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
8. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Unidad II: La Vida

Práctica 5: Formación de coacervados

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Observa al microscopio la permeabilidad relativa de las membranas lipídicas de las células, a partir de preparaciones realizadas en el laboratorio.
4. Construye una representación sencilla de cómo pudieron formarse las primeras membranas celulares.
5. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
6. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Microscopio
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Tubos de ensayo
- Pipetas
- Propipeta
- Parrilla
- Azul de metileno
- Goma arábica (solución al 6.7 %, preparada al momento)
- Grenetina (solución al 1 %, preparada al momento)
- Ácido clorhídrico (solución al 3.6 %)
- Papel indicador de pH
- Franela y vórtex.
- Microscopio
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Tubos de ensayo
- Pipetas
- Propipeta
- Parrilla
- Azul de metileno
- Goma arábica (solución al 6.7 %, preparada al momento)
- Grenetina (solución al 1 %, preparada al momento)
- Ácido clorhídrico (solución al 3.6 %)
- Papel indicador de pH
- Franela y vórtex.

Práctica 6: Extracción de ADN

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Toma una muestra de saliva de la parte interna de su propia mejilla
4. Sigue el protocolo de lisis y extracción
5. Observa cómo el aspecto tenue y blanquecino de su ADN cromosómico se precipita fuera de la solución en presencia de etanol.
6. Construye un “collar de ADN” con su muestra
7. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
8. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- DNA Necklace Kit de Carolina.com©
- Tubos Falcon
- Bebida isotónica
- Solución de “lisis celular”
- Hilaza
- Recipiente de plástico
- Etanol
- Pipetas de plástico
- Tubos Eppendorf
- Microscopio óptico con micrómetro objetivo.

Práctica 7: Selección natural

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Construye una configuración base para el experimento, de acuerdo con el manual del kit. Realiza experimentos estocásticos sobre la polilla de los abedules (*Biston betularia*) de forma empírica.
4. Registra los cambios ocasionados por el ambiente en la población de polillas
5. Analiza los resultados con base en los conceptos de selección natural
6. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
7. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Natural Selection Kit de Carolina.com© o, en su caso los siguientes elementos:
- Taza.
- 100 cuentas negras.
- 100 cuentas blancas.
- 100 polillas de papel (negras por un lado y blancas por el otro).
- Cuatro hojas de papel que representan el ambiente (por ejemplo, dos negras y dos blancas).

Práctica 8: Extremófilos

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Examina diferentes muestras de musgo previamente preparadas (o muestras de tardígrados comerciales).
4. Analiza una de ellas al microscopio para identificar el mayor número posible de organismos presentes.
5. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
6. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Muestras de musgos de la zona a estudiar (aprox. 2 cm³) o muestras de tardígrados comprados en frasco.
- Cajas de Petri.
- Portaobjetos.
- Cubreobjetos.
- Micropipeta y microscopio óptico.

Unidad III: Habitabilidad

Práctica 9: Zonas habitables

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Calcula en una tabla, las zonas habitables de diferentes estrellas con base en la teoría básica y en las fórmulas proporcionadas.
4. Discute la importancia del concepto de “zona de habitabilidad” y sus posibles aplicaciones.
5. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
6. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Internet
- Calculadora
- Área adecuada para la discusión en grupos.

Práctica 10: Cráteres de impacto

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Localiza el sitio web del Imperial College of London y de la Universidad Purdue sobre impactos (*ImpactEarth*) o algún otro similar.
4. Calcula los efectos destructivos que tendría un impacto meteorítico en algún lugar de la Tierra, variando algunos de los parámetros de entrada.
5. Discute los resultados con los integrantes de su equipo.
6. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
7. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora o tableta
- Acceso a internet
- Acceso a un área adecuada para la discusión en grupos.

Práctica 11: Análisis de meteoritos

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Examina muestras de meteoritos reales, proporcionadas por el profesor, utilizando un estereoscopio (o lupa) y un imán.
4. Registra imágenes de los meteoritos mediante una cámara fotográfica o adaptador para teléfono celular.
5. Elabora un reporte con el análisis de las características morfológicas de los diferentes meteoritos, comparándolos entre sí, con discusión y conclusiones.
6. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Meteoritos reales certificados
- Imán
- Estereoscópico (lupa)
- Cámara fotográfica
- Teléfono celular con cámara y adaptador para cámara para utilizarse en el estereoscopio (si se cuenta con uno).

Práctica 12: Ventilas hidrotermales

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Examina diferentes muestras de rocas, sedimentos y ejemplares biológicos provenientes del fondo marino asociado a ventilas hidrotermales, proporcionados por la persona docente.
4. Registra fotográficamente su muestra utilizando un estereoscopio y una cámara.
5. Analiza las principales características de las muestras bajo estudio.
6. Realiza un análisis comparativo de sus características morfológicas.
7. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
8. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Diversas muestras colectadas durante cruceros al Golfo de California (fragmentos de rocas de ventilas hidrotermales, sedimentos de arcilla del fondo marino y ejemplares de gusanos poliquetos)
- Cajas Petri
- Estereoscopio
- Cámara fotográfica o teléfono celular con cámara y adaptador para cámara, para utilizarse en el estereoscopio.

Unidad IV: Búsqueda de Vida Extraterrestre

Práctica 13: Misión a Marte

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Analiza la información proporcionada relativa a una misión hipotética tripulada al planeta Marte.
4. Discute las necesidades de recursos humanos y materiales de la misión con base en los objetivos planteados.
5. Organiza dichas necesidades, planea las etapas de la misión .
6. Escribe un plan final con los pormenores de la misión.
7. Comparte el plan frente a grupo considerando los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
8. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
9. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Calculadora o computadora.
- Acceso a internet.
- Área adecuada para la discusión.

Práctica 14: Curvas de luz

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Examina datos reales de la misión Kepler proporcionados por su docente o extraídos de internet.
4. Identifica la evidencia de exoplanetas orbitando estrellas fuera del Sistema Solar.
5. Calcula los parámetros físicos y orbitales de exoplanetas reales utilizando la tercera ley de Kepler y las fórmulas de gravitación vistas en clase
6. Elabora un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica.
7. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Datos reales de la misión Kepler
- Computadora
- Software de hoja de cálculo y graficado.

Práctica 15: Ecuación de Drake

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica.
2. Integrar equipos para las indicaciones docentes.
3. Analiza los conceptos en los que se fundamenta la Ecuación de Drake
4. Discute el potencial de esta ecuación como método cualitativo de estimación de parámetros relacionados con la existencia de civilizaciones tecnológicamente avanzadas en la galaxia utilizando ejemplos reales.
5. Elabora y comparte un reporte con los fundamentos, discusión y conclusiones de su práctica en equipo.
6. Entrega el reporte a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Papel y lápiz
- Calculadora
- Área adecuada para la discusión.

Práctica 16: Presentación de proyecto final

Duración

02 horas.

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de la persona docente para la presentación oral del proyecto final en equipo.
2. Discute las ideas iniciales, la metodología de trabajo y el tema seleccionado.
3. Realiza la exposición ante la clase, demostrando comprensión y claridad en los contenidos.
1. Elabora un reporte escrito del proyecto final, siguiendo el formato proporcionado por la persona docente donde incluyas fundamentos, análisis, discusión y conclusiones del proyecto.
2. Entrega el reporte para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Proyector
- Internet
- Herramienta o equipo necesario para presentar su proyecto final.

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Ejercicios prácticos
- Foros
- Aprendizaje basado en proyectos
- Uso de las TIC

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes de prácticas
- Uso de TIC
- Análisis de videos documentales
- Cuestionarios

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	40%
- Prácticas de laboratorio	30%

- Proyecto técnico integral	20%
- Cuestionarios	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Menor-Salván, C. Ed. (2018) *Prebiotic Chemistry and Chemical Evolution of Nucleic Acids*. Springer International Publishing
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-93584-3>
- Pryor, A., Ed. (2020) *Living with Tiny Aliens: The Image God for the Anthropocene* (1a. ed.). Fordham University Press
<http://libcon.rec.uabc.mx:2795/book/75648>
- Rothery, D. A., Gilmour, I. y Sephton, M. A., (Eds.)(2018) *An introduction to Astrobiology* (3a. ed.). Cambridge University Press.
- Souza, V., Segura, A. y Foster, J. S. (Eds.)(2020) *Astrobiology and Cuatro Ciénegas Basin as an Analog of Early Earth*. Springer Nature
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-46087-7>

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Cockell, C. S. (2020). *Astrobiology: Understanding Life in the Universe* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- MacFarlane, S., Druyan, A., Braga, B. y Cannold, M. (Productores), Braga, B., Pope, B., Druyan, A. (Directores). (2014). *Cosmos. A spacetime odyssey*. [Serie]. Fuzzy Door Productions.
- MacFarlane, S., Druyan, A., Clark, J. (Productores), Druyan, A., Braga, B. (Directores). (2020). *Cosmos. Possible Worlds*. [Serie]. Cosmos Studios, Six Point Harness.
- Montoya, L., Cordero, G. y Ramírez, S. (2022). *Astrobiología: Una visión transdisciplinaria de la vida en el universo*. Fondo de Cultura Económica.
<https://www.fondodeculturaeconomica.com/Ficha/9786071674500/F>
- Vázquez, R. (2021). *ASTROBIOMOOC: Curso en línea de Astrobiología*. [Video]. Universidad Nacional Autónoma de México.
<https://www.astrosen.unam.mx/asbio/>
- Vázquez, R. y Núñez, P. G. (2019). *Astrobiología. Manual de Prácticas* (2a ed.). Universidad Nacional Autónoma de México. <https://tinyurl.com/LabAstrobio>

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente que imparta la unidad de aprendizaje Introducción a la Astrobiología deberá contar con Licenciatura en Física, Biología, Oceanología, Ciencias de la Tierra o áreas afines,

con conocimientos sólidos en Astrobiología y especialización en al menos una de sus áreas de estudio. Preferentemente, contar con estudios de posgrado y experiencia docente mínima de dos años en nivel superior. Asimismo, deberá demostrar capacidad analítica, responsabilidad, respeto, actitud proactiva y promover el trabajo colaborativo, el pensamiento crítico y el análisis científico en el proceso de enseñanza-aprendizaje.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Pensamiento Crítico, Ciencia y Humanidades
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Optativo
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Jorge Alberto Villavicencio Águilar Roberto Romo Martínez Claudio Ismael Valencia Yaves
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de esta unidad de aprendizaje es que el estudiantado de Física desarrolle una comprensión profunda y situada del origen, construcción y sentido del conocimiento científico, mediante una genealogía filosófica que inicia en el pensamiento presocrático y llega a la ciencia moderna y contemporánea. A través de experiencias de taller encarnadas —orientadas a “ponerse en la piel” de quienes pensaron antes, a preguntar desde la curiosidad, la duda y la imaginación— la unidad busca fortalecer el pensamiento crítico y creativo como habilidad fundamental para la formación científica, articulando rigor conceptual con sensibilidad humana. Asimismo, se pretende que el estudiantado reconozca la ciencia como práctica histórica y social, capaz de dialogar con otros saberes sin soberbia epistémica, e integre su aprendizaje a una reflexión ética y personal sobre su vocación y proyecto vital como futuros científicos o científicas. La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa básica, es de carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Examinar profundamente la construcción del conocimiento científico desde una perspectiva histórico-filosófica, mediante el estudio de sus bases desde el pensamiento presocrático hasta la ciencia moderna y contemporánea integrando la experiencia corporal, curiosidad, imaginación y argumentación rigurosa, para desarrollar un pensamiento crítico propio que permita analizar, cuestionar y comunicar ideas científicas de forma situada, plural y éticamente responsable, con creatividad, empatía, respeto a la diversidad y a la dimensión humana del conocer.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio integrador de evidencias, elaborado a lo largo del semestre, que reúna productos escritos, reflexivos y vivenciales, donde el estudiantado muestra la construcción progresiva de su pensamiento crítico científico. El portafolio incluirá:

- **Bitácora de asombro y de preguntas “inocentes”**: registros breves donde el estudiantado documenta experiencias de curiosidad, extrañamiento y duda surgidas en prácticas de taller, transformándolas en preguntas y reflexiones filosófico-científicas.
- **Ensayos cortos / comentarios argumentativos** en los que articule conceptos presocráticos, históricos y epistemológicos con su comprensión del quehacer científico en Física, justificando sus ideas con rigor conceptual, claridad y referencias pertinentes.
- **Lecturas críticas guiadas** de textos filosóficos y científicos (o de divulgación), donde identifique supuestos, reconstruya argumentos, detecte límites, sesgos o falacias y contraste posiciones desde una perspectiva situada y pluralista.

- **Reportes reflexivos de prácticas encarnadas** (“ponerse en la piel de nuestros antecesores”):
descripciones y análisis de actividades como medición sin instrumentos, traducción conceptual, experimentos situados o escenarios contrafácticos, explicando cómo la experiencia corporal y el diseño creativo de procedimientos fortalecen el pensamiento científico.
- **Síntesis final integrada (escrita o multimodal)** que exponga la postura epistemológica del estudiantado y su conexión con la ciencia como práctica histórica, humana y éticamente responsable; esta síntesis podrá tomar forma de ensayo, presentación oral, pieza audiovisual breve, mapa conceptual narrado o portafolio curado.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico. Compromiso con la responsabilidad social, Equidad social y de género, Inclusión, Excelencia, Innovación social e Interculturalidad.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. El asombro y los orígenes del conocer

Competencia

Examinar el surgimiento del pensamiento racional a partir de la experiencia humana del asombro, la curiosidad y la duda, en el tránsito del mito al logos y en los fundamentos del pensamiento presocrático, para comprender el origen histórico-filosófico de la ciencia y elaborar preguntas, conceptos y argumentaciones críticas iniciales, con una actitud de apertura al pensamiento libre y humildad epistémica.

Contenido

- 1.1. Experiencia, percepción y pregunta
 - 1.1.1. Conocer desde lo humano: cuerpo, sentidos, mundo vivido.
 - 1.1.2. Asombro, curiosidad e ignorancia fértil como motores del pensar.
 - 1.1.3. La pregunta como gesto originario del conocimiento.
- 1.2. Del mito al logos
 - 1.2.1. Explicaciones míticas y su función humana.
 - 1.2.2. Emergencia de la explicación racional del mundo (logos).
 - 1.2.3. La physis como objeto de interrogación.
- 1.3. Pensamiento presocrático (núcleo)

- 1.3.1. Milesios y búsqueda del arché: Tales, Anaximandro, Anaxímenes.
- 1.3.2. Devenir y permanencia: Heráclito y Parménides.
- 1.3.3. Pluralistas y atomistas: Empédocles, Anaxágoras, Leucipo y Demócrito.
- 1.4. Actitud filosófica inicial y puente hacia la ciencia
 - 1.4.1. Duda, diálogo y pensamiento libre.
 - 1.4.2. Límites del saber y humildad epistémica.
 - 1.4.3. De la reflexión filosófica al nacimiento de lo científico.

Duración:

08 horas

Unidad II. De la filosofía natural a la ciencia moderna: cómo nace lo científico

Competencia

Analizar la transición histórica y conceptual de la filosofía natural a la ciencia moderna, mediante la comprensión de los principales quiebres epistemológicos y metodológicos que consolidan el conocimiento científico, para reconocer cómo se construyen leyes, modelos y procedimientos experimentales, desarrollando una mirada crítica sobre sus supuestos, alcances y límites.

Contenido

- 2.1. Filosofía natural y síntesis clásica (puente necesario)
 - 2.1.1. Aristóteles y la explicación de la naturaleza: causas, movimiento, cosmos.
 - 2.1.2. Límites de la filosofía natural para explicar ciertos fenómenos.
- 2.2. Ruptura renacentista y nueva mirada del universo
 - 2.2.1. Copérnico y el descentramiento cosmológico.
 - 2.2.2. Kepler y la matematización del movimiento celeste.
 - 2.2.3. Galileo: experimento, idealización y lenguaje matemático.
- 2.3. Nacimiento del método científico moderno
 - 2.3.1. Bacon: experiencia organizada e inducción.
 - 2.3.2. Descartes: duda metódica y racionalismo.
 - 2.3.3. Tensión empirismo–racionalismo como motor histórico de la ciencia.
- 2.4. Newton y la consolidación de la ciencia moderna
 - 2.4.1. Ley científica, modelo e idealización.
 - 2.4.2. Matematización de la naturaleza y alcance de la explicación newtoniana.
- 2.5. Ilustración y circulación del pensamiento científico
 - 2.5.1. La ciencia como empresa pública: difusión, traducción y enseñanza.
 - 2.5.2. Presencia femenina en la recepción newtoniana: Émilie du Châtelet y Maria Gaetana Agnesi como agentes de traducción, clarificación y enseñanza del marco moderno.
- 2.6. Alcances y límites del conocimiento moderno

- 2.6.1. Qué permite el método científico y qué deja fuera.
- 2.6.2. Condiciones históricas y humanas de la objetividad científica.

Duración:

08 horas

Unidad III. Herramientas fundamentales del pensamiento crítico científico

Aplicar herramientas esenciales del pensamiento crítico y creativo en contextos científicos y cotidianos, mediante la construcción, análisis y evaluación de argumentos, el reconocimiento de falacias y sesgos, y el uso de la imaginación científica en la exploración de escenarios posibles, con el fin de comprender, cuestionar y comunicar explicaciones físicas con rigor conceptual y sentido situado.

Contenido

- 3.1. Fundamentos operativos del pensamiento crítico en ciencia
 - 3.1.1. Qué significa pensar críticamente en Física: comprender, cuestionar, justificar.
 - 3.1.2. Duda, contraste y revisión como prácticas científicas.
- 3.2. Argumentación y lógica mínima
 - 3.2.1. Estructura de un argumento: premisas, conclusiones e inferencias.
 - 3.2.2. Validez, coherencia y fuerza explicativa.
 - 3.2.3. Diferencia entre explicar, describir y persuadir.
- 3.3. Falacias, sesgos y límites del razonamiento
 - 3.3.1. Falacias frecuentes en ciencia y vida cotidiana.
 - 3.3.2. Sesgos cognitivos y su impacto en la construcción de conocimiento.
 - 3.3.3. Criterios básicos para reconocer errores de razonamiento.
- 3.4. Imaginación científica y escenarios contrafácticos
 - 3.4.1. El “¿qué pasaría si...?” como herramienta de descubrimiento.
 - 3.4.2. Modelos posibles, mundos alternativos y consecuencias físicas.
 - 3.4.3. Creatividad rigurosa: imaginar sin perder consistencia lógica.
- 3.5. Alfabetización científica crítica
 - 3.5.1. Lectura crítica de divulgación y medios científicos.
 - 3.5.2. Identificación de supuestos, datos, interpretaciones y conclusiones.
 - 3.5.3. Comunicación clara de argumentos y hallazgos.

Duración: 8 horas

Unidad IV. Ciencia, sentido y responsabilidad: una epistemología sensible

Competencia

Integrar una comprensión situada de la ciencia como práctica humana, histórica y social, mediante el reconocimiento de sus implicaciones éticas, sus límites y su diálogo posible con otros saberes, para construir una postura epistemológica personal y responsable que vincule la formación en Física con el sentido de vida, la vocación científica y el cuidado del mundo común.

Contenido

- 4.1. Ciencia como práctica humana situada
 - 4.1.1. La ciencia en contexto: historia, cultura y condiciones materiales.
 - 4.1.2. Objetividad, valores y límites del conocimiento científico.
 - 4.1.3. Responsabilidad social de la ciencia.
- 4.2. Pluralismo epistémico y humildad del saber
 - 4.2.1. Ciencia y otros modos de conocer: diálogo sin jerarquías.
 - 4.2.2. Riesgos de la soberbia epistémica y del cientificismo.
 - 4.2.3. Conocimiento, poder y cuidado de la vida.
- 4.3. Ciencia, literatura y arte como formas humanas de comprensión
 - 4.3.1. Imaginación, lenguaje y metáfora en la construcción de conocimiento.
 - 4.3.2. Extrañamiento e ignorancia fértil como motores de pensamiento.
 - 4.3.3. Cruces creativos para comprender lo real.
- 4.4. Vocación científica, proyecto vital y anagnórisis final
 - 4.4.1. Autenticidad, deseo y sentido en la formación científica.
 - 4.4.2. Autobiografía científica: ¿qué quiero hacer con lo que sé?
 - 4.4.3. Síntesis de postura epistemológica personal.

Duración:

08 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. El asombro y los orígenes del conocer

Práctica 1. Asombro y extrañamiento: ver como si fuera la primera vez

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Elige un objeto cotidiano de su entorno cercano (reloj, taza, puerta, escalera, cuaderno u otro).
2. Observa en silencio durante 3–5 minutos como si nunca lo hubiera visto.
3. Describe por escrito su forma, textura, peso, función y lo que percibe con sus sentidos.
4. Formula al menos cinco preguntas “inocentes” sobre el objeto (qué es, por qué es así, cómo funciona, qué pasaría si...).
5. Comparte con su equipo una descripción y una pregunta, y escucha las de lxs demás.
6. Distingue, en diálogo grupal, explicaciones míticas espontáneas y explicaciones racionales emergentes.
7. Elabora e integra el registro de observación, preguntas y reflexión breve en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Objeto cotidiano elegido.
- Bitácora o libreta de trabajo.
- Notas de clase sobre mito, logos y asombro.

Práctica 2. Ponerse en la piel de lxs primerxs pensadorxs: medir sin instrumentos

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Se organiza en equipo y acepta el reto de medir una distancia y un intervalo de tiempo sin regla ni cronómetro.
2. Diseña un procedimiento propio de medición usando cuerpo, entorno y creatividad.
3. Establece una unidad inventada y define cómo registrará los datos.
4. Realiza la medición en un espacio abierto o pasillo amplio.

5. Registra resultados y observaciones sobre dificultades, ajustes y supuestos del procedimiento.
6. Compara resultados con otros equipos e identifica coincidencias y diferencias.
7. Discute qué límites del saber aparecieron y qué idea de orden o principio de la naturaleza emergió.
8. Elabora e integra reporte breve del procedimiento, resultados y reflexión crítica en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Espacio abierto o pasillo amplio.
- Materiales simples opcionales (cuerda, tiza, piedras).
- Bitácora o libreta de trabajo.
- Notas de clase sobre presocráticos, arché y physis.

Práctica 3. Anagnórisis: reconocerse en el acto de conocer

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Lee un texto breve detonador sobre asombro y origen del pensamiento racional en los presocráticos.
2. Escribe en su bitácora una narración personal sobre su primera experiencia de hambre de conocer.
3. Identifica las preguntas que lo trajeron a la Física y las ordena para reconocer el hilo que alimenta su curiosidad.
4. Expresa qué parte esencial de su persona reconoce cuando indaga y cómo se siente en el cuerpo ese impulso.
5. Comparte de manera voluntaria una idea en círculo de diálogo y escucha sin juzgar a los demás.
6. Conecta su experiencia con un concepto presocrático (physis, arché, logos, devenir o permanencia).
7. Elabora e integra el texto “Mi anagnórisis científica” con su conexión filosófica en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Texto breve seleccionado por el docente.
- Bitácora o libreta de trabajo.
- Notas de clase sobre presocráticos y actitud filosófica inicial.

Práctica 4. Línea viva del pensar presocrático: leer, situar, reconocer

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Lee un fragmento breve seleccionado por el docente de un presocrático (o una reconstrucción comentada) relacionado con *arché*, *physis* o *logos*.
2. Subraya dos ideas que te llamen la atención y una pregunta que e despierte asombro.
3. Identifica a qué problema filosófico responde el texto (principio de lo real, cambio/permanencia, materia/vacío).
4. Ubica al autor o corriente en una línea de tiempo simple presocrática (milesios → Heráclito/Parménides → pluralistas/atomistas).
5. Explica en 5–6 líneas cómo esa idea podría ser un antecedente de una pregunta científica actual en Física.
6. Comparte su línea y su conexión con el equipo y escucha las de lxs demás.
7. Elabora e integra una síntesis breve (1 cuartilla) con su línea de tiempo, ideas clave y reflexión en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Fragmento breve presocrático seleccionado por el docente.
- Bitácora o libreta de trabajo.
- Notas de clase sobre presocráticos, *arché*, *physis*, *logos*.

Unidad II. De la filosofía natural a la ciencia moderna: cómo nace lo científico

Práctica 5. Ruptura renacentista: mirar el cielo con ojos nuevos

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Observa un fenómeno astronómico simple o una representación accesible (movimiento aparente del Sol, fases de la Luna, trayectoria de una estrella, simulación básica).
2. Registra en tu bitácora lo observado mediante un dibujo y una descripción breve cuidando detalles de forma, ritmo y posición.
3. Identifica qué explicación “natural” o intuitiva surge primero (tipo geocéntrica/mítica/cotidiana).

4. Replantea la observación desde una explicación racional alternativa inspirada en Copérnico y Kepler (descentramiento, órbitas, regularidades).
5. Formula dos preguntas que muestren el quiebre entre ambas miradas.
6. Comparte con tu equipo tu registro y discute cómo cambia el mundo cuando cambia el marco explicativo.
7. Elabora e integra una síntesis breve (1 cuartilla) sobre la ruptura renacentista en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Bitácora o libreta de trabajo.
- Notas de clase sobre Copérnico y Kepler.
- Material visual simple seleccionado por el docente (cielo observable o simulación).

Práctica 6. Galileo y el nacimiento del experimento: diseñar un método situado

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Identifica un fenómeno de movimiento cotidiano en el entorno (rodar una pelota, deslizar un objeto, caída controlada, péndulo simple).
2. Plantea una pregunta investigable inspirada en Galileo (por ejemplo: ¿de qué depende el tiempo de caída?, ¿cómo cambia la velocidad?).
3. Diseña un procedimiento experimental con recursos simples, especificando pasos, variables a controlar y forma de registro.
4. Realiza el experimento en aula o exterior según aplique.
5. Registra datos y observaciones cualitativas sobre idealizaciones o fuentes de error.
6. Interpreta sus resultados señalando qué parte es “hecho observado” y qué parte es “modelo/idealización”.
7. Compara con otro equipo y discute semejanzas y diferencias metodológicas.
8. Elabora e integra un reporte breve (procedimiento, datos, interpretación y reflexión) en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Espacio de aula o exterior.
- Materiales simples del entorno (pelota, rampa improvisada, cuerda, etc.).
- Bitácora o libreta de trabajo.
- Notas de clase sobre Galileo, experimento e idealización.

Práctica 7. Newton: leyes, modelos e idealización

Duración:

002 horas

Procedimiento

1. Elige una ley o principio físico básico trabajado en la carrera (por ejemplo, inercia, acción–reacción, gravitación, conservación).
2. Identifica el fenómeno real que busca describir y describe sus rasgos observables.
3. Reconoce las idealizaciones implicadas en la ley (p. ej., “sin fricción”, “masa puntual”, “campo uniforme”).
4. Construye un modelo simple del fenómeno señalando qué se incluye y qué se deja fuera.
5. Explica por escrito en qué sentido la ley “funciona” y en qué sentido tiene límites.
6. Identifica una posible dificultad conceptual en el enunciado o uso de la ley (inspirándote en la crítica de Mach), señalando qué supuesto queda oculto o qué concepto requiere revisión.
7. Reformula la ley o su interpretación en tus propias palabras para hacer explícitos esos supuestos o límites.
8. Discute en equipo la diferencia entre ley, modelo y realidad, y comparte tu dificultad/reformulación.
9. Elabora e integra una síntesis breve (1 cuartilla) sobre leyes, idealización y crítica conceptual en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo.

- Notas de clase sobre Newton, ley científica y modelo.
- Bitácora o libreta de trabajo.
- Apuntes de asignaturas previas de Física.

Práctica 8. Ilustración y circulación del conocimiento: traducir para comprender

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Lee un fragmento breve seleccionado por el docente relacionado con Newton (texto original o explicación técnica).
2. Identifica los conceptos centrales y subraya los pasajes que resulten difíciles.
3. Reescribe el fragmento en lenguaje propio, buscando claridad sin perder rigor (traducción conceptual).

4. Crea un ejemplo, analogía o representación que haga comprensible la idea a alguien de primer semestre.
5. Reflexiona sobre qué se gana y qué se pierde al traducir conocimiento científico.
6. Relaciona tu experiencia con el papel de la Ilustración en la difusión científica y con figuras como Émilie du Châtelet y Maria Gaetana Agnesi.
7. Comparte tu traducción con el equipo y discute distintas formas de claridad científica.
8. Elabora e integra tu traducción, ejemplo y reflexión en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Fragmento breve seleccionado por el docente.
- Bitácora o libreta de trabajo.
- Notas de clase sobre Ilustración, traducción científica y recepción newtoniana.

Unidad III. Herramientas fundamentales del pensamiento crítico científico

Práctica 9. Clínica de argumentos: construir y evaluar explicaciones

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Elige un enunciado o explicación breve relacionada con Física (puede ser de clase, de divulgación o de conversación cotidiana).
2. Identifica la conclusión principal que sostiene el enunciado.
3. Extrae y escribe las premisas explícitas que apoyan esa conclusión.
4. Reconstruye las premisas implícitas necesarias para que el argumento tenga sentido.
5. Evalúa la validez del argumento revisando coherencia lógica e inferencias.
6. Detecta si falta evidencia o si hay saltos no justificados.
7. Reformula el argumento mejorándolo en claridad, rigor y justificación.
8. Comparte su versión con su equipo, contrasta mejoras y acuerdos.
9. Elabora e integra una síntesis breve (argumento original, análisis y reformulación) en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre argumento, premisa e inferencia.
- Texto breve o ejemplo seleccionado por el docente.
- Bitácora o libreta de trabajo.

Práctica 10. Falacias y sesgos: desmontar lo “irrefutable”

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Lee o escucha tres afirmaciones breves seleccionadas por el docente (científicas o cotidianas).
2. Identifica cuál le parece más convincente a primera vista y explica por qué.
3. Analiza cada afirmación buscando falacias comunes (autoridad, generalización apresurada, falsa causa, etc.).
4. Reconoce posibles sesgos cognitivos implicados (confirmación, disponibilidad, anclaje, etc.).
5. Señala qué partes del razonamiento son frágiles o no justificadas.
6. Reescribe cada afirmación de manera más cuidadosa y crítica, corrigiendo la falacia.
7. Comparte con su equipo un caso y escucha las correcciones de los demás.
8. Elabora e integra una tabla breve de falacia/sesgo detectado y corrección en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Guía breve de falacias y sesgos (proporcionada por el docente).
- Notas de clase sobre pensamiento crítico.
- Bitácora o libreta de trabajo.

Práctica 11. Escenarios contrafácticos: imaginar con rigor (“modo Asimov”)

Duración: 2 horas

Procedimiento

1. Elige un principio físico fundamental (gravitación, conservación de energía, segunda ley, etc.).
2. Modifica imaginativamente una condición del principio (por ejemplo: gravedad con otro valor, constante distinta, fricción nula universal).
3. Describe el escenario alternativo con claridad, indicando qué cambió y qué se mantiene.
4. Deduce al menos tres consecuencias físicas razonables del cambio propuesto.
5. Identifica una consecuencia inesperada o paradójica y la explora.
6. Explica qué enseña este mundo alternativo sobre el principio real.
7. Comparte su escenario con su equipo y contrasta consecuencias.
8. Elabora e integra un escrito breve con escenario, deducciones y reflexión crítica en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre el principio elegido y modelación.
- Bitácora o libreta de trabajo.
- Apuntes de Física.

Práctica 12. Alfabetización científica crítica: leer, distinguir, argumentar**Duración:**

02 horas

Procedimiento

1. Lee un texto breve de divulgación científica o nota periodística seleccionada por el docente.
2. Identifica el tema central y la pregunta que el texto intenta responder.
3. Distingue datos/observaciones de interpretaciones/opiniones en el contenido.
4. Reconstruye el argumento principal del texto (premisas y conclusión).
5. Evalúa la fuerza del argumento señalando supuestos, alcances y límites.
6. Detecta posibles exageraciones, simplificaciones o sesgos en el lenguaje usado.
7. Redacta un comentario crítico breve que integre su evaluación y postura.
8. Comparte su comentario con su equipo y escucha retroalimentación.
9. Elabora e integra el texto analizado y su comentario crítico en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Texto breve seleccionado por el docente.
- Guía de lectura crítica proporcionada por el docente.
- Bitácora o libreta de trabajo.

Unidad IV. Ciencia, sentido y responsabilidad: una epistemología sensible**Práctica 13. Ciencia situada: teoría, contexto y consecuencias****Duración:**

02 horas

Procedimiento

1. Lee un caso breve seleccionado por el docente sobre un desarrollo científico/tecnológico con impacto social (histórico o actual).
2. Identifica el problema científico central del caso y describe qué teoría o modelo lo sostiene.
3. Reconoce el contexto histórico, social o cultural en el que surge ese conocimiento.

4. Identifica decisiones metodológicas clave y explica por qué fueron tomadas.
5. Analiza dos consecuencias éticas o sociales derivadas del caso (positivas, negativas o ambiguas).
6. Discute en equipo cómo cambia la comprensión de la ciencia cuando se observa en su contexto.
7. Redacta una síntesis crítica breve integrando teoría, contexto y consecuencias.
8. Elabora e integra la síntesis en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Caso breve seleccionado por el docente.
- Notas de clase sobre ciencia situada y responsabilidad social.
- Bitácora o libreta de trabajo.

Práctica 14. Pluralismo epistémico: dialogar sin soberbia

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Lee dos textos breves seleccionados por el docente:
 - a) uno desde una perspectiva científica,
 - b) otro desde un saber no científico (comunitario, artístico, filosófico o histórico).
2. Identifica qué pregunta intenta responder cada texto y qué tipo de evidencia usa.
3. Reconoce los supuestos principales de cada perspectiva.
4. Señala en qué puntos se complementan y en qué puntos entran en tensión.
5. Redacta un argumento breve defendiendo un diálogo posible entre ambas perspectivas sin jerarquizarlas.
6. Comparte su argumento con su equipo y escucha retroalimentación.
7. Identifica qué aprendizajes ofrece el pluralismo para su formación como físicx.
8. Elabora e integra tu argumento y reflexión en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Dos textos breves seleccionados por el docente.
- Notas de clase sobre pluralismo de saberes y humildad epistémica.
- Bitácora o libreta de trabajo.

Práctica 15. Ciencia, literatura y arte: extrañar para comprender

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Lee un texto breve literario seleccionado por el docente (por ejemplo, un fragmento tipo “instrucciones” o extrañamiento cotidiano).
2. Identifica qué hace el texto para volver extraño lo familiar (lenguaje, ritmo, detalle, mirada).
3. Elige un fenómeno físico cotidiano (luz en una ventana, sonido en un pasillo, sombra, caída de un objeto).
4. Describe el fenómeno “como si lo vieras por primera vez”, usando recursos literarios simples (metáfora, comparación, detalle sensorial).
5. Conecta esa descripción con una idea científica: qué pregunta física despierta, qué modelo podría explicarla.
6. Comparte tu texto con tu equipo y discute cómo la imaginación abre conocimiento.
7. Redacta una reflexión breve sobre el valor del arte/literatura para comprender el mundo científicamente.
8. Elabora e integra descripción y reflexión en el portafolio de evidencias.

Recursos de apoyo

- Texto literario breve seleccionado por el docente.
- Notas de clase sobre imaginación, lenguaje y conocimiento científico.
- Bitácora o libreta de trabajo.

Práctica 16. Autobiografía científica y anagnórisis final

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Recupera sus bitácoras, textos y prácticas del semestre.
2. Identifica tres momentos del curso que hayan transformado su forma de pensar o sentir la ciencia.
3. Escribe una autobiografía científica breve que responda:
 - a) quién soy cuando conozco,
 - b) qué preguntas me habitan,
 - c) qué deseo hacer con lo que aprendo en Física.
4. Explicita su postura epistemológica personal conectándola con al menos dos conceptos del curso (presocráticos, ciencia moderna, pensamiento crítico, ciencia situada, pluralismo).
5. Define un compromiso ético o vital que desea sostener como futurx científicx.

6. Comparte voluntariamente una idea central en círculo de cierre y escucha a lxs demás.
7. Ajusta tu texto con la retroalimentación recibida.
8. Elabora e integra la autobiografía y postura final en el portafolio de evidencias como síntesis del curso.

Recursos de apoyo

- Portafolio/bitácora del semestre.
- Notas de clase generales del curso.
- Guía breve de autobiografía científica proporcionada por el docente.

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Seminario–taller (alternancia entre análisis conceptual y prácticas encarnadas)
- Método de proyectos (portafolio integrador y síntesis final)
- Aprendizaje basado en problemas (planteamiento y resolución de preguntas científicas)
- Aprendizaje basado en casos (ciencia situada: teoría, contexto y consecuencias)
- Aprendizaje basado en preguntas (asombro, duda razonada y “preguntas inocentes”)
- Técnica expositiva dialogada (breve, con participación activa)
- Debates
- Discusión guiada y círculos de diálogo

Estrategia de aprendizaje

- Elaboración de portafolio/bitácora (asombro, prácticas, lecturas críticas, anagnórisis)
- Resolución y exposición de casos y problemas prácticos
- Trabajo colaborativo
- Aprendizaje experiencial/encarnado (observación, medición sin instrumentos, experimentos situados)
- Técnica expositiva del estudiantado (presentaciones breves, socialización de hallazgos)
- Técnica reflexiva de aprendizaje (escritura crítica y autobiografía científica)

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Prácticas taller	20%
- Trabajo en el aula	15%
- Examen final	20%
- Portafolio de evidencia	15%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Aristóteles. (2015). *Metafísica* (Alberto Rodríguez López, Trad.). Editores Mexicanos Unidos. [clásica]

Descartes, R. (1974). *Discurso del método* (Rovira Armengol, Trad.). Losada. [clásica]

Kuhn, T. S. (2004). *The structure of scientific revolutions* (4.^a ed.). Fondo de Cultura Económica. [clásica]

Ziman, J. (2000). *Real science: What it is, and what it means*. Cambridge University Press. [clásica]

Gaarder, J. (1994/1995). *El mundo de Sofía*. Siruela (o edición equivalente en español). [clásica]

Julio Cortázar (2006). *Historias de cronopios y de famas*. Alfaguara. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Bacon, F. (2000). *Novum organum* (J. Pérez, Trad.). Tecnos. [clásica]

Popper, K. (2002). *The logic of scientific discovery*. Routledge. [clásica]

Ziman, J. (2000). *Real science: What it is, and what it means*. Cambridge University Press. [clásica]

Asimov, I. (1941). *Anochecer (Nightfall)*. En *Nightfall and Other Stories / Anochecer y otros relatos* (edición en español equivalente). [clásica]

Feinmann, J. P. (s. f.). *Filosofía aquí y ahora* [Canal de YouTube]. YouTube. Recuperado el 8 de diciembre de 2025, de:

<https://www.youtube.com/channel/UCB725gZ4c8vs7JY7wAI5A7A>

Sagan, C. (1980). *Cosmos: A Personal Voyage* [Serie documental]. PBS / Canal Encuentro / disponible en YouTube (selección de episodios por el docente).

https://www.youtube.com/results?search_query=Sagan%2C+C.+%281980%29.+Cosmos%3A+A+Personal+Voyage [clásica]

UNED. (2021). *Historia y Filosofía de las Matemáticas* [Video]. Canal UNED. Recuperado el 8 de diciembre de 2025, de: <https://canal.uned.es/>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Ciencias o Filosofía, preferentemente con posgrado en ciencias, humanidades o filosofía, con experiencia en epistemología, historia de la ciencia, comunicación de la ciencia o análisis crítico, experiencia docente de dos años, ser una persona capaz de articular contenidos interdisciplinarios y promover reflexión ética y argumentativa en el estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Teoría de Grupos y Simetrías en la Física
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos: 06
Eta de formación:	Básica
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ramón Carrillo Bastos Roberto Romo Martínez Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad es que se comprendan y utilicen las estructuras básicas de la teoría de grupos, en particular los grupos de Lie y sus representaciones en espacios vectoriales de dimensión finita. Esto se trabajará mediante el estudio sistemático de grupos discretos y de grupos de matrices, el análisis de generadores, conmutadores y operadores de Casimir y la construcción de representaciones sencillas del grupo de rotaciones en el espacio tridimensional ($SO(3)$), del grupo especial unitario de dimensión 2 ($SU(2)$) y con una introducción al grupo especial unitario de dimensión 3 ($SU(3)$). Con estos elementos se busca interpretar y modelar simetrías relevantes en problemas de mecánica clásica y en sistemas cuánticos elementales, y así sentar bases sólidas para cursos posteriores de mecánica clásica avanzada, mecánica cuántica, teoría de campos y áreas afines, actuando con rigor matemático, pensamiento crítico, creatividad y disposición al trabajo colaborativo e interdisciplinario. La unidad de aprendizaje se encuentra en la etapa básica, con carácter optativo y forma parte del área de conocimiento de Matemáticas.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Emplear los conceptos y estructuras básicas de la teoría de grupos y de los grupos de Lie, así como sus representaciones en espacios vectoriales de dimensión finita, mediante el análisis algebraico de grupos discretos y continuos, el uso de generadores y conmutadores y el estudio de representaciones de $SO(3)$, $SU(2)$ y una introducción a $SU(3)$, para modelar y comprender las simetrías geométricas e internas de sistemas físicos sencillos en mecánica clásica y cuántica y sentar las bases para el estudio del momento angular, las teorías gauge y el modelo estándar, con rigor matemático, pensamiento crítico, creatividad y disposición al trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias digital con informes en donde muestra la aplicación de los métodos analíticos y numéricos, así como herramientas avanzadas de teoría de grupos, para representar, analizar y modelar sistemas físicos, evaluados mediante una rúbrica que pondera completitud y organización del material, calidad técnica y claridad expositiva. El portafolio integra todas las prácticas de la unidad de aprendizaje con la retroalimentación incorporada y permite verificar el uso responsable de herramientas digitales, así como una comunicación escrita y visual adecuada.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos de teoría de grupos y simetrías discretas

Competencia

Reconocer y manejar la estructura básica de grupo y de subgrupo, mediante la identificación de operaciones, elementos notables y simetrías discretas en ejemplos finitos sencillos, para describir y clasificar transformaciones con estructura de grupo en contextos elementales de la física y de las matemáticas, con pensamiento lógico, rigor en el razonamiento y disposición al trabajo colaborativo.

Contenido

- 1.1. Definición y ejemplos de grupos
 - 1.1.1. Definición de grupo, elemento neutro e inverso
 - 1.1.2. Grupos abelianos y no abelianos
 - 1.1.3. Ejemplos básicos: $(\mathbb{Z}, +)$, $(\mathbb{R}, +)$, grupo multiplicativo de complejos de módulo 1
- 1.2. Subgrupos y homomorfismos
 - 1.2.1. Criterio de subgrupo y ejemplos elementales
 - 1.2.2. Homomorfismos de grupos, núcleo e imagen
 - 1.2.3. Idea de isomorfismo e intuición de “misma estructura de grupo”
- 1.3. Grupos de permutaciones y simetrías discretas
 - 1.3.1. Grupo simétrico S_n : permutaciones y notación cíclica (énfasis en S_3 y S_4)
 - 1.3.2. Grupos de simetría de figuras geométricas sencillas (segmento, triángulo, cuadrado)
 - 1.3.3. Acciones de grupo sobre conjuntos (visión básica)
- 1.4. Temas especiales
 - 1.4.1. Clases de conjugación en grupos finitos pequeños (S_3 y S_4)
 - 1.4.2. Cocientes de grupos en ejemplos simples: el grupo cociente de G por un subgrupo normal N (G/N)

Duración

08 horas

Unidad II. Grupos de matrices y primeras nociones de grupos de Lie

Competencia

Determinar los grupos de matrices más relevantes en física como ejemplos de grupos de Lie elementales, mediante la descripción de sus propiedades algebraicas y el uso del conmutador matricial como operación de álgebra de Lie, para modelar simetrías continuas y

transformaciones lineales en sistemas físicos sencillos, con precisión formal, capacidad de abstracción y actitud propositiva.

Contenido

- 2.1. Grupos de matrices reales y complejas
 - 2.1.1. Grupo general lineal $GL(n, \mathbb{R})$ y $GL(n, \mathbb{C})$: matrices invertibles
 - 2.1.2. Grupos ortogonales $O(n)$ y especiales $SO(n)$ como grupos de rotación en $\mathbb{R}^n$
 - 2.1.3. Grupos unitarios $U(n)$ y especiales $SU(n)$ como transformaciones que preservan el producto interno complejo
- 2.2. Idea de grupo de Lie (visión introductoria)
 - 2.2.1. Noción de grupo continuo: parámetros, curvas y vecindad de la identidad
 - 2.2.2. Ejemplos básicos: $SO(2)$ (rotaciones en el plano) y $SO(3)$ (rotaciones en el espacio)
 - 2.2.3. Conexión informal entre matrices de rotación y movimientos continuos
- 2.3. Álgebra de Lie asociada (lenguaje matricial)
 - 2.3.1. Generadores cercanos a la identidad: matrices infinitesimales
 - 2.3.2. Conmutador $[A, B] = AB - BA$ como producto de Lie
 - 2.3.3. Ejemplos elementales de relaciones de conmutación en $so(2)$ y $so(3)$
- 2.4. Temas especiales
 - 2.4.1. Exponencial de matrices y conexión generador $\leftrightarrow$ familia uniparamétrica
 - 2.4.2. Comentarios intuitivos sobre “flujo” generado por un operador

Duración

08 horas

Unidad III. Álgebra de Lie de $SO(3)$ y $SU(2)$ y operadores de Casimir

Competencia

Describir y comparar las estructuras de las álgebras de Lie $so(3)$ y $su(2)$, mediante la construcción de sus generadores, el análisis de sus relaciones de conmutación y del operador de Casimir en ejemplos de baja dimensión, para preparar el estudio formal del momento angular y otras simetrías continuas en física, con rigor matemático, análisis crítico y responsabilidad académica.

Contenido

- 3.1. Grupo de rotación $SO(3)$ y su álgebra $so(3)$
 - 3.1.1. Matrices de rotación en $\mathbb{R}^3$: definición de $SO(3)$ como matrices ortogonales con $\det = 1$
 - 3.1.2. Composición de rotaciones y no conmutatividad en $SO(3)$
 - 3.1.3. Generadores de $so(3)$ y ejemplos de relaciones de conmutación
- 3.2. Grupo $SU(2)$ y álgebra $su(2)$
 - 3.2.1. Definición de $SU(2)$ como grupo de matrices 2×2 unitarias de determinante 1
 - 3.2.2. Descripción de $su(2)$ como álgebra de matrices 2×2 antihermitianas de traza cero
 - 3.2.3. Matrices de Pauli como base estándar de generadores de $su(2)$

- 3.3. Relaciones de conmutación y representaciones bajas
 - 3.3.1. Álgebra de conmutación de los generadores: $[C_i, C_j] = i \epsilon_{ijk} C_k$
 - 3.3.2. Representación fundamental de SU(2) sobre $\mathbb{C}^2$: acción de los generadores
 - 3.3.3. Correspondencia cualitativa entre su(2) y so(3) (doble recubrimiento $SU(2) \rightarrow SO(3)$)
- 3.4. Operador de Casimir de su(2) (núcleo opcional avanzado)
 - 3.4.1. Definición del operador de Casimir: $C = C_1^2 + C_2^2 + C_3^2$
 - 3.4.2. Propiedad $[C, C_i] = 0$ como ejemplo de invariante del álgebra de Lie
 - 3.4.3. Comentario: en una representación irreducible, C actúa como múltiplo de la identidad
- 3.5. Temas especiales
 - 3.5.1. Representación de dimensión 3 asociada a SO(3) (visión esquemática)
 - 3.5.2. Comentarios cualitativos sobre suma de representaciones (sin detalles de coeficientes de Clebsch–Gordan)

Duración

08 horas

Unidad IV. Representaciones y esbozo de simetrías internas

Competencia

Emplear representaciones lineales de grupos en espacios vectoriales de dimensión finita, mediante la construcción de representaciones sencillas de grupos finitos y continuos y el análisis de subespacios invariantes, para modelar simetrías internas y patrones de transformación en sistemas físicos simples, con creatividad, juicio crítico y apertura al trabajo interdisciplinario.

Contenido

- 4.1. Representaciones lineales de grupos
 - 4.1.1. Definición de representación de un grupo en un espacio vectorial
 - 4.1.2. Ejemplos de representaciones matriciales de grupos finitos y de grupos de matrices
 - 4.1.3. Representación trivial, representaciones de permutación y ejemplos geométricos
- 4.2. Subrepresentaciones y descomposición
 - 4.2.1. Subespacios invariantes y subrepresentaciones
 - 4.2.2. Representaciones reducibles e irreducibles en dimensión baja
 - 4.2.3. Descomposición en suma directa en ejemplos concretos (por ejemplo, simetrías del triángulo S_3)
- 4.3. Ejemplo completo de grupo finito pequeño
 - 4.3.1. Estudio de S_3 como caso de referencia: clases de conjugación y representaciones básicas
 - 4.3.2. Construcción y análisis cualitativo de representaciones irreducibles de S_3 en dimensión pequeña
 - 4.3.3. Interpretación de vectores de representación como “modos” o patrones simétricos.
- 4.4. Bloque de esbozo de simetrías internas
 - 4.4.1. Ruta SU(3) (visión ligera):

- 4.4.1.1. Definición de $SU(3)$ como subgrupo de $U(3)$
- 4.4.1.2. Dimensión de $su(3)$ y número de generadores
- 4.4.1.3. Matrices de Gell-Mann como base estándar y representación fundamental en $\mathbb{C}^3$
- 4.4.2. Ruta aplicaciones físicas:
 - 4.4.2.1. Comentarios estructurales sobre el papel de $SU(2)$ y $su(2)$ en el momento angular cuántico
 - 4.4.2.2. Ejemplos cualitativos de cómo las representaciones de grupos codifican “sabores”, “colores” o estados internos en modelos simples
- 4.4.3. Ruta aplicaciones a otras áreas:
 - 4.4.3.1. Ejemplos esquemáticos de simetrías en cristales, redes o sistemas discretos modelados con grupos finitos
- 4.5. Temas especiales
 - 4.5.1. Idea muy cualitativa de caracteres de una representación
 - 4.5.2. Mención introductoria de raíces y diagramas de peso

Duración

08 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I: Fundamentos de teoría de grupos y simetrías discretas

Práctica 1: Ejemplos concretos de grupos y subgrupos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de grupo, elemento neutro, inverso, grupo abeliano y criterio de subgrupo.
3. En equipo, analiza varios conjuntos con una operación propuesta por su docente, por ejemplo:
 - a. $(\mathbb{Z}, +)$: enteros con la suma.
 - b. $(\mathbb{Q}, +)$: números racionales con la suma.
 - c. $(\mathbb{R}, +)$: números reales con la suma.
 - d. $(\mathbb{R} \setminus \{0\}, \cdot)$: números reales distintos de cero con la multiplicación.
 - e. $(\mathbb{C} \setminus \{0\}, \cdot)$: números complejos distintos de cero con la multiplicación.
 - f. Matrices 2×2 reales con determinante distinto de cero bajo el producto matricial.
4. Para cada ejemplo:

- a. Verifica explícitamente los axiomas de grupo (cierre, asociatividad, existencia de neutro, existencia de inversos).
 - b. Identifica el elemento neutro y describe cómo encontrar el inverso de un elemento genérico.
 - c. Determina si el grupo es abeliano o no, justificando con al menos un ejemplo de conmutatividad o no conmutatividad.
 - d. Aplica el criterio de subgrupo en casos sencillos:
 - e. Considera subconjuntos como $n\mathbb{Z} \subset \mathbb{Z}$ (por ejemplo $2\mathbb{Z}$, $3\mathbb{Z}$: múltiplos de 2, de 3, etc.) y verifica si son subgrupos.
 - f. Estudia subconjuntos de $(\mathbb{R} \setminus \{0\}, \cdot)$, por ejemplo $\mathbb{R}^+$ (reales positivos), $\{\pm 1\}$, y decide cuáles son subgrupos.
 - g. Discute qué falla cuando un subconjunto no es subgrupo (por ejemplo, falta de cierre o de inversos).
5. Introduce un ejemplo simple de homomorfismo entre grupos:
 - a. Define $\varphi: \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}_n$ mediante $\varphi(k) = k \bmod n$ y verifica que $\varphi(a + b) = \varphi(a) + \varphi(b)$ en $\mathbb{Z}_n$.
 - b. Identifica el núcleo de φ y comenta su relación con el conjunto $n\mathbb{Z}$ (múltiplos de n).
 6. Elabora una tabla de síntesis donde registra, para cada estructura estudiada:
 - a. Conjunto y operación.
 - b. ¿Es grupo? (sí/no) y justificación breve.
 - c. Elemento neutro e inversos.
 - d. ¿Es abeliano? (sí/no).
 - e. Ejemplos de subgrupos identificados.
 7. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
 8. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de teoría de grupos recomendado por su docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo básico (si se requiere).
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - Sistemas de álgebra computacional o calculadoras en línea para verificar operaciones sencillas.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 2: Permutaciones, grupo S_3 y simetrías del triángulo equilátero

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas las definiciones de grupo de permutaciones, notación cíclica, grupo simétrico S_n y grupo de simetrías de una figura geométrica.
3. En equipo, trabaja con el conjunto de permutaciones de tres elementos $\{1, 2, 3\}$:
 - a. Enumera todos los elementos de S_3 .
 - b. Escribe cada permutación tanto en forma de lista (imagen de 1, 2, 3) como en notación cíclica.
 - c. Identifica la permutación identidad y las inversiones/ciclos de longitud 2 y 3.
4. Construye parcialmente la tabla de Cayley de S_3 :
 - a. Calcula la composición de algunas permutaciones representativas y registra los resultados.
 - b. Verifica la existencia de inversos y comenta por qué S_3 es no abeliano (da un ejemplo concreto donde la composición depende del orden).
5. Relaciona S_3 con las simetrías del triángulo equilátero:
 - a. Asocia a cada vértice del triángulo un elemento del conjunto $\{1, 2, 3\}$.
 - b. Dibuja las simetrías geométricas del triángulo (rotaciones y reflexiones).
 - c. Para cada simetría geométrica, escribe la permutación correspondiente de los vértices y la localiza dentro de S_3 .
 - d. Clasifica las simetrías en rotaciones y reflexiones, e identifica qué tipo de ciclos (en S_3) representan.
6. Discute el concepto de acción de grupo sobre un conjunto:
 - a. Describe informalmente cómo S_3 “actúa” sobre el conjunto de vértices de un triángulo.
 - b. Menciona al menos otra acción sencilla, por ejemplo la acción de S_3 sobre el conjunto de aristas del triángulo (sin entrar en muchos detalles técnicos).
 - c. Opcionalmente, extiende el análisis al cuadrado:
 - d. Menciona que el grupo de simetrías del cuadrado se puede ver como un subgrupo de S_4 .
 - e. Identifica, de manera cualitativa, algunos ejemplos de permutaciones de vértices asociadas a simetrías del cuadrado (rotaciones y reflexiones).
7. Elabora una tabla o esquema donde registra:
 - a. Cada elemento de S_3 .
 - b. Su descripción como permutación (lista y ciclos).
 - c. El tipo de simetría del triángulo al que corresponde (rotación o reflexión).
8. Escribe un resumen acerca de:
 - a. La estructura de S_3 como grupo de permutaciones.
 - b. Su interpretación como grupo de simetría del triángulo equilátero.
 - c. Una reflexión sobre la utilidad de ver simetrías geométricas como elementos de un grupo.
9. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
10. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de teoría de grupos recomendado por su docente (sección de grupos de permutaciones y simetrías).
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Regla y material para dibujar figuras geométricas (triángulo equilátero y, opcionalmente, cuadrado).
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - Software de geometría dinámica para visualizar simetrías.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y para explorar ejemplos adicionales.

Unidad II: Grupos de matrices y primeras nociones de grupos de Lie

Práctica 3: Grupos de matrices 2×2 : $GL(2, \mathbb{R})$, $O(2)$ y $SO(2)$

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de matriz invertible, matriz ortogonal y matriz de rotación en el plano.
3. En equipo, trabaja con matrices reales 2×2 sencillas, por ejemplo:
 - a. $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{bmatrix}$;
 - b. $R(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$ para algunos valores simples de θ ;
 - c. $M = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$.
4. Para cada matriz:
 - a. Calcula su determinante y decide si es invertible.
 - b. Si es invertible, encuentra su inversa (a mano cuando sea fácil, o con apoyo de calculadora en otros casos).
 - c. Verifica, cuando aplique, si cumple la condición de matriz ortogonal: $MM^T = I$.
5. Clasifica las matrices estudiadas según el grupo al que pertenecen:
 - a. ¿Pertenecen a $GL(2, \mathbb{R})$? (matrices 2×2 reales invertibles).
 - b. ¿Pertenecen a $O(2)$? (matrices ortogonales).
 - c. ¿Pertenecen a $SO(2)$? (matrices ortogonales con determinante 1, es decir rotaciones puras).
6. Elabora algunos ejemplos propios:
 - a. Propone al menos una matriz 2×2 que esté en $GL(2, \mathbb{R})$ pero no en $O(2)$.
 - b. Propone una matriz en $O(2)$ que no esté en $SO(2)$ (reflexión).
 - c. Propone varias matrices de rotación $R(\theta)$ y comprueben que forman un grupo bajo el producto.
7. Discute brevemente, con apoyo de su docente, la idea de “grupo continuo de rotaciones” en el plano: cómo el ángulo θ actúa como parámetro de las matrices de rotación $R(\theta)$.
8. Elabora una tabla de síntesis donde registra, para cada matriz:

- a. La matriz y su determinante.
 - b. Si es invertible o no (y su inversa cuando exista).
 - c. Si es ortogonal o no.
 - d. A qué grupo(s) pertenece: $GL(2, \mathbb{R})$, $O(2)$, $SO(2)$.
9. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
 10. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de teoría de grupos / álgebra lineal recomendado por su docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [Python/Colab](#) o software similar para calcular determinantes e inversas.
 - Calculadoras matriciales en línea para verificar resultados.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 4: Rotaciones en el plano, generadores y conmutador matricial

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la forma de las matrices de rotación en el plano $SO(2)$, la idea de “matriz cercana a la identidad” y la definición de conmutador $[A, B] = AB - BA$.
3. En equipo, trabaja primero con rotaciones en $\mathbb{R}^2$:
 - a. Escribe la matriz de rotación $R(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$ para valores simples de θ (por ejemplo $\theta = 0, \pi/4, \pi/2$).
 - b. Verifica que $R(\theta_1)R(\theta_2) = R(\theta_1 + \theta_2)$ en varios ejemplos numéricos.
 - c. Observa que $R(\theta_1)R(\theta_2) = R(\theta_2)R(\theta_1)$, es decir, que las rotaciones en el plano conmutan.
4. Introduce un “generador” de rotaciones en el plano:
 - a. Considera la matriz $J = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$.
 - b. Calcula $R(\theta)$ para θ pequeño y discute, guiado por su docente, cómo $R(\theta)$ se relaciona con $I + \theta J$ en primera aproximación (visión cualitativa de generador).
 - c. Aplica J a algunos vectores sencillos de $\mathbb{R}^2$ para ver que “gira” los vectores 90° .
5. Estudia ahora conmutadores sencillos de matrices 2×2 :
 - a. Considera, por ejemplo, $J = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ y $K = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$.
 - b. Calcula JK y KJ , y luego el conmutador $[J, K] = JK - KJ$.
 - c. Observa que, en general, $JK \neq KJ$ y que el conmutador mide esta falta de conmutatividad.

6. Discute, con apoyo de su docente, la idea de álgebra de Lie en lenguaje matricial:
 - a. El espacio de matrices con el conmutador $[A, B]$ como operación adicional.
 - b. Cómo los generadores y sus conmutadores describen la estructura de simetrías continuas (visión informal).
7. Opcionalmente, introduce un ejemplo muy sencillo en $\mathbb{R}^3$:
 - a. Escribe dos matrices 3×3 que representen rotaciones alrededor de ejes distintos en el espacio (proporcionadas por su docente).
 - b. Usa software o calculadora para calcular sus conmutadores y comenta por qué las rotaciones en 3D no conmutan.
8. Elabora una tabla o esquema donde registre:
 - a. Matrices estudiadas ($R(\theta)$, J , K , etc.).
 - b. Resultados de algunos productos matriciales.
 - c. Conmutadores calculados y conclusiones sobre conmutatividad.
9. Escribe un resumen acerca de:
 - a. Ejemplos de rotaciones y su composición.
 - b. Cálculos de conmutadores y una explicación, en sus propias palabras, de qué significa que dos matrices no conmutan.
10. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
11. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de teoría de grupos / grupos de Lie recomendado por su docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [Python/Colab](#) o software similar para multiplicar matrices y calcular conmutadores.
 - Calculadoras matriciales en línea para verificar resultados.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Unidad III: Álgebra de Lie de $SO(3)$ y $SU(2)$ y operadores de Casimir

Práctica 5: Rotaciones en $\mathbb{R}^3$, matrices en $SO(3)$ y no conmutatividad

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de matriz ortogonal, de grupo $SO(3)$ (matrices 3×3 reales ortogonales con determinante 1) y la idea de rotación en el espacio.
3. En equipo, trabaja con matrices de rotación estándar en $\mathbb{R}^3$, por ejemplo:

- a. Rotación alrededor del eje z: $R_z(\varphi) = \begin{bmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 \\ \sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$;
- b. Rotación alrededor del eje y: $R_y(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix}$.
4. Elige algunos ángulos sencillos (por ejemplo $\theta = \varphi = \pi/2$) y:
 - a. Calcula $R_z(\varphi)$, $R_y(\theta)$ y verifica que son ortogonales: $R^T R = I$.
 - b. Comprueba que $\det(R_z) = \det(R_y) = 1$, por lo que pertenecen a $SO(3)$.
5. Estudia la composición de rotaciones:
 - a. Calcula el producto $R_z(\varphi) R_y(\theta)$ y, por separado, $R_y(\theta) R_z(\varphi)$ para los mismos ángulos.
 - b. Compara las dos matrices resultantes y verifica si son iguales o distintas.
 - c. Aplica ambas composiciones a un mismo vector sencillo de $\mathbb{R}^3$ (por ejemplo $(1, 0, 0)^T$) y observa que el resultado depende del orden de aplicación.
6. Discute, guiado por su docente, la no conmutatividad de las rotaciones en 3D:
 - a. Explica en sus propias palabras por qué $R_z(\varphi) R_y(\theta) \neq R_y(\theta) R_z(\varphi)$ en general.
 - b. Compara con el caso de rotaciones en el plano ($SO(2)$), donde sí conmutan.
7. Introduce la idea de generadores de $so(3)$ de manera cualitativa:
 - a. Considera la matriz de rotación $R_z(\varphi)$ para un ángulo pequeño φ .
 - b. Discute, guiado por su docente, la aproximación $R_z(\varphi) \approx I + \varphi J_z$ para cierta matriz J_z (generador alrededor del eje z).
 - c. Repite la discusión de forma análoga para $R_y(\theta)$ con un generador J_y .
8. Elabora una tabla de síntesis donde registra:
 - a. Las matrices de rotación utilizadas y sus determinantes.
 - b. El resultado de las composiciones $R_z(\varphi) R_y(\theta)$ y $R_y(\theta) R_z(\varphi)$.
 - c. Una breve conclusión sobre la no conmutatividad de rotaciones en $\mathbb{R}^3$.
9. Escribe un resumen acerca de:
 - a. Ejemplos de rotaciones y sus composiciones.
 - b. Una explicación, en sus propias palabras, de cómo la no conmutatividad de las rotaciones se refleja en las matrices de $SO(3)$.
10. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
11. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de teoría de grupos/ grupos de Lie recomendado por su docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [Python/Colab](#) o software similar para multiplicar matrices y verificar ortogonalidad y determinantes.
 - Calculadoras matriciales en línea para verificar resultados.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 6: Matrices de Pauli, álgebra $su(2)$ y coeficientes de Casimir en la representación fundamental

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de matriz unitaria ($U^\dagger U = I$), matriz hermitiana ($A^\dagger = A$) y la forma de las matrices de Pauli, que se usarán como base estándar de $su(2)$:
 - a. $\sigma_x = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$, $\sigma_y = \begin{bmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{bmatrix}$, $\sigma_z = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$.
3. En equipo, analiza las matrices de Pauli:
 - a. Calcula $\sigma_x^\dagger$, $\sigma_y^\dagger$, $\sigma_z^\dagger$ (conjugadas transpuestas) y verifica que son hermitianas: $\sigma_j^\dagger = \sigma_j$.
 - b. Calcula sus trazas y comprueba que $\text{tr}(\sigma_j) = 0$ para $j = x, y, z$.
 - c. Verifica que $\sigma_x^2 = \sigma_y^2 = \sigma_z^2 = I$ (en la representación 2×2).
4. Estudia los conmutadores de las matrices de Pauli:
 - a. Calcula explícitamente $[\sigma_x, \sigma_y] = \sigma_x \sigma_y - \sigma_y \sigma_x$ y simplifica el resultado.
 - b. Calcula $[\sigma_y, \sigma_z]$ y $[\sigma_z, \sigma_x]$.
5. Verifica que los resultados se pueden escribir en la forma: $[\sigma_i, \sigma_j] = 2i \epsilon_{ijk} \sigma_k$, relacionando esta expresión con la forma abstracta $[C_i, C_j] = i\epsilon_{ijk} C_k$ mediante una constante de escala.

6. Discute, guiado por su docente, por qué las matrices de Pauli generan el álgebra $su(2)$ en la representación fundamental:
 - a. Explica en sus propias palabras qué significa “generar $su(2)$ ” en este contexto.
 - b. Comenta la relación entre $su(2)$ y el grupo $SU(2)$ (visión cualitativa).
7. Introduce la idea del operador de Casimir en la representación fundamental de $su(2)$ (parte opcional avanzada):
 - a. Define $C = \sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2$ y calcula C usando los resultados anteriores.
 - b. Observa que, en esta representación, C es proporcional a la matriz identidad ($C = 3 I$ en unidades naturales).
 - c. Comenta brevemente qué significa que C sea “invariante” y cómo se relaciona con la idea de representación irreducible.
8. Utiliza una herramienta computacional (por ejemplo, en Python (NumPy) u otro software matricial) para verificar las siguientes propiedades de las matrices de Pauli:
 - a. Sus conmutadores y el valor de C .
 - b. El desarrollo de una matriz hermitiana general 2×2 como combinación lineal de I y σ_j .
9. Elabora una tabla de síntesis donde registre:
 - a. Propiedades básicas de σ_x , σ_y , σ_z (hermiticidad, traza, cuadrados).
 - b. Resultados de los conmutadores $[\sigma_i, \sigma_j]$.
 - c. El valor del operador de Casimir C en la representación fundamental.
10. Escribe un resumen acerca de:
 - a. Cálculos principales con las matrices de Pauli.
 - b. Una explicación, en sus propias palabras, de cómo las matrices de Pauli ejemplifican el álgebra $su(2)$ y la idea de Casimir.
11. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
12. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de teoría de grupos / grupos de Lie y fuentes introductorias a $su(2)$ recomendadas por su docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo con soporte para números complejos.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [Python/Colab](#) o software similar para trabajar con matrices complejas y conmutadores.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Unidad IV: Representaciones y esbozo de simetrías internas

Práctica 7: Representaciones de S_3 y subespacios invariantes

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la definición de representación lineal de un grupo en un espacio vectorial, así como la idea de subespacio invariante.
3. En equipo, considera el grupo S_3 como grupo de permutaciones de $\{1, 2, 3\}$. Recuerda brevemente sus elementos y su descripción en notación cíclica.
4. Construye la representación de permutación de S_3 en $\mathbb{R}^3$:
 - a. Asocia a cada permutación $\sigma \in S_3$ la matriz 3×3 que permuta las coordenadas del vector $(x_1, x_2, x_3)^T$ de acuerdo con σ .
 - b. Escribe explícitamente las matrices correspondientes a la identidad, a un ciclo de longitud 2 y a un ciclo de longitud 3.
 - c. Verifica en al menos dos ejemplos que la multiplicación de matrices coincide con la composición de permutaciones (es decir, que se tiene realmente una representación).
5. Identifica subespacios invariantes de la representación de permutación en $\mathbb{R}^3$:
 - a. Considera el subespacio de vectores de la forma $(a, a, a)^T$. Verifica que este subespacio es invariante bajo todas las matrices de la representación.
 - b. Considera el subespacio de vectores cuya suma de componentes es cero: $\{(x_1, x_2, x_3) \in \mathbb{R}^3 : x_1 + x_2 + x_3 = 0\}$. Verifica que también es invariante.
 - c. Discute, guiado por su docente, cómo la descomposición $\mathbb{R}^3 = U \oplus W$, con $U = \text{span}\{(1,1,1)^T\}$ y $W = \{\text{suma cero}\}$, ilustra la idea de descomposición en subrepresentaciones.
6. Analiza, de manera cualitativa, la reducibilidad de la representación de permutación:
 - a. Explica en sus propias palabras por qué la representación de permutación en $\mathbb{R}^3$ no es irreducible.
 - b. Identifica qué subespacios juegan el papel de “representaciones irreducibles” en este ejemplo (visión básica).
7. Elabora una tabla o esquema donde registre:
 - a. Algunos elementos de S_3 y sus matrices de permutación asociadas.
 - b. Los subespacios U y W con una base de cada uno.
 - c. La verificación de invariancia de U y W bajo la acción de S_3 .
8. Escribe un resumen acerca de:
 - a. La construcción de la representación de permutación de S_3 en $\mathbb{R}^3$.
 - b. La descripción de los subespacios invariantes encontrados.
 - c. Una reflexión sobre lo que significa que una representación sea reducible en este ejemplo.
9. Elabora un informe con los resultados de la práctica.

10. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de teoría de grupos y representaciones recomendado por su docente
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo matricial básico.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - [Python/Colab](#) o software similar para multiplicar matrices y verificar invariancia de subespacios.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 8: Representaciones y simetrías internas sencillas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa en sus notas la idea de representación lineal de un grupo en un espacio vectorial y el concepto de “simetría interna” (transformaciones que actúan en el espacio de estados y no directamente en el espacio físico).
3. Trabaja en equipo con un modelo sencillo de “estados internos” realizando lo siguiente:
 - a. Considera el espacio $\mathbb{R}^3$ con la base estándar $e_1 = (1,0,0)^T$, $e_2 = (0,1,0)^T$, $e_3 = (0,0,1)^T$. Interpreta estos vectores como tres estados internos distintos de un sistema (por ejemplo, tres niveles de energía, tres “sabores”, tres sitios de una red, etc.), según el ejemplo propuesto por su docente.
 - b. Construye una representación sencilla de un subgrupo de S_3 :
 - c. Define una matriz P_{ciclo} que represente una permutación cíclica $e_1 \rightarrow e_2$, $e_2 \rightarrow e_3$, $e_3 \rightarrow e_1$.
 - d. Define una matriz $P_{\text{intercambio}}$ que intercambie dos estados (por ejemplo $e_1 \leftrightarrow e_2$) y deje fijo el tercero.
4. Verifica que:
 - a. $P_{\text{ciclo}} e_1 = e_2$, $P_{\text{ciclo}} e_2 = e_3$, $P_{\text{ciclo}} e_3 = e_1$.
 - b. $P_{\text{intercambio}} e_1 = e_2$, $P_{\text{intercambio}} e_2 = e_1$, $P_{\text{intercambio}} e_3 = e_3$.
5. Calcula P_{ciclo}^2 y P_{ciclo}^3 , y comenta qué significa cada una de estas transformaciones sobre los estados internos.
6. Comprueba en al menos un ejemplo que la composición de matrices corresponde a la composición de permutaciones (visión básica de representación).
7. Interpreta estas matrices como simetrías internas:
 - a. Describe, en sus propias palabras, qué “hace” cada matriz sobre el sistema de tres estados (por ejemplo: “rota” los estados, intercambia dos niveles, etc.).

- b. Discute en equipo cómo estas simetrías podrían relacionarse con:
 - i. Sistemas físicos con tres niveles de energía.
 - ii. Sistemas con tres “sabores” de partícula o tres posiciones posibles.
 - c. Reflexiona sobre la diferencia entre:
 - i. Una rotación en el espacio físico (como $SO(3)$).
 - ii. Una transformación que solo cambia la “etiqueta interna” de los estados (simetría interna).
8. Analiza las siguientes propiedades de grupos avanzados, por ejemplo $SU(3)$, en forma muy cualitativa:
 - a. Considera el espacio $\mathbb{C}^3$ con vectores columna $(z_1, z_2, z_3)^T$.
 - b. Observa un ejemplo sencillo de matriz 3×3 que mezcla dos componentes y deja fija la tercera (proporcionada por su docente), e interpreta su acción sobre un vector de $\mathbb{C}^3$ como una mezcla de “componentes internas”.
 - c. Discute, guiado por su docente, en qué sentido este tipo de matrices puede verse como parte de una representación de un grupo de simetría interna más grande (como $SU(3)$), sin entrar en detalles técnicos.
9. Elabora una tabla o esquema donde registre:
 - a. Las matrices P_{ciclo} y $P_{\text{intercambio}}$ construidas.
 - b. La acción de estas matrices sobre la base $\{e_1, e_2, e_3\}$.
 - c. Una breve interpretación física o conceptual de cada transformación como simetría interna.
10. Escribe un resumen acerca de:
 - a. La descripción del sistema de tres estados internos utilizado como ejemplo.
 - b. Las matrices que representan las simetrías internas estudiadas y su efecto sobre los vectores base.
 - c. Una explicación, en sus propias palabras, de qué significa modelar una simetría interna mediante una representación lineal de un grupo.
11. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
12. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto o apuntes de teoría de grupos y representaciones recomendado por su docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de cálculo matricial básico (si se requiere).
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:
 - Software de álgebra lineal (por ejemplo, [Python/Colab](#)) para probar la acción de las matrices sobre vectores.
 - Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Mapas mentales

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

-Evaluaciones parciales	30 %
-Portafolio integrador	50 %
-Tareas	20 %
-Total	100 %

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Georgi, H. (1999). *Lie algebras in particle physics: From isospin to unified theories* (2nd ed.). Westview Press. [clásica]
- Hamermesh, M. (1989). *Group theory and its application to physical problems*. Dover Publications. [clásica]
- Inui, T., Tanabe, Y., & Onodera, Y. (1990). *Group theory and its applications in physics*. Springer-Verlag. [clásica]

- Jeevanjee, N. (2015). *An introduction to tensors and group theory for physicists* (2nd ed.). Birkhäuser. [clásica]
- Sternberg, S. (1994). *Group theory and physics*. Cambridge University Press. [clásica]
- Tinkham, M. (2003). *Group theory and quantum mechanics*. Dover Publications. [clásica]
- Tung, W.-K. (1985). *Group theory in physics*. World Scientific. [clásica]
- Zee, A. (2016). *Group theory in a nutshell for physicists*. Princeton University Press. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Arovas – *Lecture Notes on Group Theory in Physics* (UCSD) PDF extenso con ejemplos físicos:
https://courses.physics.ucsd.edu/2016/Spring/physics220/LECTURES/GROUP_THEORY.pdf
- Bünemann, J. (2024). *Group theory in physics: An introduction with a focus on solid state physics* (Undergraduate Lecture Notes in Physics). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-55268-7>
- Campoamor-Stursberg, R., & Rausch de Traubenberg, M. (2020). *Group theory in physics*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. agapea.com
- Hall, B. C. (2015). *Lie groups, Lie algebras, and representations* (2nd ed.). Springer. [classic]
- Kunstatter, G., & Das, S. (2022). *A first course on symmetry, special relativity and quantum mechanics: The foundations of physics* (2nd ed.). Springer. [SpringerLink](#)
- Lancaster, T., & Blundell, S. J. (2014). *Quantum field theory for the gifted amateur*. Oxford University Press. [clásica]
- Mukunda, N., & Chaturvedi, S. (2023). *Continuous groups for physicists*. Cambridge University Press.
- Pietrashen, M. I., & Trifonov, I. E. D. (2000). *Teoría de grupos: Aplicación a la mecánica cuántica*. Editorial URSS. [clásica]

XII. PERFIL DOCENTE

Maestría en Física, preferentemente con doctorado en Física o área afín (por ejemplo Física Teórica o Matemáticas Aplicadas); experiencia en docencia universitaria y dominio sólido de mecánica cuántica, mecánica clásica avanzada y sus simetrías, así como de los conceptos fundamentales de teoría de grupos, grupos de Lie y representaciones en espacios vectoriales de dimensión finita (en particular $SO(3)$, $SU(2)$ y nociones básicas de $SU(3)$). Debe ser una persona analítica y responsable, que fomente el razonamiento abstracto y riguroso, el pensamiento crítico, el uso pertinente de herramientas computacionales y el trabajo colaborativo e interdisciplinario en sus estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	La Transformada de Fourier y sus Aplicaciones
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos: 06
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Manuel Iván Ocegueda Miramontes Héctor Francisco Ortiz Kerbertt Juan Crisóstomo Tapia Mercado
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje proporciona al estudiantado los conceptos fundamentales del análisis de Fourier, desarrolla habilidades analíticas para examinar problemas que involucran el procesamiento de señales periódicas y no periódicas. Su importancia radica en que fortalece las bases teóricas y favorece abordar con profundidad problemas clásicos del área de Física como la propagación de calor, el principio de incertidumbre de Heisenberg, hasta el procesamiento digital de imágenes. Pertenece al área de conocimiento de Física, es de carácter optativo de la etapa disciplinaria.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar señales periódicas y no periódicas mediante el uso de las herramientas matemáticas del análisis de Fourier, para construir modelos que permitan resolver problemas clásicos del área de Física, con objetividad y una actitud crítica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elaboración y presentación de un proyecto de investigación de una temática relacionada con las aplicaciones de la transformada de Fourier en la cual sintetiza lo aprendido en el curso.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento crítico.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Las series de Fourier

Competencia

Modelar señales periódicas como combinaciones lineales de funciones sinusoidales, mediante el empleo de propiedades de las series de Fourier, con el fin de discutir problemas físicos clásicos como la propagación del calor, con disciplina y una actitud crítica.

Contenido

- 1.1. Propiedades básicas de las series de Fourier
- 1.2. Deducción de los coeficientes de Fourier
- 1.3. Periodo, frecuencia y espectros
- 1.4. Ejemplos de señales periódicas: señal cuadrada y señal triangular
- 1.5. Convergencia de las series de Fourier
- 1.6. El problema de la cuerda vibrante y la difusión del calor

Duración

10 horas

Unidad II. La transformada de Fourier

Competencia

Analizar señales no periódicas mediante el uso de la transformada de Fourier para identificar el espectro de frecuencias de una función, con pensamiento crítico y objetividad.

Contenido

- 2.1. Modelando señales no periódicas
- 2.2. Definición de la transformada de Fourier
- 2.3. La transformada inversa de Fourier
- 2.4. Transformada de Fourier de funciones típicas: señal triangular, señal Gaussiana
- 2.5. Propiedades de la transformada de Fourier
- 2.6. El operador de corrimiento y escalamiento

Duración

09 horas

Unidad III. Convolución y correlación

Competencia

Examinar el significado físico de la convolución y la correlación, mediante la manipulación de las propiedades de la transformada de Fourier, con el objetivo de analizar el funcionamiento de diversos sistemas físicos, con rigor académico y precisión.

Contenido

- 3.1. La integral de convolución
- 3.2. Propiedades de la convolución
- 3.3. Convolución de la función impulso
- 3.4. Aplicaciones de la convolución: filtros pasa-bajas, flujo de calor en un rodillo infinito
- 3.5. Teorema de la correlación

Duración

05 horas

Unidad IV. Aplicaciones de la transformada de Fourier

Competencia

Analizar resultados clásicos de la Física mediante el uso de la transformada de Fourier, con el objetivo de comprender el profundo impacto que el formalismo de Fourier ha tenido en nuestra vida cotidiana, con interés, objetividad y una actitud crítica.

Contenido

- 4.1. Propagación de ondas y vibraciones
- 4.2. El principio de incertidumbre de Heisenberg
- 4.3. Difracción de la luz
- 4.4. Procesamiento digital de imágenes
- 4.5. Análisis de variables aleatorias

Duración

08 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Las series de Fourier

Práctica 1: Espectro de Fourier de señales periódicas

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver
3. Se diseña la estrategia adecuada para abordar el problema
4. Resuelve problemas que involucran el procesamiento de señales periódicas cuadradas y triangulares utilizando las series de Fourier
5. Se grafican las soluciones obtenidas en el espacio de frecuencias y en el dominio temporal
6. Se entregan las soluciones completas y recibe retroalimentación

Recursos de apoyo:

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Práctica 2: Principio de conservación de la energía de una onda.

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Se hace entrega del ejercicio a resolver
3. Utiliza las condiciones iniciales apropiadas para evaluar la energía de una onda a un tiempo arbitrario t
4. Después de integrar identifica cuál término representa la energía potencial y cuál la energía cinética
5. Demuestra el principio de conservación de la energía de una onda a partir de las propiedades de la transformada de Fourier
6. Se grafica la energía cinética y la energía potencial del sistema y se entrega la solución completa para retroalimentación

Recursos de apoyo:

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Unidad II. La transformada de Fourier

Práctica 3: Calculando la transformada de Fourier de funciones analíticas

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver
3. Resuelve problemas que involucran obtener la transformada de Fourier de funciones analíticas
4. Construye gráficas que muestran las soluciones en el dominio de frecuencias y en el dominio temporal
5. Compara las soluciones obtenidas con aquellas que se presentan en los textos clásicos del área
6. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación

Recursos de apoyo:

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Práctica 4: Aplicaciones de la transformada de Fourier

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver
3. Resuelve los problemas utilizando propiedades de simetría de la Transformada de Fourier, utilizando el principio de fase estacionaria y utilizando los polinomios de Hermite como eigenfunciones de la Transformada de Fourier
4. Genera gráficas que muestran las soluciones obtenidas
5. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación

Recursos de apoyo:

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Unidad III. Convolución y correlación

Práctica 5: Aplicaciones de la convolución

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver
3. Aplica la convolución para realizar el filtrado de señales periódicas.
4. Analiza el caso de un filtro “pasa-bajas” para eliminar frecuencias indeseables en señales
5. Analiza el funcionamiento de un filtro Notch
6. Genera gráficas que muestran las soluciones obtenidas
7. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación

Recursos de apoyo:

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Práctica 6: Aplicaciones de la correlación

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver
3. Resuelve problemas que involucran la aplicación de la función de correlación y analiza las diferencias entre la función de convolución y la correlación.
4. Utiliza la autocorrelación para detectar la frecuencia fundamental de un sonido musical, detectar una señal con ruido, el tiempo de retardo entre dos señales
5. Genera gráficas que muestran las soluciones obtenidas
6. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación

Recursos de apoyo:

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Unidad IV. Aplicaciones de la transformada de Fourier

Práctica 7: Aplicaciones generales de la teoría de Fourier

Duración:

08 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver
3. Resuelve problemas que involucran la aplicación de la transformada de Fourier para analizar la difracción de la luz al pasar por una rejilla cuadrada
4. Utiliza la transformada de Fourier para evaluar la distribución de densidad de electrones en un cristal
5. Analiza el principio de incertidumbre de Heisenberg a partir de las propiedades de la transformada de Fourier
6. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación

Recursos de apoyo:

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental

- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	60%
- Tareas y prácticas de taller	30%
- Proyecto de investigación final	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Brigham, O.E. (1988). *The fast Fourier transform and its application* (7ª ed.). Prentice Hall. Academic Press.

Bracewell, R.N. (2000). *The Fourier transform and its application* (3ª ed.). McGraw-Hill.

Hansen, E.W. (2014). *Fourier transforms: Principles and Applications* (2ª ed.). Addison-Wesley Publishing Company.

Oppenheim, A.V., Willsky A.S y Hamid Nawab S. (2015). *Signals and systems* (2ª ed.). Pearson New International Edition.

Osgood B.G. (2019). *Lectures on the Fourier Transform and its Applications*. American Mathematical Society.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Goodman, J.W. (2005). *Introduction to Fourier Optics*, (3ª ed.). Roberts and Company.

James J.F. (2002). *A student's guide to Fourier transforms* (2ª ed.). Cambridge University Press.

Roberts M.J. (2005). *Señales y sistemas*. McGraw-Hill.

Stanford. (2008). *The Fourier Transform and its applications* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=gZNm7L96pfY&list=PLqoJZPfkwm1XiiKVo3mN-RTR0gP_knGmk

XII. PERFIL DOCENTE

Formación en Física o área afín, preferentemente con estudios de posgrado y dos años de experiencia de práctica docente, con amplio dominio de los contenidos temáticos contemplados en esta unidad de aprendizaje. Ser una persona analítica, respetuosa, responsable, proactiva y que fomente el trabajo en equipo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Información Cuántica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos: 06
Eta de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Fernando Rojas Íñiguez Fernando Nieto Guadarrama Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez Ramón Carrillo Bastos Roberto Romo Martínez Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es que el estudiantado comprenda y utilice de manera integrada la descripción cuántica en términos de operadores de densidad, medidas generales, canales cuánticos y recursos como el entrelazamiento, la entropía y las fases geométricas de Berry y Pancharatnam para modelar procesos de preparación, medición, ruido y evolución geométrica en sistemas de baja dimensión. La unidad sienta las bases formales de la teoría de la información cuántica y de su relación con la geometría y la topología del espacio de estados, necesarias para estudios posteriores en computación cuántica, sistemas abiertos y fases topológicas de la materia. Se asume dominio básico de espacios de Hilbert finitos, operadores lineales y notación de Dirac, y se promueve una comprensión crítica, ética e inclusiva de las tecnologías cuánticas, libre de sesgos y estereotipos de género. Se imparte en la etapa disciplinaria con carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Matemáticas.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar y modelar recursos y procesos de información cuántica, mediante el uso riguroso del formalismo de espacios de Hilbert finitos, operadores de densidad, notación de Dirac y herramientas teórico-computacionales, para interpretar, evaluar y esbozar el diseño de esquemas básicos de comunicación, procesamiento y codificación cuántica, con rigor conceptual, pensamiento crítico, responsabilidad, promoviendo una práctica científica y tecnológica libre de sesgos y estereotipos.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio integrador de evidencias

Portafolio de evidencias digital que incluya:

- Informes y productos (códigos, gráficas, tablas y materiales de apoyo) en los que el estudiantado muestra la aplicación de métodos analíticos y numéricos, así como de herramientas de información cuántica (operadores densidad, medidas proyectivas y generales, canales cuánticos, medidas de entropía, indicadores de entrelazamiento y fases geométricas) para representar, analizar y modelar procesos de preparación, medición, transmisión, degradación y codificación de información cuántica.
- Reportes de las prácticas del curso con la retroalimentación incorporada y haciendo uso responsable y crítico de herramientas digitales, evitando la reproducción de sesgos y estereotipos de género.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explorar fenómenos físicos mediante sus modelos matemáticos, para describir y predecir el comportamiento de la materia, la energía y sus interacciones, con disciplina y rigor científico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Estados mixtos, medidas cuánticas generales y canales cuánticos

Competencia

Emplear la descripción de sistemas cuánticos en términos de operadores de densidad, medidas cuánticas generales y canales cuánticos, mediante el uso riguroso del formalismo matricial, la notación de Dirac y la resolución de problemas teórico-computacionales, para modelar e interpretar procesos de preparación, medición, transmisión y degradación de información cuántica en escenarios físicos y de computación cuántica simples, con pensamiento analítico y crítico, curiosidad científica y actitud inclusiva, equitativa y colaborativa, libre de sesgos.

Contenido

- 1.1. Operadores densidad y estados mixtos
 - 1.1.1. Definición de operador densidad: propiedades (hermiticidad, positividad, traza unitaria)
 - 1.1.2. Representación matricial en bases ortonormales y ejemplos en sistemas de dos niveles
 - 1.1.3. Estados puros y mixtos: descomposiciones convexas y no unicidad
 - 1.1.4. Trazas parciales y estados reducidos en sistemas bipartitos sencillos
- 1.2. Medidas proyectivas en el formalismo de operadores densidad
 - 1.2.1. Observables autoadjuntos y descomposición espectral en dimensión finita
 - 1.2.2. Medidas proyectivas: regla de Born en términos de operadores densidad
 - 1.2.3. Actualización del estado tras la medición (proyección de von Neumann) y ejemplos básicos
- 1.3. Medidas cuánticas generales (POVMs, Positive Operator-Valued Measures, por sus siglas en inglés)
 - 1.3.1. Definición de POVM: familia de operadores positivos que suman a la identidad
 - 1.3.2. Ejemplos de POVMs no proyectivos (detección ineficiente, mediciones no ortogonales en cúbits)
 - 1.3.3. Idea de realización física de POVMs mediante extensiones de espacio (esquema de Naimark, sin demostración)
- 1.4. Canales cuánticos y mapas completamente positivos que preservan la traza
 - 1.4.1. Transformaciones cuánticas como mapas lineales sobre operadores de densidad

- 1.4.2. Definición de mapas completamente positivos y preservadores de la traza (CPTP)
- 1.4.3. Representación de Kraus: construcción básica, propiedades y no unicidad
- 1.5. Ejemplos de canales cuánticos y modelos simples de ruido
 - 1.5.1. Canal de volteo de bit (bit flip) en la base computacional
 - 1.5.2. Canal de desfase (decoherencia de fase) en la base computacional
 - 1.5.3. Canal de amortiguamiento de amplitud y relajación hacia el estado fundamental
 - 1.5.4. Canal despolarizante y pérdida uniforme de información de estado
 - 1.5.5. Canales clásico–cuántico y cuántico–clásico: medición seguida de preparación
- 1.6. Ruido, decoherencia y dinámica discreta de estados
 - 1.6.1. Decoherencia como supresión de elementos fuera de la diagonal en bases preferidas
 - 1.6.2. Iteración de canales cuánticos: potencias de mapas, estados fijos y mezcla asintótica
 - 1.6.3. Interpretación informacional: degradación de coherencias, pérdida de información y límites operacionales

Duración

08 horas

Unidad II. Entropía cuántica, distancias e información

Competencia

Analizar y aplicar medidas de entropía cuántica, distancias e indicadores de información, mediante el uso del formalismo de operadores de densidad, el cálculo de entropías, distancias de traza y fidelidades, para resolver problemas teórico-computacionales que involucren la cuantificación de incertidumbre, correlaciones y distinguibilidad de estados en procesos de comunicación e inferencia cuántica, con pensamiento crítico, rigor matemático e integridad académica, en un marco de cooperación respetuosa e inclusiva, sensible a sesgos y desigualdades.

Contenido

- 2.1. Entropía de von Neumann
 - 2.1.1. Definición de entropía de von Neumann y comparación con la entropía de Shannon
 - 2.1.2. Cálculo de entropía en estados puros y mixtos sencillos (cúbits y sistemas de dos niveles)
 - 2.1.3. Entropía de sistemas compuestos: entropía reducida y correlaciones
 - 2.1.4. Entropía condicional cuántica e información mutua cuántica (definiciones y ejemplos básicos)
- 2.2. Propiedades básicas de la entropía cuántica
 - 2.2.1. Subaditividad y ejemplos ilustrativos
 - 2.2.2. Subaditividad fuerte: enunciado e interpretación informacional
 - 2.2.3. Entropía como medida de mezcla y de “falta de información” en estados cuánticos
- 2.3. Distinguibilidad de estados cuánticos
 - 2.3.1. Problema de discriminación de estados: formulación básica

- 2.3.2. Distancia de traza entre operadores densidad y su interpretación operacional
- 2.3.3. Probabilidad óptima de discriminación entre dos estados (límite de Helstrom en casos simples)
- 2.3.4. Introducción a la fidelidad cuántica (Bures–Uhlmann) y ejemplos en sistemas de dos niveles
- 2.4. Información en canales cuánticos
 - 2.4.1. Información clásica extraíble de una familia de estados cuánticos
 - 2.4.2. Cantidad de Holevo: definición e interpretación como cota superior de información accesible
 - 2.4.3. Ejemplos de cálculo de la cantidad de Holevo en esquemas simples de comunicación cuántica
- 2.5. Compresión e inferencia cuántica en sistemas sencillos
 - 2.5.1. Idea de la compresión cuántica de Schumacher: esquema conceptual y analogía con Shannon
 - 2.5.2. Ejemplos cualitativos de compresión de fuentes de cúbits (sin formalismo completo)
 - 2.5.3. Papel de la entropía en protocolos de estimación y comunicación cuántica

Duración

08 horas

Unidad III. Entrelazamiento y otros recursos cuánticos

Competencia

Analizar y caracterizar el entrelazamiento y otras correlaciones cuánticas como recursos de información, mediante el uso del formalismo de operadores de densidad, la descomposición de Schmidt, medidas de entrelazamiento y criterios de separabilidad, así como el estudio de protocolos simples de comunicación y procesamiento cuántico, para interpretar el papel operativo del entrelazamiento y de las correlaciones cuánticas en tareas de transmisión y manipulación de información, con rigor conceptual, pensamiento crítico e integridad académica, en un marco de colaboración respetuosa, equitativa e inclusiva, libre de sesgos y estereotipos.

Contenido

- 3.1. Entrelazamiento en sistemas bipartitos de dimensión finita
 - 3.1.1. Estados puros bipartitos y descomposición de Schmidt
 - 3.1.2. Clasificación de estados puros: separables vs entrelazados
 - 3.1.3. Entropía de entrelazamiento para estados puros y ejemplos en sistemas de dos cúbits
 - 3.1.4. Estados mixtos bipartitos sencillos: estructura básica y ejemplos típicos (estados de Werner, isotrópicos en baja dimensión)
- 3.2. Medidas y criterios de entrelazamiento en baja dimensión
 - 3.2.1. Matriz de densidad parcial transpuesta y criterio PPT (Positive Partial Transpose, por sus siglas en inglés) en sistemas de dos cúbits
 - 3.2.2. Concurrencia para estados de dos cúbits: definición y ejemplos de cálculo
 - 3.2.3. Negatividad y su interpretación como medida de entrelazamiento

- 3.2.4. Comparación cualitativa de diferentes medidas de entrelazamiento en casos sencillos
- 3.3. Operaciones locales, comunicación clásica y entrelazamiento como recurso
 - 3.3.1. Operaciones locales con comunicación clásica (LOCC): idea general y ejemplos simples
 - 3.3.2. Transformaciones de estados puros bajo LOCC: noción de “mayor o menor” entrelazamiento
 - 3.3.3. Esquema cualitativo del criterio de Nielsen para transformaciones deterministas bajo LOCC
 - 3.3.4. Entrelazamiento como recurso limitado: creación, degradación e imposibilidad de aumentarlo con LOCC
- 3.4. Otras correlaciones cuánticas y no localidad: desigualdades de Bell y desigualdades de Clauser–Horne–Shimony–Holt (CHSH)
 - 3.4.1. Correlaciones clásicas locales vs correlaciones cuánticas en sistemas bipartitos.
 - 3.4.2. Escenario de Bell: modelos de variables ocultas locales y definición de correlaciones entre resultados de mediciones
 - 3.4.3. Desigualdad de Bell de Clauser–Horne–Shimony–Holt (CHSH): cota clásica para una combinación de correlaciones y su uso como prueba de teorías locales
 - 3.4.4. Violación cuántica de la desigualdad CHSH con estados tipo Bell y discusión de sus implicaciones informacionales y de no localidad
- 3.5. Relectura informacional de protocolos cuánticos
 - 3.5.1. Teleportación cuántica: recursos involucrados (entrelazamiento + comunicación clásica) y balance de información
 - 3.5.2. Codificación superdensa (dense coding): ganancia de capacidad clásica a partir de entrelazamiento
 - 3.5.3. Intercambio de entrelazamiento (entanglement swapping) como redistribución de recursos

Duración

08 horas

Unidad IV. Fases geométricas, geometría del espacio de estados y aplicaciones topológicas

Competencia

Analizar y aplicar el concepto de fase geométrica en estados puros y la estructura geométrica del espacio de estados cuánticos, mediante la notación de Dirac, el cálculo de las fases de Berry y Pancharatnam y el estudio de modelos simples con estructura topológica, para interpretar la relación entre geometría, topología e información cuántica y esbozar esquemas básicos de cómputo holonómico y codificación robusta, con rigor conceptual, pensamiento crítico, creatividad y curiosidad científica, en un marco de trabajo colaborativo ético, equitativo e inclusivo en el uso de las herramientas tecnológicas.

Contenido

- 4.1. Fase geométrica de Berry para estados puros

- 4.1.1. Fase dinámica vs fase geométrica en la evolución adiabática
- 4.1.2. Definición de fase de Berry para ciclos cerrados en el espacio de parámetros
- 4.1.3. Conexión de Berry y curvatura en sistemas de dos niveles
- 4.1.4. Ejemplos en la esfera de Bloch: “monopolo” efectivo y áreas sólidas
- 4.2. Formulación interferométrica y fase de Pancharatnam
 - 4.2.1. Fase relativa de Pancharatnam y criterio de interferencia máxima
 - 4.2.2. Fase geométrica en ciclos no necesariamente adiabáticos
- 4.3. Geometría del espacio de estados puros
 - 4.3.1. Espacio de rayos cuánticos y variedad proyectiva compleja
 - 4.3.2. Métrica de Fubini–Study: idea básica y distancia entre estados puros
 - 4.3.4. Interpretación informacional: ángulo entre estados, distinguibilidad y sensibilidad a parámetros
- 4.4. Estructuras topológicas y aplicaciones a la información cuántica
 - 4.4.1. Conexión entre fase de Berry y números de Chern / invariantes topológicos en modelos de dos bandas (visión esquemática)
 - 4.4.2. Modelo SSH (Su–Schrieffer–Heeger) como ejemplo mínimo: hamiltoniano de enlace fuerte-débil, espacio de momentos y fase de Berry en 1D
 - 4.4.3. Otros ejemplos mínimos de modelos con estructura topológica (modelos de dos niveles dependientes de momento en 1D o 2D, visión cualitativa).
 - 4.4.4. Robustez topológica frente a perturbaciones suaves: idea general y relación con estabilidad de modos de borde
 - 4.4.5. Comentarios sobre fases topológicas de la materia y su potencial para codificación cuántica robusta
- 4.5. Cómputo cuántico holonómico y robustez geométrica
 - 4.5.1. Idea de compuertas geométricas y holonómicas: evolución adiabática y no abeliana
- 4.6. Contenidos opcionales: tensor geométrico
 - 4.6.1. Tensor geométrico cuántico en modelos sencillos: parte real (métrica) y parte imaginaria (curvatura) para estados puros
 - 4.6.2. Relación cualitativa entre geometría cuántica y respuesta lineal en sistemas de materia condensada
 - 4.6.3. Relación entre la métrica de Fubini–Study y el tensor geométrico cuántico

Duración

08 horas

V. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Estados mixtos, medidas cuánticas generales y canales cuánticos

Práctica 1: Operadores densidad de cúbits, estados mixtos y número de Schmidt

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente sobre los objetivos de la práctica y la competencia a desarrollar.
2. Revisa en sus notas la definición de operador de densidad ρ y sus propiedades: hermiticidad, positividad y traza unitaria.
3. Resuelve en equipo problemas que implican analizar matrices de densidad ρ de 2×2 propuestas por la persona docente.
4. Verifica para cada matriz hermiticidad, traza y positividad (por ejemplo, mediante sus autovalores) y determina si representa o no un operador densidad físico, justificando cada conclusión.
5. Distingue entre estados puros y mixtos calculando ρ^2 y $\text{Tr}(\rho^2)$ para los casos que sí sean operadores densidad, y clasifica cada estado como puro ($\text{Tr}(\rho^2)=1$) o mixto ($\text{Tr}(\rho^2)<1$).
6. Interpreta los estados seleccionados en la esfera de Bloch escribiendo $\rho = (1/2)(I + \mathbf{r} \cdot \boldsymbol{\sigma})$, determina el vector de Bloch $\mathbf{r}$, y discute en equipo cómo se refleja el grado de mezcla en la longitud de $\mathbf{r}$.
7. Analiza un sistema bipartito sencillo (por ejemplo, dos cúbits en un estado producto y en un estado tipo Bell), escribe el operador densidad total, calcula las trazas parciales y compara los estados reducidos discutiendo la diferencia entre mezcla clásica y mezcla debida a correlaciones cuánticas.
8. Determina, para los estados bipartitos puros estudiados, el número de Schmidt a partir del rango de las matrices densidad reducidas, e interpreta este número como una primera medida del grado de no clasicidad de las correlaciones (entrelazamiento) en contraste con la mezcla clásica.
9. Elabora una tabla de síntesis donde registra, para cada caso, la matriz propuesta, la condición de operador densidad (si lo es o no y por qué), la clasificación como estado puro o mixto, el vector de Bloch y su longitud $|\mathbf{r}|$ cuando corresponda, y, en sistemas bipartitos, el número de Schmidt junto con un breve comentario sobre el tipo de correlación (clásica o cuántica).
10. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
11. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Libro de texto de información cuántica o mecánica cuántica recomendado por el/la docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Calculadora científica o software de álgebra lineal básica.
- Opcionalmente, computadora o tableta con acceso a:

- Software de cálculo matricial (Octave, Python/NumPy, Mathematica o similar).
- Asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyo en la verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 2: Canales de volteo de bit, desfaseamiento y amortiguamiento de amplitud en un cúbit

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente sobre los objetivos de la práctica y la competencia a desarrollar.
2. Revisa en sus notas la definición de canal cuántico como mapa completamente positivo y preservador de la traza, y los ejemplos de canal de volteo de bit (bit flip), canal de desfaseamiento (decoherencia de fase) y canal de amortiguamiento de amplitud.
3. Resuelve en equipo problemas que involucren la escritura de operadores de Kraus para cada uno de los tres canales de cúbit estudiados, a partir de expresiones proporcionadas en clase o en el material de apoyo.
4. Verifica para cada canal la condición de preservación de la traza y de completa positividad comprobando que la suma de los operadores de Kraus adjuntos por la izquierda sea la identidad, e interpreta el significado físico de esta condición.
5. Aplica cada canal a distintos estados iniciales de cúbit (por ejemplo, estados $|0\rangle$, $|1\rangle$, superposiciones en la base computacional y estados mixtos sencillos) y determina el estado final en cada caso, registrando de forma ordenada los resultados.
6. Compara el efecto de los tres canales sobre las poblaciones y coherencias de los estados iniciales analizando qué tipo de información se degrada en cada caso (cambio de bit, pérdida de fase o relajación hacia el estado fundamental).
7. Analiza la evolución discreta de un mismo estado bajo iteraciones sucesivas de cada canal (por ejemplo, aplicando el canal varias veces) e identifica, cuando exista, el estado fijo al que tiende el sistema y su interpretación física.
8. Elabora una tabla de síntesis donde registra, para cada canal, los operadores de Kraus utilizados, los estados iniciales considerados, los estados finales después de una y de varias aplicaciones, y el tipo de ruido predominante, incluyendo un breve comentario sobre la pérdida de información asociada.
9. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
10. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje sobre canales cuánticos y representación de Kraus.
- Libro de texto de información cuántica o de mecánica cuántica de sistemas abiertos recomendado por la persona docente.

- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Software de cálculo matricial (Octave, Python/NumPy, Mathematica u otro) o calculadora científica para apoyar en los cálculos con matrices de 2×2 .
- Opcionalmente, computadora o tableta con cuaderno [Jupyter/Colab](#) y asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para verificación de resultados y exploración de ejemplos adicionales.

Unidad II. Entropía cuántica, distancias e información

Práctica 3: Entropía de von Neumann en estados puros, mixtos y compuestos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente sobre los objetivos de la práctica y la competencia a desarrollar.
2. Revisa en sus notas la definición de entropía de von Neumann $S(\rho) = -\text{Tr}(\rho \log_2 \rho)$ y su comparación con la entropía de Shannon.
3. Calcula la entropía de von Neumann para estados puros de cúbit dados por vectores de estado (por ejemplo, $|0\rangle$, $|1\rangle$, $(|0\rangle+|1\rangle)/\sqrt{2}$), escribiendo primero el operador densidad ρ correspondiente.
4. Calcula la entropía de von Neumann para estados mixtos sencillos de cúbit dados por matrices de densidad de 2×2 (por ejemplo, mezclas clásicas de $|0\rangle$ y $|1\rangle$ con distintas probabilidades) y registra los valores de $S(\rho)$.
5. Compara los valores de entropía obtenidos para estados puros y mixtos, e interpreta $S(\rho)$ como medida de mezcla y “falta de información” sobre el estado del sistema.
6. Analiza estados de un sistema bipartito sencillo (por ejemplo, dos cúbits en un estado producto y en un estado tipo Bell), calcula la entropía del estado total y de los estados reducidos, y discute el papel de las correlaciones en los valores de entropía.
7. Relaciona los resultados de entropía reducida con la idea de entropía condicional e información mutua cuántica en casos muy sencillos, identificando cuándo la información compartida entre subsistemas es mayor o menor.
8. Elabora una tabla de síntesis donde registra, para cada caso, la descripción del estado (puro o mixto, producto o entrelazado), la matriz de densidad utilizada, el valor de la entropía de von Neumann y un comentario sobre mezcla, correlaciones e interpretación informacional.
9. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
10. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje sobre entropía de von Neumann.
- Libro de texto de información cuántica o mecánica cuántica recomendado por la persona docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Software de cálculo matricial o calculadora científica para apoyar el cálculo de autovalores y logaritmos.
- Opcionalmente, computadora o tableta con cuaderno [Jupyter/Colab](#) y asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para verificación de cuentas y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 4: Distancia de traza, fidelidad y distinguibilidad de estados cuánticos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente sobre los objetivos de la práctica y la competencia a desarrollar.
2. Revisa en sus notas la formulación del problema de discriminación de estados cuánticos, la definición de distancia de traza entre operadores densidad y la noción básica de fidelidad cuántica en sistemas de dos niveles.
3. Resuelve en equipo problemas que involucren pares de estados de cúbit (puros y mixtos) representados por matrices de densidad de 2×2 propuestas en clase.
4. Calcula la distancia de traza entre pares de estados ρ_1 y ρ_2 en ejemplos sencillos, interpreta los resultados y relaciona la magnitud de la distancia con la posibilidad de distinguir físicamente dichos estados.
5. Calcula, para los mismos pares de estados, la fidelidad $F(\rho_1, \rho_2)$ en los casos en que una o ambas matrices correspondan a estados puros, e interpreta la fidelidad como medida de “solapamiento” entre estados.
6. Relaciona, en cada caso, la distancia de traza y la fidelidad con la probabilidad óptima de discriminación entre dos estados, utilizando expresiones sencillas proporcionadas en clase (por ejemplo, el límite de Helstrom en casos básicos).
7. Analiza un esquema simple de comunicación cuántica en el que una fuente envía dos estados con probabilidades dadas, calcula una medida cualitativa de información accesible y discute cómo cambian los resultados al hacer los estados más o menos distinguibles.
8. Elabora una tabla de síntesis donde registra, para cada par de estados, la descripción y las matrices de densidad ρ_1 y ρ_2 , la distancia de traza aproximada, la fidelidad aproximada cuando aplique y un comentario sobre la distinguibilidad operacional y la información que se puede extraer.
9. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
10. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje sobre distinguibilidad, distancia de traza y fidelidad.
- Libro de texto de información cuántica recomendado por la persona docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Software de cálculo matricial o calculadora científica para apoyar en el cálculo de autovalores y raíces cuadradas de matrices en casos sencillos.
- Opcionalmente, computadora o tableta con cuaderno [Jupyter/Colab](#) y asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para verificación de resultados y generación de ejemplos adicionales.

Unidad III: Entrelazamiento y otros recursos cuánticos

Práctica 5: Descomposición de Schmidt y entropía de entrelazamiento en sistemas de dos cúbits

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente sobre los objetivos de la práctica y la competencia a desarrollar.
2. Revisa en sus notas la definición de descomposición de Schmidt para estados puros bipartitos y la clasificación de estados separables y entrelazados.
3. Resuelve en equipo problemas que involucren estados puros de dos cúbits dados en diferentes bases (por ejemplo, estados producto sencillos y estados tipo Bell), escribiendo sus vectores de estado en forma explícita.
4. Aplica la descomposición de Schmidt a cada estado puro bipartito, determina los coeficientes de Schmidt e identifica el rango de Schmidt para clasificar los estados como separables o entrelazados.
5. Calcula la entropía de entrelazamiento para los estados estudiados a partir de los coeficientes de Schmidt, registra los valores obtenidos y relaciona la magnitud de la entropía con el “grado” de entrelazamiento.
6. Compara la entropía de entrelazamiento de estados tipo Bell con la de estados producto y con otros ejemplos intermedios, discutiendo en equipo la interpretación de estos resultados como recursos de información.
7. Analiza estados mixtos bipartitos sencillos (por ejemplo, estados de Werner), examina su estructura básica y discute cualitativamente cómo cambia el entrelazamiento al variar un parámetro de mezcla.
8. Elabora una tabla de síntesis donde registra, para cada estado, la forma explícita del estado (vector o matriz de densidad), los coeficientes y el rango de Schmidt en el caso de estados puros, la clasificación como separable o entrelazado, y el valor de la entropía de entrelazamiento, cuando aplique, junto con un comentario interpretativo.
9. Elabora un informe con los resultados de la práctica.

10. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje sobre descomposición de Schmidt y entrelazamiento en estados puros.
- Libro de texto de información cuántica recomendado por la persona docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Software de cálculo matricial o calculadora científica para apoyar en el manejo de vectores y matrices.
- Opcionalmente, computadora o tableta con cuaderno [Jupyter/Colab](#) y asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para verificación de procedimientos y exploración de ejemplos adicionales.

Práctica 6: Criterio PPT, concurrencia y análisis básico de protocolos entrelazados

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente sobre los objetivos de la práctica y la competencia a desarrollar.
2. Revisa en sus notas la definición de transpuesta parcial de la matriz de densidad, el criterio PPT en sistemas de dos cúbits y la noción básica de concurrencia como medida de entrelazamiento.
3. Resuelve en equipo problemas que involucren matrices de densidad de dos cúbits (estados puros y mixtos sencillos) propuestas por la persona docente, incluyendo al menos un estado tipo Bell y un estado de Werner.
4. Calcula la transpuesta parcial de cada matriz de densidad, determina sus autovalores y aplica el criterio PPT para decidir si el estado es separable o entrelazado en cada caso.
5. Calcula la concurrencia para los estados de dos cúbits seleccionados (al menos un estado puro tipo Bell, un estado producto y un estado mixto), y compara los valores obtenidos con los resultados del criterio PPT.
6. Relaciona los valores de concurrencia y la presencia o ausencia de autovalores negativos en la transpuesta parcial con la interpretación del entrelazamiento como recurso, comentando en equipo coincidencias y diferencias entre las medidas.
7. Analiza cualitativamente un protocolo entrelazado sencillo (por ejemplo, teleportación cuántica o codificación superdensa) utilizando como insumo uno de los estados estudiados, identifica los recursos requeridos (entrelazamiento + comunicación clásica) y discute cómo la degradación del entrelazamiento afectaría el desempeño del protocolo.
8. Elabora una tabla de síntesis donde registra, para cada estado, la matriz de densidad y el tipo de estado (puro o mixto), el resultado del criterio PPT (separable o entrelazado), el valor aproximado de la concurrencia y un comentario sobre su uso potencial como recurso en un protocolo cuántico.
9. Elabora un informe con los resultados de la práctica.

10. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje sobre criterio PPT, concurrencia y medidas de entrelazamiento.
- Libro de texto de información cuántica recomendado por la persona docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Software de cálculo matricial (Octave, Python/NumPy, Mathematica o similar) o calculadora científica para el cálculo de autovalores.
- Opcionalmente, computadora o tableta con cuaderno [Jupyter/Colab](#) y asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para verificación de resultados y exploración de estados adicionales.

Unidad IV: Fases geométricas, geometría del espacio de estados y aplicaciones topológicas

Práctica 7: Fase de Berry y fase de Pancharatnam en sistemas de dos niveles

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente sobre los objetivos de la práctica y la competencia a desarrollar.
2. Revisa en sus notas la diferencia entre fase dinámica y fase geométrica, así como la definición básica de fase de Berry y fase de Pancharatnam.
3. Representa estados puros de un cúbit en la esfera de Bloch, escribiendo vectores de estado en notación de Dirac y localizándolos cualitativamente en la esfera.
4. Resuelve en equipo problemas que involucren trayectorias cerradas de estados en la esfera de Bloch (por ejemplo, triángulos esféricos formados por tres estados no ortogonales) y calcula la fase geométrica asociada a partir del área sólida aproximada.
5. Analiza el ejemplo de un espín-1/2 en un campo magnético lentamente variable, escribiendo un Hamiltoniano efectivo del tipo $H(t) = -(\hbar\omega/2) \hat{n}(t) \cdot \sigma$, identificando la trayectoria de $\hat{n}(t)$ en la esfera de Bloch y calculando la fase de Berry aproximada como $-\Omega/2$, donde Ω es el ángulo sólido subtendido por la trayectoria.
6. Calcula en casos sencillos la fase relativa de Pancharatnam entre pares de estados puros, usando productos internos $\langle \psi_1 | \psi_2 \rangle$ y relaciona el argumento de este producto con el desplazamiento de fase observable en un experimento interferométrico idealizado.
7. Compara, para trayectorias seleccionadas, la fase total, la fase dinámica estimada y la fase geométrica, discutiendo cómo la fase geométrica depende solo del camino en el espacio de estados y no del detalle temporal de la evolución.

8. Analiza cualitativamente un esquema interferométrico simple y esquematiza cómo se podría medir experimentalmente una fase geométrica modificando el recorrido del estado en el espacio de parámetros.
9. Elabora una tabla de síntesis donde registra, para cada ejemplo, los estados iniciales y finales (en notación de Dirac y su posición en la esfera de Bloch), el tipo de trayectoria (abierta o cerrada) y el área sólida aproximada cuando aplique, la fase de Pancharatnam calculada y un comentario sobre la interpretación geométrica, la relación con el ejemplo de espín-1/2 en un campo magnético y la posible medición interferométrica.
10. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
11. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje sobre fase de Berry, fase de Pancharatnam y esfera de Bloch.
- Libro de texto de información cuántica recomendado por la persona docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Software de graficación básica o herramientas para dibujar la esfera de Bloch (por ejemplo, programas de geometría dinámica o plantillas).
- Opcionalmente, computadora o tableta con cuaderno [Jupyter/Colab](#) y asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyar en la visualización de trayectorias y la verificación de cálculos.

Práctica 8: Geometría del espacio de estados y modelos topológicos sencillos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente sobre los objetivos de la práctica y la competencia a desarrollar.
2. Revisa en sus notas la noción de espacio de rayos cuánticos, la idea básica de la métrica de Fubini–Study y la interpretación del ángulo entre estados puros como medida de distancia y distinguibilidad.
3. Resuelve en equipo problemas que involucren pares de estados puros de cúbit escritos en diferentes bases, y calcula el ángulo de Fubini–Study asociado a cada par a partir del módulo del producto interno $|\langle \psi_1 | \psi_2 \rangle|$.
4. Compara, para varios ejemplos, el ángulo de Fubini–Study con otras cantidades ya vistas (por ejemplo, fidelidad entre estados puros y distancia en la esfera de Bloch), y discute en equipo la interpretación geométrica en términos de sensibilidad a parámetros y distinguibilidad operacional.
5. Analiza un modelo simple de sistema de dos niveles dependiente de un parámetro (por ejemplo, un Hamiltoniano efectivo cuyo vector de Bloch recorre una curva cerrada en la

esfera de Bloch) e identifica cómo la fase de Berry asociada se relaciona con el área recorrida en la esfera.

6. Relaciona cualitativamente la fase de Berry acumulada en un ciclo cerrado con una característica topológica simple (por ejemplo, el número de vueltas alrededor del “monopolo” efectivo en la esfera de Bloch) y comenta su robustez frente a pequeñas perturbaciones del recorrido.
7. Esboza en equipo un ejemplo conceptual de “compuerta geométrica” o “holonómica” para un cúbit describiendo una trayectoria adecuada en el espacio de parámetros que implemente una rotación de estado, y discute por qué se espera cierta robustez geométrica frente a errores suaves en los parámetros.
8. Elabora una tabla o esquema de síntesis donde registra, para cada caso, los pares de estados considerados y sus productos internos, los ángulos de Fubini–Study calculados con una breve interpretación, los parámetros del modelo de dos niveles y la descripción cualitativa del recorrido en la esfera de Bloch, así como la fase geométrica o característica topológica asociada, cuando aplique, y un comentario sobre su relación con la robustez de la información.
9. Elabora un informe con los resultados de la práctica.
10. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje sobre métrica de Fubini–Study, geometría del espacio de estados y fases topológicas.
- Libro de texto de información cuántica o de materia condensada con énfasis en geometría cuántica recomendado por la persona docente.
- Pizarrón, marcadores, cuaderno y lápiz.
- Software de cálculo matricial y de graficación para representar estados en la esfera de Bloch y curvas en el espacio de parámetros.
- Opcionalmente, computadora o tableta con cuaderno [Jupyter/Colab](#) y asistente de inteligencia artificial autorizado institucionalmente para apoyar en la exploración numérica de trayectorias y la visualización de efectos geométricos.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30 %
- Portafolio integrador	50 %
- Tareas	20 %
Total	100 %

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Guedes, E. B., de Assis, F. M., & Medeiros, R. A. C. (2016). *Quantum zero-error information theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-42794-2> [clásica]

Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). *Quantum computation and quantum information* (10th anniversary ed.). Cambridge University Press. [clásica]

Shankar, R. (2012). *Principles of quantum mechanics* (2nd ed.). Springer. [clásica]

Zygelman, B. (2024). *A first introduction to quantum computing and information* (2nd ed.). Springer.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Asbóth, J. K., Oroszlány, L., & Pályi, A. (2016). *A short course on topological insulators: Band structure and edge states in one and two dimensions*. Springer International Publishing. [clásica]

Audretsch, J. (2007). *Entangled systems: New directions in quantum physics*. Wiley-VCH.[clásica]

Bergou, J. A., Hillery, M., & Saffman, M. (2021). *Quantum information processing: Theory and implementation* (2nd ed.). Springer.

Hidary, J. D. (2021). *Quantum computing: An applied approach* (2.^a ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-83274-2>

Hughes, C., Isaacson, J., Perry, A., Sun, R. F., & Turner, J. (2021). *Quantum computing for the quantum curious*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-61601-4>

Mancini, S., & Winter, A. (2020). *A quantum leap in information theory*. World Scientific.

Preskill, J. (2018). *Lecture notes for Ph219/CS219: Quantum information and quantum computation*. California Institute of Technology. Recuperado de <https://www.preskill.caltech.edu/ph219/> [clásica]

Vanderbilt, D. (2018). *Berry phases in electronic structure theory: Electric polarization, orbital magnetization and topological insulators*. Cambridge University Press. [clásica]

Zeng, B., Chen, X., Zhou, D.-L., & Wen, X.-G. (2019). *Quantum information meets quantum matter: From quantum entanglement to topological phases of many-body systems*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9084-9>. [clásica]

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física, Matemáticas, Computación o áreas afines, preferentemente con grado maestría y doctorado. Asimismo, deberá poseer experiencia en docencia universitaria y un dominio sólido en información y computación cuántica, además de familiaridad con sus aplicaciones en física, ciencia de datos o teoría cuántica. Se espera que sea una persona analítica, responsable y comprometida con la formación estudiantil, que fomente el pensamiento matemático riguroso, el razonamiento crítico, el uso de herramientas computacionales y el trabajo colaborativo en el aula.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física.
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Introducción a los Láseres
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:06
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Juan Crisóstomo Tapia Mercado Héctor Francisco Ortiz Kerbertt
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje es introducir al estudiante a los fundamentos físicos, estructurales y tecnológicos de los láseres, proporcionando una comprensión clara de los fenómenos de interacción luz-materia, generación de coherencia, funcionamiento de cavidades ópticas y tipos de fuentes láser, así como sus aplicaciones científicas e industriales.

El curso busca sentar una base conceptual sólida que permita al alumno continuar hacia estudios más avanzados en óptica y fotónica. Se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Física, es deseable haber cursado la unidad de aprendizaje de Óptica.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los principios de operación y diseño de sistemas láser mediante la aplicación integrada de los fundamentos de la interacción luz-materia, la dinámica del resonador óptico y las características de propagación del haz con el fin de interpretar, comparar y evaluar el funcionamiento de distintos tipos de láseres y sus aplicaciones en ciencia, industria y tecnología, desarrollando habilidades transversales de pensamiento crítico, comunicación científica, trabajo colaborativo, responsabilidad en el manejo de fuentes láser y actitud ética hacia la seguridad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de ejercicios

- Resolución de problemas relacionados con el funcionamiento, características y aplicaciones de los sistemas láser, presentando el desglose detallado del proceso de razonamiento físico, los modelos utilizados y los resultados experimentales o teóricos obtenidos.
- Los ejercicios deberán mostrar el dominio de los principios asociados al funcionamiento de los láseres, la comprensión de los objetivos, alcances y limitaciones de los diferentes modelos empleados para describir este fenómeno físicos y aplicar métodos analíticos apropiados al estudio de sistemas láser en contextos reales, la habilidad para emplear razonamiento deductivo conforme a los principios y leyes de la física.

Proyecto de Investigación final

- Trabajo investigativo de alguna aplicación de los láseres en la ciencia o en la tecnología. Deberá contener una introducción del tema, planteamiento del problema, objetivos, marco teórico, desarrollo, conclusiones y referencias.
- Exposición oral del trabajo investigativo. Puede ser individual o por equipo (máximo 2). El tiempo de presentación es de 15 minutos distribuidos en 12 minutos de presentación y 3 de preguntas. Es recomendable utilizar una presentación en formato digital, contener exactitud conceptual, estructuración clara y coherente, interpretación clara de datos numéricos y fuentes académicas confiables.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia e Inclusión.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos de la interacción luz-materia

Competencia

Analizar los procesos fundamentales de absorción, emisión y ganancia óptica mediante la aplicación de modelos semi clásicos y niveles de energía simplificados con el propósito de interpretar cómo se origina la amplificación necesaria para la operación láser, demostrando rigor conceptual, responsabilidad y ética profesional en el manejo del lenguaje técnico.

Contenido

- 1.1. Repaso de óptica y conceptos preví.
 - 1.1.1. Reconocer los conceptos de coherencia espacial y temporal.
 - 1.1.2. Distinguir entre fuentes incoherentes y coherentes.
 - 1.1.3. Interpretar el significado físico de ancho espectral, potencia e irradiancia
- 1.2. Emisión y absorción de radiación.
 - 1.2.1. Explicar absorción, emisión espontánea y estimulada
 - 1.2.2. Identificar el rol de los niveles de energía sin cuántica avanzada
 - 1.2.3. Relacionar el ensanchamiento de líneas con fenómenos físicos
- 1.3. Ganancia y medios activos
 - 1.3.1. Describir la inversión de población
 - 1.3.2. Analizar modelos de 2 y 3 niveles
 - 1.3.3. Explicar sección eficaz

Duración

09 horas

Unidad II. Cavidades ópticas y dinámica de y oscilación

Competencia

Examinar la estructura y comportamiento de cavidades ópticas resonantes y el proceso de inicio de oscilación láser a través del uso de criterios de estabilidad, análisis de modos y balance de ganancia–pérdidas con el fin de explicar las condiciones bajo las cuales un láser logra emitir un haz coherente y estable, con pensamiento crítico, responsabilidad y actitud colaborativa en la resolución de problemas.

Contenido

- 2.1. Cavidades ópticas
 - 2.1.1. Cavidades Fabry–Perot
 - 2.1.2. Modos y estabilidad
- 2.2. Oscilación y modos
 - 2.2.1. Umbral
 - 2.2.2. Modos longitudinales y transversales
 - 2.2.3. Ancho de línea
- 2.3. Bombeo
 - 2.3.1. Bombeo óptico y eléctrico
 - 2.3.2. Ecuaciones de tasa (conceptual)
 - 2.3.3. Saturación
- 2.4. Componentes
 - 2.4.1. Espejos
 - 2.4.2. Geometrías
 - 2.4.3. Alineamiento
 - 2.4.4. Q-switching y mode-locking (conceptual)

Duración

12 horas

Unidad III. Tipos de láseres y sus características

Competencia

Comparar los distintos tipos de láseres, estado sólido, gas, semiconductores y láseres especiales mediante la identificación de sus principios de funcionamiento, configuraciones y aplicaciones representativas con el propósito de seleccionar o justificar el tipo de láser más adecuado en contextos científicos, tecnológicos o industriales, promoviendo criterio técnico, apertura al aprendizaje y respeto al medio ambiente.

Contenido

- 3.1. Láseres de Estado sólido
- 3.2. Láseres de Gases
- 3.3. Láseres de Semiconductores
- 3.4. Láseres especiales

Duración

12 horas

Unidad IV. Propagación, manipulación y amplificación del haz láser

Competencia

Aplicar los conceptos de propagación gaussiana y óptica de manejo de haces mediante el uso de modelos matemáticos simples (ABCD), instrumentos ópticos y principios de acoplamiento con la finalidad de optimizar, manipular o diagnosticar la calidad del haz láser en diferentes montajes experimentales, fortaleciendo habilidades prácticas, precisión experimental, compromiso, tenacidad y responsabilidad en el uso de equipo óptico.

Contenido

- 4.1. Haces gaussianos
- 4.2. Óptica para manipulación del haz
- 4.3. Amplificación óptica

Duración

09 horas

Unidad V. Tipos de láseres y sus características

Competencia

Comparar aplicaciones científicas e industriales del láser y los riesgos asociados a su operación mediante el análisis de casos, estándares internacionales y procedimientos de seguridad con el fin de interpretar prácticas adecuadas para el uso responsable de fuentes láser, fomentando ética profesional, conciencia de seguridad, y compromiso con el bienestar colectivo.

Contenido

- 5.1. Aplicaciones científicas e industriales
- 5.2. Seguridad láser

Duración

06 horas

VIII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

IX. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	40%
- Proyecto de investigación final	20%
- Participación en clase	10%
- Portafolio de ejercicios	30%
Total	100%

X. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Allen, L., Eberly, J. H. (1987). *Optical resonance and two-level atoms*. Dover.

Hecht, E. (2017). *Óptica*. Pearson.

Pedrotti, S.J., Pedrotti, L.S., Pedrotti, L.M. (2007). *Introduction to Optics*. Pearson.

Saleh, B. E. A., Teich, M. C. (2007). *Fundamentals of photonics*. Wiley.

Serway, R. A., Jewett, J. W. (2022). *Introducción a la Física II: Oscilaciones y ondas mecánicas, Termodinámica Luz y Óptica, Física moderna*. Cengage.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Davis, C.C. (2000). *Lasers and Electro-Optics: Fundamentals and Engineering*. Cambridge University Press.

H. A. Haus. (1984). *Waves and Fields in Optoelectronics*. PrenticeHall.

Siegmann, A.E. (1986). *Lasers*. University Science Books.

Silfvast, W. T. (2012). *Laser Fundamentals*. Cambridge University Press.

Yariv, A., Yeh, P. (2007). *Photonics: Optical Electronics in Modern Communications*. Oxford University Press.

XI. PERFIL DOCENTE

La persona docente que imparta la unidad de aprendizaje de Introducción a los Láseres debe contar con título de Licenciado en Física o área afín, con conocimientos de los fenómenos de interacción luz-materia, generación de coherencia, funcionamiento de cavidades ópticas y tipos de fuentes láser, así como sus aplicaciones científicas e industriales, preferentemente con estudios de posgrado y experiencia docente mínima de un año. Debe ser una persona analítica, respetuosa, responsable y proactiva, debe contar con facilidad de expresión y debe fomentar la participación individual y en equipo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Mujeres en la Ciencia
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos: 06
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez Rosa Ana De Luca Zuria
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Reconocer la contribución de mujeres científicas de diversos orígenes, identidades y distintas épocas, para promover la inclusión y el liderazgo de las mujeres en la investigación, la innovación y la divulgación científica. Proporcionar conceptos, habilidades y un espacio de reflexión, para fomentar espacios inclusivos donde se promueve la empatía, la equidad de género, la igualdad de oportunidades y el empoderamiento de las mujeres, contribuyendo así a que las mujeres participen plenamente en el avance científico y tecnológico de la sociedad. La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la contribución histórica y contemporánea de mujeres científicas de distintos orígenes, identidades y épocas, mediante la identificación y comprensión de las contribuciones y los desafíos enfrentados, para evaluar y proponer estrategias que fomenten la igualdad y la equidad de género, la participación y el liderazgo de las mujeres en la ciencia, con una actitud reflexiva, respetuosa y tolerante.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Presentar los diseños de programas para promover la igualdad y la equidad de género, y la mentoría para fomentar el empoderamiento y el liderazgo de las mujeres y las niñas, mientras colabora proactiva y empáticamente con sus compañeras y compañeros.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la responsabilidad social, Equidad social y de género, Inclusión, Excelencia, Innovación social e Interculturalidad.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Antecedentes históricos de las mujeres en la ciencia

Competencia

Distinguir la contextualización histórica en la que se ha desarrollado la mujer en la ciencia, mediante la revisión de los retos y los obstáculos a los que se ha enfrentado, para reconocer y visibilizar la obra y el legado de las mujeres en el desarrollo científico, tecnológico y social a lo largo de la historia, con una actitud reflexiva y respetuosa.

Contenido

- 1.1. Historia y evolución del papel de las mujeres en la ciencia
 - 1.1.1. Estudio de casos de mujeres pioneras que desafiaron las normas y contribuyeron al avance científico, desde la antigua Mesopotamia y hasta el siglo XIX
 - 1.1.2. Desafíos enfrentados por las mujeres en la ciencia a lo largo de la historia
- 1.2. Reconocimiento del legado de mujeres científicas cuyas obras fueron ignoradas, desacreditadas, censuradas o subestimadas
 - 1.2.1. Efecto Matilda: las mujeres invisibles en la ciencia
 - 1.2.2. Estudio de casos de científicas cuyo trabajo no fue reconocido
- 1.3. Científicas mexicanas pioneras

Duración

05 horas

Unidad II. Mujeres en la ciencia contemporánea

Competencia

Examinar la situación actual de las mujeres en el ámbito científico y social, a través del estudio de los avances y los desafíos existentes, teniendo en cuenta la interacción del género con otras categorías de desigualdad, con el objetivo de promover la inclusión, la igualdad y la equidad de género en la ciencia, con honestidad y tolerancia.

Contenido

- 2.1. Identificación de desafíos y obstáculos
 - 2.1.1. Patriarcado y androcentrismo
 - 2.1.2. Machismo, sexismo y misoginia
 - 2.1.3. Roles y estereotipos de género
 - 2.1.4. Espacios de sociabilización del género
- 2.2. Avances en la participación y la representación de las mujeres
 - 2.2.1. Igualdad y equidad de género
 - 2.2.2. Feminismo
 - 2.2.3. Interseccionalidad
 - 2.2.4. Perspectiva de género
 - 2.2.5. Acciones afirmativas
 - 2.2.6. Transversalización de la perspectiva de género
- 2.3. Educación para las mujeres
 - 2.3.1. Evolución histórica del acceso de las mujeres a la educación
 - 2.3.2. Avances e iniciativas para promover la educación de las mujeres
 - 2.3.3. Desafíos persistentes para la educación de las mujeres
- 2.4. Análisis de la importancia de la diversidad y la inclusión en la investigación científica
 - 2.4.1. Deconstrucción de sesgos y estereotipos
 - 2.4.2. Dimensiones de la diversidad
 - 2.4.3. Beneficios de los equipos diversos

2.4.4. Ejemplos donde la falta de diversidad en la investigación ha conducido a conclusiones sesgadas

2.4.4.1. Síndrome de Yentl: sesgo de género en la atención sanitaria

2.4.4.2. Sesgos en la Inteligencia Artificial

2.5. Estudio de casos, desde una perspectiva interseccional, de contribuciones científicas de mujeres destacadas en la actualidad, incluyendo aquellas realizadas por mujeres del Sur Global

Duración

10 horas

Unidad III. Políticas y prácticas para promover la igualdad y la equidad de género en la ciencia

Competencia

Investigar políticas y prácticas destinadas a promover la igualdad y la equidad de género en la ciencia, mediante la investigación documental de fortalezas y áreas de oportunidad de los programas existentes, con la finalidad de fomentar la participación plena de las mujeres en la ciencia a través de marcos normativos, con responsabilidad social y respeto.

Contenido

3.1. Revisión de políticas e iniciativas para promover la igualdad y la equidad de género

3.1.1. Historia de los derechos de las mujeres

3.1.2. Ejemplos de personas precursoras de los derechos de las mujeres

3.2. Análisis de los beneficios de los programas de igualdad y equidad de género

3.2.1. Beneficios en el ámbito educativo

3.2.2. Beneficios en el desarrollo científico y tecnológico

3.2.3. Claudia Goldin: Mujeres en el mercado laboral y el poder de la píldora

3.2.4. Beneficios en la economía por la inclusión de las mujeres en el mercado laboral

3.3. Identificación de políticas y prácticas que contribuyen a la persistencia de las brechas de género

3.3.1. Sesgos inconscientes

3.3.1.1. Sesgo de rendimiento

3.3.1.2. Sesgo de atribución

3.3.1.3. Sesgo de doble rechazo

3.3.1.4. Sesgo de maternidad

3.3.2. Brechas de género en el mercado laboral

3.3.2.1. Brecha salarial por género

3.3.2.2. Techo de cristal

3.3.2.3. Escalera de cristal

3.3.2.4. Pared de cristal

3.3.2.5. Escalera rota

3.3.2.6. Piso pegajoso

3.3.2.7. Acantilado de cristal

3.3.3. Brecha de género en el trabajo de cuidados

3.3.4. Brecha de género en los puestos de liderazgo

3.3.5. Brecha de género en carreras STEM

3.4. Revisión de programas y acciones para promover el acceso de las mujeres y las niñas a los campos STEM

Duración

08 horas

Unidad IV. Mujeres líderes en la ciencia

Competencia

Analizar oportunidades y desafíos actuales para que las mujeres de diversos orígenes, identidades y capacidades asuman roles de liderazgo científico, con la finalidad de promover la participación y el empoderamiento de las mujeres, mediante el desarrollo de las habilidades de la inteligencia emocional y el liderazgo con perspectiva de género, con creatividad, solidaridad y perseverancia.

Contenido

4.1. Liderazgos de mujeres

- 4.1.1. Oportunidades y desafíos para el liderazgo de las mujeres en diferentes contextos culturales y socioeconómicos
- 4.1.2. Procesos de empoderamiento con perspectiva de género
- 4.1.3. Liderazgos con sentido de autocuidado
- 4.1.4. Comunicación asertiva
- 4.1.5. Equifonía y equipotencia a la voz de las mujeres
- 4.1.6. Ejemplos de mujeres en puestos de liderazgo

4.2. Síndrome de la impostora

- 4.2.1. Características del síndrome de la impostora
- 4.2.2. Orígenes de la falta de confianza y autoestima de las mujeres
- 4.2.3. Consecuencia del sentimiento de impostura
- 4.2.4. Tipologías del síndrome de la impostora
- 4.2.5. Efectos del síndrome de la impostora en las mujeres líderes

4.3. Aptitudes de la inteligencia emocional para el liderazgo

- 4.3.1. Autoconciencia
- 4.3.2. Autorregulación
- 4.3.3. Motivación
- 4.3.4. Empatía
- 4.3.5. Gestión de las relaciones
- 4.3.6. Gestión de conflictos
- 4.3.7. Técnicas para manejar conversaciones difíciles
- 4.3.8. Pensamiento estratégico

4.4. Propuestas de mentoría para fomentar el empoderamiento y el liderazgo inclusivo de las mujeres y las niñas de todas las identidades, orígenes y capacidades

Duración

09 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Antecedentes históricos de las mujeres en la ciencia

Práctica 1: Efecto Matilda, las mujeres invisibles en la ciencia

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Investiga el efecto Matilda.
3. Realiza una encuesta con preguntas proporcionadas por su docente para conocer la percepción de la comunidad universitaria sobre las mujeres en la ciencia.
4. Elabora un reporte escrito de una cuartilla con los resultados obtenidos y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo inteligente con acceso a internet.

Práctica 2: Línea de tiempo de científicas destacadas a lo largo de la historia

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una búsqueda bibliográfica de la vida y obra de científicas destacadas en diferentes épocas y de diferentes regiones geográficas.
3. Elige y sintetiza la información de un conjunto determinado de científicas con logros sobresalientes.
4. Elabora una línea de tiempo donde organiza en una secuencia cronológica fechas, descripciones e imágenes relevantes y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo inteligente con acceso a internet.

Práctica 3: Grupo de discusión sobre el reconocimiento y visibilización del legado de las mujeres en la ciencia

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una lectura crítica sobre los logros y los desafíos históricos enfrentados por las mujeres en el ámbito científico.
3. Reflexiona sobre la importancia de reconocer y visibilizar el legado de científicas pioneras en diferentes disciplinas y que han sido fuente de inspiración para generaciones futuras.
4. De manera respetuosa y empática, escucha y comparte opiniones argumentadas en el grupo de discusión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.

Unidad II. Mujeres en la ciencia contemporánea

Práctica 4: Síndrome de Yentl, sesgo de género en la atención sanitaria

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Investiga el síndrome de Yentl.
3. Reflexiona sobre las implicaciones de este sesgo de género que afecta la atención sanitaria de las mujeres
4. Elabora material didáctico digital, en formato de infografía o video, para ilustrar ejemplos donde se manifiesta este sesgo y describe acciones para evitarlo, y entrega el material a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo inteligente con acceso a internet.

Práctica 5: Desafíos y avances en la igualdad y la equidad de género en la ciencia

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una búsqueda bibliográfica del estado actual de los avances y los retos, así como las disparidades de género que afectan a las científicas en el ejercicio de su profesión.
3. Analiza y sintetiza información cualitativa y cuantitativa de algunos desafíos y avances prioritarios para alcanzar la igualdad y la equidad de género en la ciencia.
4. Elabora material digital, en formato de infografía o video, donde se presenta de forma ordenada la información elegida reflejando la diversidad y la multiplicidad de barreras y éxitos que encuentran las científicas de distintas procedencias y contextos, y entrega el material a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo inteligente con acceso a internet.

Práctica 6: Grupo de discusión sobre el impacto de las mujeres en el desarrollo científico y tecnológico de la humanidad

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una lectura crítica sobre las aportaciones de las mujeres en diferentes disciplinas.
3. Reflexiona sobre la contribución crucial que han tenido las mujeres en el desarrollo científico y tecnológico.
4. De manera respetuosa y empática, escucha y comparte opiniones argumentadas en el grupo de discusión.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.

Unidad III. Políticas y prácticas para promover la igualdad y la equidad de género en la ciencia

Práctica 7: Normatividad vigente en temas de igualdad y equidad de género

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.

2. Realiza una investigación de las políticas, programas o iniciativas vigentes sobre igualdad y equidad de género que fomenten una ciencia inclusiva y participativa, centrada en las necesidades e intereses de las mujeres y otros grupos históricamente marginados en el ámbito local, nacional e internacional.
3. Elige y sintetiza la información obtenida.
4. Elabora un reporte escrito donde presenta el estado actual de los marcos normativos encontrados en su investigación y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo inteligente con acceso a internet.

Práctica 8: Diseño de un programa para promover la igualdad y la equidad de género

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Forma un equipo de tres a cuatro personas.
3. Realiza un análisis de la información presentada en las clases y las prácticas previas.
4. Elige y delimita un tema prioritario para promover la igualdad y la equidad de género.
5. Diseña un programa o iniciativa para atender el tema elegido donde se describen de manera clara el problema, los objetivos, las soluciones, los alcances, la factibilidad, la implementación y los mecanismos de monitoreo y evaluación del programa.
6. Elabora un reporte escrito del diseño propuesto, siguiendo los lineamientos establecidos por su docente.
7. Prepara una presentación electrónica para compartir su propuesta ante el grupo.
8. Atiende la retroalimentación realizada por el grupo y su docente.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo inteligente con acceso a internet.

Unidad IV. Mujeres líderes en la ciencia

Práctica 9: Liderazgo de las mujeres

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una investigación de las competencias del liderazgo y de cómo la inteligencia emocional facilita el desarrollo del liderazgo.
3. Investiga sobre las oportunidades y los retos a los que se enfrentan las mujeres para ocupar puestos de responsabilidad y de toma de decisiones.
4. Elabora material digital, en formato de infografía o video, donde se describen competencias para desarrollar habilidades de liderazgo en las mujeres y lo entrega a su docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo inteligente con acceso a internet.

Práctica 10: Diseño de un programa de mentoría para fomentar el empoderamiento y el liderazgo de las mujeres y las niñas

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente para el desarrollo de la práctica.
2. Forma un equipo de tres a cuatro personas.
3. Realiza una investigación de iniciativas o programas de mentoría vigentes que fomentan el empoderamiento y el liderazgo de las mujeres y las niñas, en el ámbito local, nacional e internacional.
4. Diseña un programa de mentoría para mujeres y niñas donde se describen de manera clara los objetivos, los alcances, la factibilidad, la implementación y los mecanismos de monitoreo y evaluación del programa.
5. Elabora un reporte escrito del diseño propuesto, siguiendo los lineamientos establecidos por su docente.
6. Prepara una presentación electrónica para compartir su propuesta ante el grupo.
7. Atiende la retroalimentación realizada por el grupo y su docente.

Recursos de apoyo

- Notas de la unidad de aprendizaje.
- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo inteligente con acceso a internet.

Práctica 11: Panel de Mujeres en la Ciencia

Duración

04 horas

Procedimiento

De manera colaborativa el alumnado organiza un panel de mujeres en la ciencia y la tecnología donde planifican los siguientes aspectos:

1. Definir el tema a abordar en el panel.
2. Invitar a expertas a participar.
3. Elegir el formato del evento que mejor se adapte a las invitadas y al público.
4. Elegir a una persona como moderadora.
5. Formular las preguntas para las panelistas.
6. Definir las reglas del evento.
7. Al finalizar el evento presenta las conclusiones a partir de las intervenciones de las panelistas y el público.

Recursos de apoyo

- Computadora o dispositivo inteligente con acceso a internet.
- Proyector.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Técnica expositiva.
- Estudio de casos.
- Discusión grupal.
- Trabajo colaborativo.
- Instrucción guiada.

Estrategia de aprendizaje

- Técnica expositiva.
- Aprendizaje basado en investigación.
- Aprendizaje basado en proyectos.
- Trabajo colaborativo.

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Dos evaluaciones parciales	20%
- Material didáctico digital	20%
- Ensayos y reportes escritos	20%
- Diseño de programas	20%
- Organización de un panel	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Bertely, M. (2003). *Educación, derechos sociales y equidad*. Secretaría de Educación Pública. [clásica]

Goleman, D. (2021). *La inteligencia emocional*. Editorial Reverté.

Harvard Business Review Press. (2019). *Cómo tratar con gente difícil*. Serie Inteligencia Emocional. Editorial Reverté. [clásica]

Lagarde, M. (2023). *Claves feministas para el poderío y la autonomía de las mujeres*. Siglo XXI Editores.

Lagarde, M. (2022). *Claves feministas para la autoestima de las mujeres*. Siglo XXI Editores.

Lagarde, M. (2023). *Claves feministas para liderazgos entrañables*. Siglo XXI Editores.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Blazquez, N., Flores, F. y Ríos, M. (Coords.). (2012). *Investigación feminista: Epistemología, metodología y representaciones sociales*. Universidad Nacional Autónoma de México.
https://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/ceiich-unam/20170428032751/pdf_1307.pdf

Cadoche, E. y de Montarlot, A. (2021). *El síndrome de la impostora*. Editorial Planeta.

Criado, C. (2020). *La mujer invisible*. Editorial Planeta.

Femenías, M.L. (2022). *Ellas lo pensaron antes*. Editorial Almuzara.

Harvard Business Review Press. (2023). *El liderazgo auténtico*. Serie Inteligencia Emocional. Editorial Reverté.

Harvard Business Review Press. (2023). *Inclusión*. Serie Inteligencia Emocional. Editorial Reverté.

Ngozi, C. (2018). *Todos deberíamos ser feministas* (2a ed.). Penguin Random House Grupo Editorial. [clásica]

ONU Mujeres. (2025). *ONU Mujeres*. <https://www.unwomen.org/es>

Patou-Mathis, M. (2021). *El hombre prehistórico es también una mujer*. Editorial Lumen.

Sánchez, M. (2023). *Prehistorias de mujeres*. Editorial Crítica.

Seager, J. (2018). *La mujer en el mundo: atlas de la geografía feminista*. Grijalbo. [clásica]

Sugimoto, C.R. and V. Larivière. (2023). *Equity for women in science: Dismantling systematic barriers to advancement*. Harvard University Press.

UNESCO. (2025). UNESCO. <https://www.unesco.org/es>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Ciencias, o área afín, preferentemente con estudios de posgrado. Experiencia en práctica docente y con habilidades pedagógicas. Ser una persona respetuosa, honesta, solidaria, responsable, empática, que fomente la inclusión y la responsabilidad en el trabajo individual y en equipo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Óptica de Fourier
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Manuel Iván Ocegueda Miramontes Héctor Francisco Ortiz Kerbertt
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje proporciona al estudiantado las herramientas conceptuales y analíticas para analizar y comprender los fundamentos de la teoría escalar de la difracción desarrollada a finales del siglo XIX, la cual contribuyó con gran éxito al desarrollo de las técnicas modernas para el procesamiento óptico de la información, así como el desarrollo de los fundamentos de la Holografía. Su importancia radica en que le permite a cada estudiante utilizar el análisis de Fourier para analizar y resolver problemas que involucran la propagación de la luz a través de diversos tipos de obstáculos y que resultan en la formación de patrones de difracción de diversas características. Perteneció al área de conocimiento de Física, es de carácter optativo de la etapa disciplinaria. Se recomienda cursarla después de haber aprobado la unidad de aprendizaje de Óptica.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar el comportamiento ondulatorio de la luz durante su interacción con bordes y obstáculos mediante la utilización de las herramientas matemáticas del análisis de Fourier, para comprender cómo se lleva a cabo la formación de patrones de difracción, así como sus características más importantes, con objetividad y actitud crítica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elaboración y presentación de un proyecto de una temática relacionada con las aplicaciones de la difracción de la luz en la cual sintetiza lo aprendido en el curso.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Análisis de sistemas bidimensionales

Competencia

Calcular la amplitud compleja de la luz en el plano objeto y en el plano imagen por medio del uso de las propiedades de la transformada de Fourier en dos dimensiones, con el fin de analizar

las características más importantes de los patrones de difracción generados por aberturas simples, con disciplina y actitud crítica.

Contenido

- 1.1. Propiedades de la Transformada de Fourier en dos dimensiones.
- 1.2. Transformada de Fourier-Bessel.
- 1.3. Transformada de Fourier de las funciones: $\text{rect}(x)$, $\text{sinc}(x)$, $\text{sgn}(x)$, $\text{comb}(x)$.
- 1.4. Sistemas lineales. Isoplanatismo.
- 1.5. Función de transferencia.
- 1.6. Teorema de muestreo de Whittaker-Shannon.

Duración

10 horas

Unidad II. Fundamentos de la teoría de la difracción escalar

Competencia

Analizar los fundamentos de la teoría de la difracción escalar, a través del uso de la integral de Helmholtz y el teorema de Green, con el fin de deducir la integral de difracción de Fresnel-Kirchhoff y Fraunhofer, con interés y persistencia.

Contenido

- 2.1. Integral de Helmholtz y Teorema de Green.
- 2.2. Difracción en una pantalla plana: formulación de Kirchhoff.
- 2.3. Principio de Huygens-Fresnel
- 2.4. Difracción en la aproximación de Fresnel y Fraunhofer.
- 2.5. Rejillas de amplitud sinusoidal
- 2.6. Rejilla delgada de fase sinusoidal.

Duración

10 horas

Unidad III. Procesamiento óptico coherente

Competencia

Analizar la formación de imágenes por lentes delgadas bajo iluminación coherente e incoherente, por medio del uso de la formulación de Rayleigh, para explicar el funcionamiento de sistemas ópticos coherentes complejos, con disciplina y actitud crítica.

Contenido

- 3.1. Transformada de Fourier por lentes.
- 3.2. Configuraciones de transformada de Fourier: objeto junto a la lente, objeto frente a la lente, objeto detrás de la lente.

- 3.3. Función de respuesta al impulso con una lente convergente.
- 3.4. Tratamiento por análisis de Fourier de la formación de imágenes.
 - 3.4.1. Formulación de Rayleigh.
 - 3.4.2. Iluminación coherente: función de transferencia coherente.
 - 3.4.3. Iluminación incoherente: función de transferencia óptica, pupila circular sin aberraciones, criterio de resolución de Rayleigh, profundidad de foco, influencia de aberraciones, sistema desenfocado.
 - 3.4.4. Efectos de la iluminación coherente en las imágenes.
- 3.5. Filtrado básico de frecuencias.
- 3.6. Método de contraste de fase.
- 3.7. Procesadores ópticos coherentes.
- 3.8. Filtro de Vander Lugt y Filtros acoplados.
- 3.9. Aplicaciones en la Holografía.

Duración

12 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Análisis de sistemas bidimensionales

Práctica 1: Propiedades de la transformada de Fourier

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver.
3. Demuestra los teoremas principales asociadas a la transformada de Fourier (teorema de linealidad, similitud, corrimiento, Parseval, convolución y autocorrelación).
4. Implementa el método de separación de variables en problemas con simetría circular.
5. Genera gráficas que muestran las soluciones obtenidas.
6. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación.

Recursos de apoyo:

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Práctica 2: Evaluación de transformadas de Fourier utilizadas frecuentemente

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver.
3. Realiza la transformada de Fourier de funciones usadas frecuentemente: $\text{rect}(x)$, $\text{sinc}(x)$, $\text{sgn}(x)$, $\text{comb}(x)$, y $\text{circ}(x)$.
4. Extiende los resultados anteriores para el caso en que estas funciones dependen de dos variables.
5. Genera gráficas en tres dimensiones de los resultados obtenidos apoyados en software como Matlab, Mathematica o Phyton.
6. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Unidad II. Fundamentos de la teoría de la difracción escalar

Práctica 3: Espectro angular de las ondas planas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver.
3. Realiza la transformada de Fourier de una rejilla rectangular iluminada por una onda plana.
4. A partir del resultado anterior se evalúa el espectro angular de la perturbación en el plano de la rejilla.
5. Se calcula la propagación del espectro angular a una distancia z arbitraria.
6. Genera gráficas que muestran las soluciones obtenidas.
7. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Práctica 4: Evaluación de patrones de difracción simples

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver.
3. Calcula la distribución de intensidad asociada al patrón de difracción de una rejilla rectangular en la aproximación de Fraunhofer.
4. Evalúa la separación entre órdenes de difracción.
5. Grafica la distribución de luz obtenida y compara con imágenes extraídas de libros clásicos.
6. Repite los cálculos anteriores con una rejilla circular.
7. Genera gráficas que muestran las soluciones obtenidas.
8. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Práctica 5: Evaluación de patrones de difracción de aperturas y obstáculos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver.
3. Identifica las funciones matemáticas apropiadas para describir a las diferentes rejillas.
4. Calcula la distribución de intensidad asociada al patrón de difracción de una doble rejilla rectangular en la aproximación de Fraunhofer.
5. Evalúa el patrón de difracción de rejillas cuadradas y circulares con obstáculos en el centro.
6. Realiza un diagrama de los patrones de difracción calculados
7. Evalúa la separación entre órdenes de difracción.
8. Genera gráficas que muestran las soluciones obtenidas.
9. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas

- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Unidad III. Procesamiento óptico coherente

Práctica 6: Formación de imágenes por una lente

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver.
3. Calcula la distribución de intensidad generada por lentes que son iluminadas por ondas planas.
4. Realiza un diagrama de la distribución de luz a lo largo del plano focal de la lente.
5. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Práctica 7: Formación de imágenes por la combinación de varias lentes

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver.
3. Calcula la posición final de la imagen generada por una combinación de lentes positivas y negativas que son iluminadas por ondas planas.
4. Realiza un diagrama que muestra la posición del plano de Fourier y el plano imagen.
5. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

Práctica 8: La función de transferencia óptica

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se hace entrega del listado de ejercicios a resolver.
3. Calcula el patrón de difracción asociado a sistemas que involucran pupilas cuadradas y circulares, iluminadas por luz incoherente, utilizando la función de transferencia óptica.
4. Evalúa la separación entre los órdenes de difracción.
5. Genera gráficas que muestran las soluciones obtenidas.
6. Desarrolla las soluciones completas y las entrega para retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de notas
- Calculadora científica
- Lápiz, borrador y regla

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	50%
- Tareas	30%
- Proyecto final	20%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Goodman, J.W. (2017). *Introduction to Fourier Optics* (4ª ed.). W.H. Freeman. [classic]

Collier, R. (2013) *Optical holography*. Elsevier. [classic]

Caulfield, H. J. (2012) *Handbook of optical holography*. Elsevier. [classic]

Gaskill, J.D. (1978). *Linear Systems, Fourier Transforms and Optics*. John Wiley. [classic]

Khare, K., Butola, M. y Rajora, S.(2023). *Fourier optics and computational imaging*. Springer International Publishing.

<https://research.ebsco.com/c/vfl6sr/search/details/y2qnd6tkyf?limiters=FT1%3AY&q=fourier>

Papoulis, A. (1981) *Systems and Transforms with Applications in Optics*. McGraw-Hill. [classic]

Saleh, B.E.A. and Teich, M.C. (2019). *Fundamentals of Photonics* (3ª ed.). John Wiley. [classic]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Bracewell, R. (2000). *The Fourier Transform and its Applications* (3rd ed.) McGraw-Hill. [classic]

Cathey, W.T. (1974). *Optical Information Processing and Holography*. John Wiley. [classic]

Oran Brigham, E. (1988). *The fast Fourier transform and its applications*. Prentice Hall. [classic]

Stanford. (2008). *The Fourier Transform and its applications* [Video]. YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=gZNm7L96pfY&list=PLqoJZPfkWm1XiiKV03mN-RTR0gP_knGmk

XIV. PERFIL DOCENTE

Formación en Física o área afín, preferentemente con estudios de posgrado y dos años de experiencia de práctica docente, con amplio dominio de los contenidos temáticos contemplados en esta unidad de aprendizaje. Ser una persona analítica, respetuosa, responsable, proactiva y que fomente el trabajo en equipo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Introducción a la Geofísica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Juan Crisóstomo Tapia Mercado Luis Eduardo Ochoa Tinajero
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Introducción a la Geofísica es una unidad de aprendizaje que está dirigida a estudiantes de nivel licenciatura en Física interesados en la geofísica aplicada. A lo largo del programa, el estudiantado adquirirá los conocimientos fundamentales y las habilidades necesarias para comprender los principios físicos del subsuelo, aplicar los principales métodos de prospección geofísica (sísmicos, eléctricos, electromagnéticos, potenciales y de radar), así como procesar e interpretar datos geofísicos de manera básica. Asimismo, desarrollará competencias para integrar la información obtenida con datos geológicos y de campo, con el propósito de contribuir a la solución de problemas relacionados a la modelación geofísica del subsuelo. Se encuentra ubicada en la etapa terminal con carácter optativo, en el área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Examinar los principios físicos del subsuelo con los principales métodos de prospección geofísica, sísmicos, eléctricos, electromagnéticos, potenciales y de radar, mediante la aplicación, procesamiento e interpretación básica de datos geofísicos, para proponer soluciones fundamentadas a problemas de exploración y modelación del subsuelo con responsabilidad, trabajo colaborativo y respeto por el entorno natural.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora, presenta y entrega proyecto final en el cual presentan una resolución de un problema o situación real, aplicando de manera sistemática los métodos analíticos y/o numéricos adecuados para obtener una solución precisa y sustentada. Se deberá explicar claramente cada etapa del proceso, desde la identificación del problema, el planteamiento de hipótesis, la elección del método, el análisis de resultados y la validación de la solución obtenida. Asimismo, se valorará su participación proactiva, equitativa, el respeto a la diversidad y el trabajo colaborativo mediante la formación de equipos heterogéneos, evidenciando habilidades de comunicación, pensamiento crítico y aplicación práctica de los conocimientos adquiridos.

COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

V. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Inclusión, Excelencia.

VI. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción a la Geofísica Aplicada

Competencia

Distinguir la definición, ramas y alcances de la geofísica aplicada mediante el estudio de los conceptos básicos, clasificación de ramas, ejemplos reales de aplicación para reconocer la importancia de la geofísica en problemas geológicos, ambientales y de ingeniería.

Contenido

- 1.1. Definición y ramas de la geofísica.
- 1.2. Aplicaciones en geología, ingeniería civil, hidrogeología y ambiente.
- 1.3. El papel de la mujer en la ciencia geofísica: equidad, visibilización de todos los géneros en informes, exposiciones y proyectos
- 1.4. Reflexión sobre los retos de género en la geofísica de campo y la academia.
- 1.5. Aportes y contribuciones de las mujeres a la Geofísica
 - 1.5.1. Inge Lehman
 - 1.5.2. Marion King Hubbert
 - 1.5.3. Otras contribuciones

Duración

4 horas

Unidad II. Fundamentos físicos de la Geofísica

Competencia

Emplear las propiedades físicas del subsuelo y los conceptos de anomalía, ruido, escala y resolución, mediante los principios físicos que rigen los métodos geofísicos y relacionarlos con ejemplos prácticos, para comprender la base física de las técnicas de prospección y evaluar su alcance y limitaciones en el estudio del subsuelo, con responsabilidad en el análisis de la información y actitud ética hacia el uso del conocimiento geofísico para el beneficio social y ambiental.

Contenido

- 2.1. Propiedades físicas relevantes del subsuelo (densidad, velocidad sísmica, resistividad, susceptibilidad magnética, conductividad eléctrica).
- 2.2. Concepto de anomalía y ruido.
- 2.3. Medición, escalas y resolución espacial.

Duración

04 horas

Unidad III. Métodos potenciales

Competencia

Aplicar los principios de la gravimetría y la magnetometría, mediante el uso de los instrumentos e interpretación de anomalías gravitacionales y magnéticas, para emplear los métodos potenciales en estudios de densidad, caracterización de estructuras geológicas y prospección minera, con responsabilidad en el manejo e interpretación de los datos.

Contenido

- 3.1. Gravitación: principio, instrumentos y aplicaciones en estudios de densidad.
- 3.2. Magnetometría: campo magnético terrestre, métodos de prospección y aplicaciones.

Duración

04 horas

Unidad IV. Métodos sísmicos

Competencia

Analizar los principios físicos del subsuelo con los principales métodos de prospección geofísica mediante la aplicación, procesamiento e interpretación básica de datos geofísicos, para proponer soluciones fundamentadas a problemas de exploración y modelación del subsuelo, con compromiso y trabajo colaborativo.

Contenido

- 4.1. Principios de propagación de ondas sísmicas.
- 4.2. Métodos de refracción y reflexión sísmica.
- 4.3. Aplicaciones en geotecnia, hidrocarburos y riesgos naturales.

Duración

04 horas

Unidad V. Métodos eléctricos y electromagnéticos

Competencia

Interpretar los principios de la resistividad y los métodos eléctricos y electromagnéticos, mediante el estudio de las configuraciones de campo, ejemplos de sondeos y casos de tomografía eléctrica, para diagnosticar condiciones hidrogeológicas, detectar contaminación y evaluar recursos minerales, con responsabilidad y compromiso.

Contenido

- 5.1. Principios de resistividad eléctrica.
- 5.2. Sondeos eléctricos verticales y tomografía de resistividad.
- 5.3. Métodos electromagnéticos (frecuencias bajas y altas).
- 5.4. Aplicaciones en hidrogeología, contaminación y minería.

Duración

06 horas

Unidad VI. Métodos de Radar y Georradar (GPR)***Competencia***

Analizar los principios del radar de penetración terrestre (GPR), sus limitaciones y aplicaciones, mediante la examinación de perfiles radargramas y la discusión de estudios de caso, para aplicar el GPR en estudios superficiales orientados a la detección de estructuras, tuberías o cavidades, con responsabilidad y actitud crítica.

Contenido

- 6.1. Principios básicos de propagación de ondas de radio.
- 6.2. Limitaciones y aplicaciones en estudios superficiales.

Duración

04 horas

Unidad VII. Procesamiento e interpretación de datos***Competencia***

Aplicar técnicas básicas de procesamiento y modelado de datos geofísicos, mediante el uso de software de inversión y comparando los resultados con datos geológicos de campo, para generar interpretaciones integradas que aumenten la confiabilidad y consistencia de los estudios geofísicos, con responsabilidad y compromiso.

Contenido

- 7.1. Introducción al procesamiento de datos geofísicos.
- 7.2. Inversión de datos geofísicos.
- 7.3. Modelado 1D y 2D.
- 7.4. Integración con datos geológicos y de campo.

Duración

06 horas

VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad III. Métodos Potenciales

Práctica 1: Medición del campo gravitacional local

Duración:

08 horas

Procedimiento:

Aplicar el método gravimétrico para identificar variaciones locales de densidad en el subsuelo y reconocer su relación con estructuras geológicas.

1. Preparación y planeación:

- 1.1. Revisa el principio físico de la gravimetría y las correcciones (de deriva, de latitud y de altura).
- 1.2. Elabora un croquis del sitio de muestreo (por ejemplo, una ladera o zona costera) y define una línea de medición con puntos separados 20–50 m.

2. Trabajo de campo:

- 2.1. Mide la gravedad absoluta o relativa en cada punto usando gravímetro o simulador digital (si no se cuenta con equipo, puede usarse un software de simulación).
- 2.2. Registra coordenadas y altitud con GPS.
- 2.3. Observa y anota condiciones ambientales que puedan afectar las mediciones.

3. Procesamiento y análisis:

- 3.1. Corrige los datos (deriva, latitud, Bouguer).
- 3.2. Elabora un perfil de anomalías gravitacionales.
- 3.3. Interpreta zonas de densidad baja/alta y discute su posible origen (cavidades, intrusiones, rellenos sedimentarios).

Recursos de apoyo:

- Gravímetro scintrex

Unidad IV. Métodos Eléctricos y Electromagnéticos

Práctica 2. Prospección eléctrica mediante sondeo vertical

Duración:

08 horas

Procedimiento:

1. Planeación:

- 1.1. Estudia los principios de resistividad eléctrica y los arreglos de electrodos (Wenner y Schlumberger).

- 1.2. Diseña el sondeo: espaciamiento de electrodos, longitud máxima y logística del sitio.
2. **Trabajo de campo:**
 - 2.1. Instala los electrodos alineados con espaciamiento inicial corto.
 - 2.2. Mide el potencial y la corriente para distintos espaciamientos, registrando resistencias aparentes.
 - 2.3. Repite mediciones en dos ubicaciones cercanas para comparar variaciones laterales.
3. **Procesamiento e interpretación:**
 - 3.1. Calcula resistividad aparente y graficar curvas de sondeo (ρ_a vs. $AB/2$).
 - 3.2. Realiza inversión manual o con software libre (p. ej., **RES2DINV**, **ZondRes2D**, **AGI EarthImager trial**).
 - 3.3. Interpreta capas, espesor y materiales posibles (arena, arcilla, grava, agua).

Recursos de apoyo:

- Resistivímetro marca SuperSting R8 de la compañía Advanced Geosciences Inc.

Unidad VI. Métodos de Radar y Georradar (GPR)

Práctica 3. Prospección eléctrica mediante sondeo vertical

Duración:

08 horas

Procedimiento:

1. **Planeación:**
 - 1.1. Previo a la práctica realiza la revisión teórica del principio del radar de penetración terrestre y los parámetros de adquisición (frecuencia de antena, paso de muestreo, velocidad de onda).
 - 1.2. Delimita un transecto de 30–50 m en un terreno con interés geotécnico o arqueológico (p. ej., campus universitario).
2. **Trabajo de campo:**
 - 2.1. Calibra el GPR y registrar perfiles lineales cada 1–2 m.
 - 2.2. Anota las condiciones del suelo (humedad, textura) y obstáculos.
 - 2.3. Transfiere los datos a computadora.
3. **Procesamiento e interpretación:**
 - 3.1. Filtra ruido, aplica corrección de ganancia y migración.
 - 3.2. Interpreta reflexiones asociadas a interfaces del subsuelo (tuberías, capas, cavidades).
 - 3.3. Compara resultados con una descripción superficial del terreno.

Recursos de apoyo:

- GPR de la compañía MALA

Unidad VII. Procesamiento e Interpretación de Datos

Práctica 4: Determinación de la resistividad eléctrica del subsuelo mediante el método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV).

Duración: 8 horas

Procedimiento:

Durante la práctica se realizará la implementación completa de un Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) utilizando una configuración Schlumberger.

Las etapas comprenden:

1. Planeación del levantamiento:

- 1.1. Realiza la selección del sitio adecuado y revisión de las condiciones del terreno.
- 1.2. Define la disposición de electrodos y del espaciamiento máximo a utilizar.

2. Instalación del arreglo eléctrico:

- 2.1. Coloca los electrodos de corriente (A y B) y potencial (M y N).
- 2.2. Verifica el contacto eléctrico con el terreno (uso de agua o bentonita si es necesario).

3. Adquisición de datos:

- 3.1. Realiza la medición del potencial de diferencia y corriente inyectada para diferentes separaciones $AB/2$.
- 3.2. Registra las lecturas en bitácora de campo (voltaje, corriente, resistividad aparente, condiciones ambientales).

4. Procesamiento de datos:

- 4.1. Calcula la resistividad aparente a partir de las mediciones.
- 4.2. Elabora la curva de resistividad aparente vs. $AB/2$ en escala logarítmica.

5. Interpretación preliminar:

- 5.1. Realiza el ajuste cualitativo de la curva experimental mediante modelos teóricos de capas horizontales.
- 5.2. Identifica posibles horizontes geológicos y su resistividad asociada.

6. Discusión de resultados:

- 6.1. Realiza el análisis de errores de medición y limitaciones del método.
- 6.2. Compara los resultados con la geología local y elabora conclusiones sobre el subsuelo investigado.

Este procedimiento permitirá al estudiantado desarrollar habilidades en la aplicación práctica de los métodos eléctricos para la caracterización del subsuelo, fortaleciendo su competencia en la planeación, ejecución e interpretación de estudios geofísicos.

Recursos de apoyo:

- Resistivímetro marca SuperSting R8 de la compañía Advanced Geosciences Inc.
- Software de inversión geofísica EarthImager.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Técnica expositiva
- Discusión guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Participación	10%
- Proyecto final	20%
- Tareas	20%
- Exposición de la resolución de un caso	20%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Milton B. (1975). *Introducción a la prospección geofísica*. Omega. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Burger, H. R., Sheehan, A. F., & Jones, C. H. (2006). *Introduction to applied geophysics* (2nd ed.). W. W. Norton & Company.[clásica]
- Burger, H. R., Sheehan, A. F., & Jones, C. H. (2023). *Introduction to applied geophysics: Exploring the shallow subsurface*. Cambridge University Press.
- Lowrie, W. (2007). *Fundamentals of geophysics* (2nd ed.). Cambridge University Press [clásica].
- Scivetti, N. (s.f.). *Manual de geofísica y métodos geofísicos*. Universidad Nacional del Sur.
- Reynolds, J. M. (2011). *An introduction to applied and environmental geophysics* (2a ed.). Wiley-Blackwell. [clásica]
- Udías, A., & Mezcuá, J. (1988). *Fundamentos de geofísica*. Alhambra. [clásica]

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física, o área afín, con conocimientos de los métodos de prospección geofísica, manejo de instrumentos, procedimientos analíticos y numéricos, para procesar e interpretar datos geofísicos de manera básica, preferentemente con estudios de posgrado y experiencia docente universitaria mínima de dos años. Debe ser una persona analítica, respetuosa, responsable y proactiva, debe contar con facilidad de expresión y debe fomentar la participación individual y en equipo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Física del Estado Sólido
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Eta de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ramón Carrillo Bastos Mahmoud Asmar Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Quien cursa esta unidad desarrolla una comprensión profunda de los principios que gobiernan las propiedades estructurales, electrónicas, vibracionales y topológicas de los sólidos cristalinos, a partir de la aplicación rigurosa de la mecánica cuántica en medios periódicos. Se fomenta el uso de herramientas como análisis de Fourier, ecuaciones diferenciales, álgebra lineal, teoría de perturbaciones, métodos semi clásicos y formalismo de segundo cuantización para modelar y resolver problemas representativos de la materia condensada.

La unidad de aprendizaje integra teoría y prácticas de taller basadas en simulaciones computacionales, interpretación de estructuras de bandas y modelación de modos vibracionales. Estos aprendizajes fortalecen en las y los estudiantes su capacidad analítica, crítica y su habilidad para modelar sistemas físicos complejos con rigor científico. Se encuentra en la etapa terminal, con carácter optativo y forma parte del área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Modelar las propiedades electrónicas, vibracionales y topológicas de sólidos cristalinos mediante los principios de la mecánica cuántica para explicar fenómenos estructurales, de transporte y estados cuánticos emergentes, empleando métodos analíticos y herramientas computacionales con precisión, objetividad y pensamiento crítico.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio digital de evidencias que incluye resolución de problemas analíticos sobre estructura de bandas, fonones y dinámica electrónica; reportes de las prácticas de taller con simulaciones numéricas en Python; gráficas de dispersión electrónica y vibracional; infografías, presentaciones y análisis de sistemas topológicos; un proyecto breve sobre un sólido o modelo cristalino asignado.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Naturaleza y el concepto de sólido

Competencia

Analizar la naturaleza de la materia condensada mediante la comparación entre fases, simetrías y aparición de orden, para comprender cómo las propiedades colectivas emergen de interacciones microscópicas, con actitud crítica y rigor conceptual.

Contenido

- 1.1. ¿Qué es la materia condensada?
- 1.2. Orden, simetría y ruptura espontánea
- 1.3. Concepto cuántico de sólido
- 1.4. Sólidos cristalinos, amorfos y cuasicristales
- 1.5. Propiedades emergentes

Duración

02 horas

Unidad II. Estructura cristalina y espacio recíproco

Competencia

Caracterizar sólidos cristalinos mediante redes de Bravais, bases atómicas y construcción del espacio recíproco, para interpretar difracción y simetrías en el comportamiento electrónico, con precisión y solvencia geométrica.

Contenido

- 2.1. Redes de Bravais
- 2.2. Bases y celdas unitarias
- 2.3. Espacio recíproco
- 2.4. Primera zona de Brillouin
- 2.5. Ley de Bragg y condición de Laue

Duración

04 horas

Unidad III. Modelos atómicos

Competencia

Deducir la formación de bandas mediante el teorema de Bloch, la ecuación de Schrödinger periódica y métodos de Fourier, para explicar el origen cuántico de bandas electrónicas y su relación con propiedades de conducción, con objetividad y razonamiento matemático.

Contenido

- 3.1. Teorema de Bloch
- 3.2. Modelo de Kronig–Penney
- 3.3. Regiones permitidas y prohibidas
- 3.4. Masas efectivas
- 3.5. Clasificación de materiales según bandas

Duración

06 horas

Unidad IV. Bandas electrónicas en amarre fuerte

Competencia

Construir modelos tight-binding mediante el formalismo de segunda cuantización para calcular relaciones de dispersión en redes reales y comprender la dependencia entre simetría y propiedades electrónicas, con precisión conceptual.

Contenido

- 4.1. Formalismo de segunda cuantización
- 4.2. Modelos de amarre fuerte en 1D
- 4.3. Redes bipartitas
- 4.4. Grafeno y honeycomb
- 4.5. Densidad de estados

Duración

05 horas

Unidad V. Fonones y vibraciones de red

Competencia

Modelar vibraciones de red usando aproximación armónica para comprender la existencia de fonones y su papel en propiedades térmicas, con análisis riguroso y pensamiento físico.

Contenido

- 5.1. Cadenas monoatómicas
- 5.2. Cadenas diatómicas
- 5.3. Modos acústicos y ópticos
- 5.4. Dispersión vibracional
- 5.5. Relevancia en calor específico

Duración

05 horas

Unidad VI. Dinámica electrónica

Competencia

Analizar la dinámica del electrón en un cristal mediante ecuaciones semiclásicas y curvatura de banda, para interpretar transporte eléctrico y respuesta electrónica, con razonamiento físico y claridad conceptual.

Contenido

- 6.1. Ecuaciones semiclásicas de movimiento
- 6.2. Velocidad de grupo
- 6.3. Masa efectiva
- 6.4. Modelos de Drude y Drude–Sommerfeld
- 6.5. Respuesta a campos externos

Duración

04 horas

Unidad VII. Materiales Dirac, fase de Berry y topología

Competencia

Evaluar materiales con excitaciones tipo Dirac mediante la fase de Berry, la curvatura y la topología de bandas, para interpretar estados topológicos y su manifestación física, con creatividad y pensamiento crítico.

Contenido

- 7.1. Materiales Dirac y Weyl
- 7.2. Fase de Berry
- 7.3. Número de Chern y número de Zak
- 7.4. Aislantes topológicos
- 7.5. Conexiones con grafeno y modelos AF

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Introducción a la relatividad especial

Práctica 1: Orden y simetría en sólidos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Revisa conceptos de orden, simetría y ruptura espontánea.
3. Analiza imágenes de sólidos proporcionadas por su docente en formato digital.
4. Identifica patrones y clasifica en materiales cristalinos, amorfos y cuasicristales,
5. Elabora una infografía en una plataforma digital como evidencia del procedimiento.
6. Entrega la infografía para recibir retroalimentación y anexar al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase sobre los sólidos
- Pizarrón
- Plataforma para crear infografías
- Computadora

Unidad II. Estructura cristalina y espacio recíproco

Práctica 2: Construcción del espacio recíproco

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes.
2. Construye redes recíprocas de retículas simples.
3. Traza la primera zona de Brillouin.
4. Identifica puntos de alta simetría.
5. Relaciona con caminos usados en diagramas de bandas.
6. Prepara y entrega Infografía digital con zonas de Brillouin para recibir retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Papel y regla.
- Cuaderno de apuntes.
- Teléfono celular para tomar fotografías.
- Computadora con acceso a plataforma para la creación de infografías.

Práctica 3: Difracción y condición de Laue

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes.
2. Revisa la ley de Bragg y condición de Laue.
3. Elige una red 2D y calcula reflexiones permitidas.

4. Construye o simula patrones simples de difracción.
5. Elabora un reporte digital con los resultados de la práctica.
6. Entrega el reporte para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a jupyter y python.
- Editor de textos.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.

Unidad III. Modelos atómicos

Práctica 4: Modelo de Kronig–Penney

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes.
2. Implementa la ecuación trascendente.
3. Grafica regiones permitidas y prohibidas.
4. Analiza el efecto de parámetros del potencial.
5. Discute aplicaciones a la descripción de respuesta electrónica de materiales.
6. Genera un esquema donde se representa los resultados del modelo KP.
7. Presenta el esquema frente al grupo para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula.
- Computadora con jupyter/python.
- Software para preparación de diapositivas.

Práctica 5: Masas efectivas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Calcula curvaturas en mínimos de banda.
3. Determina masas efectivas de electrones y huecos.
4. Discute implicaciones en semiconductores.
5. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
6. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Computadora con jupyter/python.
- Software para edición de texto.

Unidad IV. Bandas electrónicas en amarre fuerte

Práctica 6. Cadena unidimensional en AF

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Construye Hamiltoniano TB.
3. Diagonaliza y gráfica $E(k)$.
4. Analiza el efecto de los parámetros.
5. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
6. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Calculadora científica y cuaderno de apuntes.
- Python en Colab/Jupyter para graficar datos.
- Pizarrón para esquemas gráficos.

Práctica 7. Grafeno: red triangular bipartita

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Construye red honeycomb.
3. Implementa hoppings de primer vecino.
4. Obtiene dispersión y puntos Dirac.
5. Gráfica la dispersión en Python.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Apuntes de clase.
- Python con Matplotlib
- Cuaderno
- Calculadora.

Unidad V. Fonones

Práctica 8. Fonones en cadena monoatómica/diatómica

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Plantea ecuaciones de movimiento.
3. Calcula modos acústicos y ópticos.
4. Grafica dispersión vibracional.
5. Elabora una infografía en una plataforma digital como evidencia del procedimiento.
6. Entrega la infografía para recibir retroalimentación y anexar al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Libro con la teoría de fonones.
- Python con Matplotlib.
- Cuaderno de apuntes y pizarrón.
- Plataforma de diseño de infografías.

Unidad VI. Dinámica electrónica

Práctica 9. Dinámica semiclásica del electrón

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Implementa ecuación semiclásica.
3. Calcula velocidad de grupo.
4. Simula evolución de $k(t)$.
5. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
6. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Python en Colab/Jupyter.
- Librerías NumPy y Matplotlib.
- Cuaderno y pizarra para guiar la discusión.

Unidad VII. Materiales de Dirac

Práctica 10. Fase de Berry en modelo SSH

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes para la práctica.
2. Implementa Hamiltoniano SSH.
3. Calcula autovectores en k .
4. Evalúa la fase de Berry y el número de Zak.
5. Identifica fases topológica y trivial.
6. Digitaliza sus notas con los resultados de la práctica.
7. Entrega el documento para retroalimentación y anexa al portafolio digital de evidencias.

Recursos de apoyo

- Cuaderno de apuntes.
- Pizarrón para derivar la fórmula y discutir ejemplos.
- Computadora con jupyter/python
- Editor de textos digitales

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Cuadros comparativos
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	40%
– Prácticas taller	10%
– Tareas	10%
– Proyecto final	10%
– Portafolio de evidencias	30%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Ashcroft, N. W., & Mermin, N. D. (1976). *Solid state physics*. Holt, Rinehart and Winston. [classic]
- Camley, R. E. (Ed.). (2021). *Solid State Physics, Volume 72*. Elsevier / Academic Press.
- Cohen, M. L., & Louie, S. G. (2016). *Fundamentals of condensed matter physics*. Cambridge University Press. [classic]
- Girvin, S. M., & Yang, K. (2019). *Modern condensed matter physics*. Cambridge University Press. [classic]
- Grosso, G., & Parravicini, G. P. (2013). *Solid state physics*. Academic Press. [classic]
- Macedo, R., & Stamps, R. L. (Eds.). (2023). *Solid State Physics* (Vol. 74). Elsevier.
- Simon, S. H. (2013). *The Oxford solid state basics*. Oxford University Press. [classic]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2013). *The Feynman lectures on physics: Vol. III. Quantum mechanics*. Basic Books. <https://www.feynmanlectures.caltech.edu>
- Materials Project. (2025). <https://materialsproject.org>
- MIT OpenCourseWare. (2023). *Solid State Physics* (8.231). <https://ocw.mit.edu/courses/6-730-physics-for-solid-state-applications-spring-2003/>

TopocondMat. (2020). *Lecture Notes on Topological Quantum Matter*.
<https://topocondmat.org>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física o área afín, preferentemente con maestría o doctorado, tener experiencia en docencia universitaria y dominio de la disciplina. Debe ser una persona analítica, responsable y que fomente el pensamiento metodológico y crítico en sus estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Introducción a la Física Médica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:06
Eta de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Guillermo Daniel Jiménez Gómez Juan Crisóstomo Tapia Mercado
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Introducción a la Física Médica es una unidad de aprendizaje dirigida a estudiantes de la Licenciatura en Física con interés en la física médica, la biofísica y la biofotónica. Su propósito es que el estudiantado integre los principios físicos que sustentan la tecnología de la imagenología médica y los procesos biofísicos a escala celular y subcelular. A lo largo del curso, se analizan los fundamentos de la formación de imágenes médicas, el modelado matemático de sistemas biológicos, tales como ecuaciones de tasa aplicadas al crecimiento tumoral, los mecanismos de transporte iónico y electrónico, los fenómenos biofotónicos y los principios mecánicos de la nanomaquinaria celular, incluida la formación de ATP y la liberación de energía. Lo anterior permite comprender y explicar fenómenos complejos de la medicina y la biología desde una perspectiva física cuantitativa, así como fortalecer la preparación para el ejercicio profesional o la formación de posgrado en un campo emergente de alta relevancia social. La unidad de aprendizaje se ubica en etapa terminal con carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar modelos teóricos integrados de sistemas biológicos y tecnologías médicas aplicables a física médica y estudios biofísicos o biofotónicos, mediante el análisis crítico de los principios de imagenología, modelado matemático, transporte iónico y electrónico, fenómenos biofotónicos y nanomaquinaria celular, para proponer soluciones fundamentadas a problemas en física médica, actuando con rigor científico, responsabilidad social y trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Exposición de un proyecto final de carácter teórico o teórico-práctico, orientado al análisis de un problema, técnica o fenómeno propio de la física médica o la biofísica celular. El proyecto debe presentar de manera clara y estructurada el fundamento físico del tema seleccionado, desarrollar un modelo conceptual y matemático que lo describa o, en su caso, un análisis basado en mediciones, y sustentar los argumentos con investigación documental pertinente y rigurosa.

Criterios de evaluación

- Claridad, coherencia y precisión en la exposición oral y visual del proyecto.
- Profundidad y rigor en el análisis físico del problema, técnica o fenómeno abordado.
- Aplicación correcta y pertinente de los conceptos, principios y modelos revisados durante el curso.
- Capacidad de síntesis, integración y articulación crítica de la información teórica y, cuando aplique, empírica.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; excelencia; equidad social y de género; e inclusión.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Imagenología médica y física de la formación de imagen

Competencia

Evaluar las técnicas de imagenología médica mediante el análisis de los principios físicos de formación de imagen y los fenómenos de interacción radiación-materia, para seleccionar el método más adecuado en diferentes escenarios diagnósticos, fundamentando la decisión en criterios de eficacia diagnóstica, dosimetría, protección radiológica y accesibilidad socioeconómica.

Contenido

- 1.1. Principios físicos de la formación de imágenes:
 - 1.1.1. Contraste y resolución
 - 1.1.2. Rango dinámico y ruido
- 1.2. Métodos físicos de imagenología médica:
 - 1.2.1. Radiología básica: producción de rayos X, atenuación y dosimetría
 - 1.2.2. Tomografía Computarizada (CT) y Resonancia Magnética (MRI): fundamentos de reconstrucción tomográfica, spin nuclear, relajación y contraste
 - 1.2.3. Medicina Nuclear (PET) y Ecografía: radiofármacos y detección de radiación; principios de ultrasonido y efecto Doppler
- 1.3. Aspectos sociales y económicos de la imagenología:
 - 1.3.1. Integración de modalidades de imagen y criterios de selección para diagnóstico
 - 1.3.2. Consideraciones de costo-beneficio y accesibilidad en diferentes contextos socioeconómicos y de género
 - 1.3.3. Tecnologías emergentes, diagnóstico de bajo costo y su impacto en la equidad en salud

Duración

09 horas

Unidad II. Modelado Matemático en la Física Médica

Competencia

Diseñar modelos matemáticos para sistemas biológicos mediante la aplicación de ecuaciones diferenciales y métodos numéricos, para predecir el comportamiento de procesos fisiológicos y patológicos, evaluando críticamente sus implicaciones en la optimización de recursos sanitarios.

Contenido

- 2.1. Introducción al modelado de sistemas biológicos:
 - 2.1.1. Ecuaciones diferenciales en la dinámica de poblaciones celulares
 - 2.1.2. Modelado farmacocinético y de difusión de sustancias
 - 2.1.3. Validación y limitaciones de los modelos matemáticos
- 2.2. Aplicaciones del modelado a medicina:
 - 2.2.1. Procesos de crecimiento tumoral
 - 2.2.2. Planeación de tratamientos y consideraciones socioeconómicas
- 2.3. Modelado y salud pública:
 - 2.3.1. Estadística epidemiológica
 - 2.3.2. Aplicación en asignación de recursos públicos

Duración

09 horas

Unidad III. Transporte Iónico a través de Membranas y Electrónico en Mitocondria

Competencia

Evaluar los mecanismos de transporte iónico y electrónico mediante el análisis de la electrofisiología de membranas y la cadena de transporte electrónico mitocondrial, para explicar procesos bioenergéticos fundamentales y sus implicaciones en la salud humana con perspectiva de equidad.

Contenido

- 3.1. Fundamentos de transporte a través de membranas:
 - 3.1.1. Potencial de membrana en reposo y potencial de acción
 - 3.1.2. Canales iónicos y bombas de electrogénicas (Na^+/K^+ y ATPasa)
 - 3.1.3. Bases biofísicas de la conducción nerviosa
- 3.2. Bioenergética mitocondrial:
 - 3.2.1. Estructura mitocondrial, origen evolutivo y linaje materno
 - 3.2.2. Potencial redox y cadena de transporte de electrones
 - 3.2.3. ATP sintasa y acoplamiento quimiosmótico

3.3. Fisiopatología y aspectos sociales en metabolismo energético:

3.3.1. Enfermedades por disfunción mitocondrial

3.3.2. Influencia de hábitos dietéticos contemporáneos en la función mitocondrial

3.3.3. Diferencias en metabolismo energético: células sanas y cancerosas

Duración

09 horas

Unidad IV. Elementos de Biofotónica y Biotecnología Celular

Competencia

Evaluar estrategias de aplicación biofotónica mediante el análisis de los principios de interacción luz-tejido y técnicas de espectroscopía, para proponer soluciones innovadoras en diagnóstico y diseñar métodos terapéuticos que consideren la accesibilidad en diferentes contextos socioeconómicos.

Contenido

4.1. Interacción Luz-Tejido:

4.1.1. Absorción, esparcimiento y fluorescencia en medios biológicos

4.1.2. Espectroscopía de tejidos y fluidos biológicos

4.2. Métodos Ópticos en el Diagnóstico Médico:

4.2.1. Técnicas de imagen por fluorescencia en cirugía y diagnóstico

4.2.2. Desarrollo de tecnologías portátiles y de bajo costo para diagnóstico temprano

4.2.3. Análisis de viabilidad y acceso en comunidades marginadas

4.3. Biofotónica en Terapia y Modulación Celular:

4.3.1. Principios de terapia fotodinámica y sus aplicaciones

4.3.2. Optogenética: control de procesos celulares con luz

4.3.3. Casos de éxito nacional en y transferencia tecnológica a comunidades de bajos recursos: Virus del Papiloma Humano y lesiones cervico-uterinas precancerosas

4.4. Aplicaciones avanzadas en investigación biomédica:

4.4.1. Técnicas biofotónicas en cultivos celulares y líneas inmortalizadas

4.4.2. Electroforesis para selección espermática en fecundación in vitro

4.4.3. Perspectivas futuras y rol del físico médico en investigación traslacional

Duración

12 horas

Unidad V. Nanomaquinaria Celular

Competencia

Conceptualizar la célula desde una perspectiva electromecánica-molecular, analizando las propiedades físicas de los elementos biofísicos que la conforman y los principios de conversión de energía, para comprender los mecanismos de movimiento, fuerza y organización que rigen los procesos celulares.

Contenido

- 5.1. La célula desde una perspectiva física:
 - 5.1.1. Nanomaquinaria por selección evolutiva
 - 5.1.2. Aminoácidos, péptidos, proteínas y enzimas
 - 5.1.3. El rol de la termodinámica en sistemas biológicos
- 5.2. Biofísica celular en la medicina:
 - 5.2.1. Potencial eléctrico y magnético en sistemas biológicos
 - 5.2.2. Mecanotransducción: cómo las células sienten y responden a fuerzas mecánicas
- 5.3. Motores moleculares y nanomedicina:
 - 5.3.1. Principios de conversión de energía química en trabajo mecánico
 - 5.3.2. Estructura y función de motores moleculares (quinesina, miosina y dineína)
 - 5.3.3. Aplicaciones emergentes de la nanotecnología y consideraciones de accesibilidad

Duración

09 horas

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Método de proyectos
- Estudio de caso
- Técnica expositiva

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Participación	10%
- Tareas	20%
- Exposición de proyecto final	20%
- Reporte de proyecto final	20%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Piña Barba, M. C. (2002). *La física en la medicina* (3a ed.). Fondo de Cultura Económica.

Yushimito Rubiños, L. (2007). *Biofísica*. Manual moderno.

Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2017). *Campbell Biology* (11th ed.). Pearson Higher Education.

Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Orr, R. B. (2020). *Campbell Biology* (12th ed.). Pearson.

Amador Kane, S. (2003). *Introduction to physics in modern medicine*. Taylor & Francis.

Prasad, P. N. (2003). *Introduction to biophotonics*. Wiley-Interscience.

Laskowski, W., & Pohlit, W. (1976). *Biofísica: una introducción para biólogos, médicos y físicos*. Omega.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Clarke, G. D., Ng, K.-H., & Wong, J. H. D. (2018). *Problems and Solutions in Medical Physics: Diagnostic Imaging Physics*. CRC Press.

Tuszynski, J. A., & Dixon, J. M. (2002). *Biomedical applications of introductory physics*. Wiley.

Friedman, A. (2018). *Mathematical biology. Modeling and analysis*. American Mathematical Society.

García Banquetero, R. (2021). *Modelos matemáticos para el crecimiento de tumores* (Tesis de Licenciatura en Matemáticas). Universidad de Salamanca, Facultad de Ciencias.

Artículos de revisión seleccionados de revistas como *Physics in Medicine and Biology*, *Nature Reviews Physics*, *Biophysical Journal*, *Journal of Biophotonics*.

XIV. PERFIL DOCENTE

Formación en Física, Biofísica o área afín, con conocimientos sólidos en física médica, fisiología celular y modelado matemático. Preferentemente con estudios de posgrado y experiencia profesional en el área. Debe ser analítico, respetuoso, responsable y proactivo, con facilidad de expresión y capacidad para fomentar la participación individual y en equipo, así como para guiar la investigación documental y el análisis teórico.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Mecánica Cuántica Avanzada
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 00 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Eta de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ramón Carrillo Bastos Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El estudiantado profundizará en los fundamentos avanzados de la mecánica cuántica mediante el estudio de sistemas de partículas idénticas, estructura fina e hiperfina del átomo de hidrógeno, teoría de perturbaciones dependiente del tiempo, matriz de densidad y teoría cuántica de la dispersión. La asignatura desarrolla competencias para modelar sistemas cuánticos reales, aplicar técnicas analíticas avanzadas, interpretar implicaciones experimentales y emplear simulaciones computacionales, fortaleciendo habilidades esenciales para investigación en física atómica, molecular, óptica, materia condensada y campos relacionados. Se encuentra en la etapa terminal, con carácter optativo y forma parte del área de conocimiento de Física.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Modelar sistemas cuánticos avanzados mediante el uso de técnicas analíticas y computacionales en teoría de perturbaciones, para explicar fenómenos microscópicos relevantes, interpretar observaciones experimentales y desarrollar razonamiento crítico y autónomo propio de la física moderna.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que integra ejercicios sobre partículas idénticas y simetrización; cálculos detallados de estructura fina e hiperfina; simulaciones de transiciones inducidas mediante perturbaciones dependientes del tiempo; gráficas de secciones eficaces y amplitudes de dispersión; reportes completos de las prácticas de taller; así como análisis interpretativos y conclusiones físicas. Además, el portafolio incluirá un mini-proyecto final.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Plantear modelos de sistemas físicos basados en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza para resolver problemas de física con rigor científico, responsabilidad y honestidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Partículas idénticas y estadística cuántica

Competencia

Describir sistemas compuestos por partículas idénticas mediante la simetrización del espacio de Hilbert, para diferenciar bosones y fermiones, construir estados permitidos y comprender sus efectos sobre espectros y propiedades físicas, con rigor lógico y exactitud matemática.

Contenido

- 1.1. Operador de permutación
- 1.2. Simetrización y antisimetrización
- 1.3. Construcción explícita de estados simetrizados
- 1.4. Bosones y fermiones
- 1.5. Consecuencias estadísticas en espectros
- 1.6. Segunda Cuantización

Duración

06 horas

Unidad II. Estructura fina e hiperfina del átomo de hidrógeno

Competencia

Deducir correcciones de estructura fina e hiperfina del átomo de hidrógeno mediante la teoría perturbativa independiente del tiempo y aproximaciones relativistas para estimar los niveles de energía, niveles, acoplamientos espín–órbita y fenómenos espectroscópicos con precisión y argumentación física sólida.

Contenido

- 2.1. Corrección relativista de la energía cinética
- 2.2. Acoplamiento espín–órbita
- 2.3. Término de Darwin
- 2.4. Estructura fina completa
- 2.5. Efectos hiperfinos
- 2.6. Regla de selección
- 2.7. Comparación con experimentos espectroscópicos

Duración

04 horas

Unidad III. Matriz de densidad y simetrías cuánticas

Competencia

Describir estados mixtos, decoherencia, paridad, inversión temporal y traslaciones mediante el formalismo de la matriz de densidad y operadores de simetría para analizar procesos reales en sistemas abiertos y deducir leyes de conservación y degeneraciones, demostrando manejo abstracto y pensamiento crítico.

Contenido

- 3.1. Origen y definición de la matriz de densidad
- 3.2. Estados puros y mixtos

- 3.3. Trazas parciales y reducción
- 3.4. Observables en la formulación de matrices de densidad
- 3.5. Decoherencia (visión introductoria)
- 3.6. Simetrías cuánticas:
 - 3.6.1. Paridad
 - 3.6.2. Inversión temporal
 - 3.6.3. Traslaciones
 - 3.6.4. Simetrías internas
- 3.7. Consecuencias físicas: conservación, degeneración, selección

Duración

04 horas

Unidad IV. Perturbaciones dependientes del tiempo

Competencia

Evaluar las transiciones inducidas por campos, tasas de absorción/emisión y dinámica de excitación mediante la teoría de perturbaciones dependiente del tiempo en primer y segundo orden para describir e interpretar resultados experimentales con claridad conceptual y habilidad matemática.

Contenido

- 4.1. Operador evolución y representación temporal
- 4.2. Perturbación dependiente del tiempo (1er orden)
- 4.3. Perturbación dependiente del tiempo (2do orden)
- 4.4. Regla de Oro de Fermi
- 4.5. Transiciones y resonancias
- 4.6. Ejemplos espectroscópicos físicos

Duración

06 horas

Unidad V. Teoría cuántica de la dispersión

Competencia

Modelar procesos de dispersión cuántica mediante ondas parciales, aproximación de Born, factores de forma y matriz S, para predecir secciones eficaces, identificar resonancias y explicar fenómenos microscópicos con razonamiento matemático coherente.

Contenido

- 5.1. Amplitud y sección eficaz
- 5.2. Aproximación de Born

- 5.3. Factores de forma
- 5.4. Ondas parciales
- 5.5. Fase de dispersión
- 5.6. Resonancias cuánticas
- 5.7. Matriz S y matriz T

Duración

06 horas

Unidad VI. Mecánica cuántica relativista

Competencia

Construir las ecuaciones relativistas de la mecánica cuántica, incluyendo las formulaciones de Klein–Gordon y Dirac, mediante el uso riguroso de técnicas analíticas basadas en ecuaciones diferenciales para modelar y explicar procesos físicos de altas energías con objetividad, solidez conceptual y juicio crítico.

Contenido

- 6.1. Relatividad especial.
- 6.2. Ecuación de Klein-Gordon.
- 6.3. Ecuación de Dirac.
- 6.4. Partícula libre
- 6.5. Ecuación de Dirac en un campo externo
- 6.6. Formas aproximadas de la ecuación de Dirac.
- 6.7. Solución exacta del problema central.

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Partículas idénticas y estadística cuántica

Práctica 1. Simetrización de un sistema de dos partículas en un pozo infinito

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Repasa las funciones propias del pozo infinito $0 < x < L$.
3. Considera dos partículas idénticas ocupando los estados $n=1$ y $n=2$ del pozo infinito.
4. Construye explícitamente los estados simétricos y antisimétricos.

5. Discute cuál corresponde a bosones y cuál a fermiones.
6. Calcula la probabilidad de encontrar ambas partículas en la mitad izquierda del pozo.
7. Analiza cómo la simetrización afecta la distribución espacial y prepara reporte.
8. Entrega reporte para recibir retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre partículas cuánticas idénticas.
- Computadora con Python (Jupyter Notebook, Colab) con librerías numpy y matplotlib.
- Pizarrón y proyector para discusión y ejemplos.

Práctica 2: Distribuciones de Bose–Einstein y Fermi–Dirac para un gas en un pozo tridimensional cúbico

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Considera un gas de partículas en un pozo cúbico de lado L y encuentra su espectro de energías.
3. Construye numéricamente las distribuciones de ocupación para un conjunto de energías hasta un corte $E_{\max}$.
4. Gráfica la ocupación vs energía para distintas temperaturas $T_1 < T_2 < T_3$.
5. Discute el surgimiento de la condensación bosónica y el bloqueo fermiónico.
6. Genera una infografía con sus resultados
7. Entrega infografía y recibe retroalimentación de su docente.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre estadística cuántica.
- Computadora con Python con librerías numpy y matplotlib.
- Pizarrón y proyector para exposición de ejemplos.

Unidad II. Estructura fina e hiperfina

Práctica 3: Corrección relativista de energía para el estado 2s del hidrógeno

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Usa la corrección relativista de Darwin a primer en primer orden.
3. Determina la magnitud numérica del corrimiento de energía.
4. Compara con la separación fina entre niveles.
5. Discute su importancia experimental.
6. Prepara un reporte en formato digital con sus resultados.

7. Entrega reporte para recibir retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre ecuaciones de Newton.
- Computadora con Python con librerías numpy y matplotlib.
- Editor de textos
- Pizarrón y proyector para mostrar ejemplos.

Práctica 4: Acoplamiento espín-órbita en el estado 2p del hidrógeno

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Partiendo del término $L \cdot S$, evalúa la corrección energética para los estados con $j = 1/2$ y $j = 3/2$ del estado $n=2, l=1$.
3. Calcula las separaciones y gráfica la división fina entre niveles 2p.
4. Discute relación con el experimento de Lamb.
5. Prepara un reporte en formato digital con sus resultados.
6. Entrega reporte para recibir retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Computadora con Python con librerías numpy y matplotlib.
- Editor de textos
- Pizarrón y proyector para mostrar ejemplos.

Práctica 5. Hiperfina del hidrógeno y la línea de 21 cm

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la práctica.
2. Modela la interacción hiperfina para el hidrógeno.
3. Calcula la separación entre estados $F=1$ y $F=0$.
4. Obtiene la frecuencia y comprueba que corresponde a 1420 MHz (longitud de onda 21 cm).
5. Investiga y discute aplicaciones en astrofísica.
6. Prepara una infografía en formato digital con sus resultados.
7. Recibe retroalimentación de su docente.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.

- Computadora con Python con librerías numpy y matplotlib, así como acceso a internet.
- Plataforma para diseño de la infografía
- Pizarrón y proyector para mostrar ejemplos.

Unidad III. Matriz de densidad y simetrías

Práctica 6. Reducción de un estado entrelazado tipo Bell

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la práctica.
2. Considera el estado entrelazado y construye la matriz de densidad total.
3. Realiza la traza parcial sobre el subsistema B.
4. Obtiene la matriz reducida ρ_A .
5. Calcula su entropía $S(\rho_A) = -\text{Tr}(\rho_A \log \rho_A)$.
6. Prepara un reporte en formato digital con sus resultados.
7. Discute la pérdida de pureza como evidencia de entrelazamiento.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Computadora con Python con librerías numpy y matplotlib.
- Editor de textos
- Pizarrón y proyector para mostrar ejemplos.

Práctica 7. Paridad e inversión temporal en el oscilador armónico

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Analiza la acción del operador paridad P sobre los estados $|n\rangle$ del oscilador.
3. Examina la acción de inversión temporal T en estados de espín $1/2$.
4. Discute qué operadores conmutan con P y T para el oscilador.
5. Evalúa si H del oscilador es invariante bajo P y T .
6. Discute su efecto en la emisión de este sistema.
7. Elabora una infografía describiendo el método usado en los problemas.

Recursos de apoyo

- Computadora con python/jupyter.
- Cuaderno y lápiz.

- Pizarrón para discusión y resolución de ejemplos representativos.

Unidad IV. Perturbaciones dependientes del tiempo

Práctica 8. Transiciones en un átomo de dos niveles bajo una perturbación sinusoidal

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Considera un sistema de dos niveles con $H_0 = \text{diag}(E_1, E_2)$.
3. Usa una perturbación $V(t) = V_0 \cos(\omega t) \sigma_x$.
4. Obtén la probabilidad de transición $P_{1 \rightarrow 2}(t)$ en primer orden.
5. Simula numéricamente la evolución para distintos valores de ω .
6. Identifica resonancia cuando $\hbar\omega \approx E_2 - E_1$.
7. Escribe un reporte de la práctica.
8. Entrega reporte para recibir retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Computadora con Python con librerías numpy y matplotlib.
- Editor de textos
- Pizarrón y proyector para mostrar ejemplos.

Unidad V. Dispersión cuántica

Práctica 9: Aproximación de Born para un potencial gaussiano

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Usa el potencial central $V(r) = V_0 \exp(-r^2/a^2)$.
3. Calcula la transformada de Fourier para obtener la amplitud $f(\theta)$.
4. Obtén la sección eficaz diferencial $d\sigma/d\Omega = |f(\theta)|^2$.
5. Grafica $d\sigma/d\Omega$ vs θ para varios valores de a .
6. Analiza el efecto del ancho del potencial en la dispersión.
7. Presenta los resultados en el pizarrón y discute en grupo la interpretación física.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Notas de clase.
- Computadora con Python con librerías numpy y matplotlib.
- Editor de textos

- Pizarrón y proyector para mostrar ejemplos.

Práctica 10: Fase de dispersión para un potencial escalón esférico

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Considera un potencial esférico:
3. $V(r) = -V_0$ para $r < R$ y 0 para $r > R$.
4. Resuelve la ecuación radial para $l=0$ (ondas s).
5. Obtén la fase de dispersión comparando la solución interior y exterior.
6. Calcula la sección eficaz parcial σ_0 .
7. Analiza la aparición de resonancias para valores específicos de energía.
8. Redacta reporte digital con sus resultados.
9. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Notas de clase sobre partículas cargadas en campos magnéticos.
- Computadora con Python con librerías numpy, matplotlib.
- Ejercicios impresos con condiciones iniciales sugeridas.
- Pizarrón y proyector para discusión de resultados.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje por proyectos

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Infografías
- Aprendizaje por proyectos

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60. Para exentar el curso el estudiante debe al menos aprobar uno de los exámenes parciales.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Portafolio de evidencias que incluya:	
a. Prácticas, tareas y ejercicios	50%
b. Mini proyecto final	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Cecotti, S. (2025). *Quantum mechanics: A concise textbook with emphasis on exact methods*. Springer.
- Chacón, E. (2008). *Apuntes del curso de Mecánica Cuántica de Marcos Moshinsky*. Universidad Nacional Autónoma de México. [clásica]
- Cohen-Tannoudji, C., Diu, B., & Laloë, F. (1991). *Quantum mechanics (Vols. 1–2)*. John Wiley & Sons. [classic]
- De la Peña, L. (2006). *Introducción a la mecánica cuántica*. Fondo de Cultura Económica. [clásica]
- Gottfried, K., & Yan, T. M. (2023). *Quantum mechanics: Advanced tools and approximation methods*. Springer.
- Griffiths, D. J., & Schroeter, D. F. (2018). *Introduction to quantum mechanics (3rd ed.)*. Cambridge University Press. [classic]
- Lombardo, U., Giuliani, G., & Niu, Y. (2024). *Quantum mechanics: From atoms to nuclei*. Springer.

McMahon, D. (2013). *Quantum mechanics demystified* (2nd ed.). McGraw-Hill. [classic]
Sakurai, J. J., & Napolitano, J. (2014). *Modern quantum mechanics* (2nd ed.). Pearson. [classic]
Schwabl, F. (2008). *Advanced quantum mechanics* (4th ed.). Springer.
Shankar, R. (2011). *Principles of quantum mechanics* (2nd ed.). Springer.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Gour, G. (2024). Resources of the quantum world. Recuperado de
<https://arxiv.org/abs/2402.05474>
MIT OpenCourseWare. (2003). 8.04 Quantum theory II. Massachusetts Institute of
Technology. <https://ocw.mit.edu/courses/8-322-quantum-theory-ii-spring-2003/>
Tong, D. (2019). *Lectures on Topics in Quantum Mechanics* [Lecture notes]. University of
Cambridge. <https://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/topicsinqm.html> [clásica]

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura y maestría en Física o área afín, preferentemente con doctorado, tener experiencia en docencia universitaria y dominio de la mecánica clásica, sus aplicaciones teóricas y computacionales. Debe ser una persona analítica, responsable y que fomente el pensamiento metodológico y crítico en sus estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Física Licenciatura en Ciencias Computacionales Licenciatura en Matemáticas Aplicadas
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Procesamiento Digital de Imágenes
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 00 Horas Laboratorio: 04 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Clínicas: 00 Horas Extra-clase: 02 Créditos:08
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	José Ángel González Fraga Selene Solorza Calderón
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	21 de mayo de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje tiene como propósito proporcionar al estudiantado los conceptos y fundamentos, así como las principales técnicas del procesamiento digital de imágenes, desarrollando habilidades para aplicar transformaciones lineales y no lineales, filtrado, restauración, segmentación y análisis en diferentes contextos. Asimismo, fomenta actitudes críticas, responsables y creativas que le permitan integrar estas competencias en la solución de problemas relacionados con la computación y disciplinas afines.

Se ubica en la etapa terminal del programa de la Licenciatura en Ciencias Computacionales y pertenece al área de conocimiento de Interacción Hombre Máquina y es de carácter optativo.

Además, se ubica en la etapa terminal de la Licenciatura en Física, en el área de conocimiento Computacional; en la Licenciatura en Matemáticas Aplicadas, es de carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Cómputo Científico.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar técnicas de procesamiento digital de imágenes, mediante el estudio de las bases teóricas y la implementación práctica de metodologías de filtrado, restauración, color y morfología, para mejorar, analizar e interpretar información contenida en imágenes digitales, con actitud crítica, responsable y creativa.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora un portafolio digital que integre los programas desarrollados para el procesamiento digital de imágenes, acompañado del análisis de resultados, conclusiones y referencias empleadas, presentado en formato electrónico, con lenguaje formal y claro, que muestre dominio de los fundamentos, técnicas y aplicaciones vistas en la unidad de aprendizaje.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar y evaluar soluciones de cómputo inteligente aplicando principios de inteligencia artificial, minería de datos, e integración de herramientas computacionales, con el propósito de apoyar la toma de decisiones en situaciones complejas propias de contextos científicos, sociales, industriales o tecnológicos, actuando con responsabilidad ética, pensamiento crítico, y colaboración interdisciplinaria.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la responsabilidad social, Excelencia, Vanguardia e Innovación Social

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos del procesamiento digital de imágenes

Competencia

Examinar los fundamentos del procesamiento digital de imágenes, mediante la revisión de lecturas, análisis de conceptos básicos y resolución de ejercicios, para comprender el proceso de adquisición y formación de imágenes digitales, con actitud crítica y organizada.

Contenido

- 1.1. Introducción, historia y aplicaciones
- 1.2. Componentes de un sistema de procesamiento digital de imágenes
- 1.3. Fundamentos de la imagen digital: percepción visual y espectro electromagnético
- 1.4. Adquisición de imágenes: sensado, muestreo y cuantización
- 1.5. Relaciones entre píxeles y operaciones básicas

Duración

04 horas

Unidad II. Procesamiento en el dominio espacial

Competencia

Aplicar técnicas de procesamiento espacial en imágenes digitales, mediante transformaciones de intensidad, análisis de histogramas y uso de filtros de suavizamiento y realce, para mejorar la calidad visual y resaltar características relevantes, con actitud analítica y responsable.

Contenido

- 2.1. Transformaciones de intensidad
- 2.2. Procesamiento del histograma
- 2.3. Convolución y filtrado espacial
- 2.4. Filtros de suavizamiento (promedios, mediana)
- 2.4. Detección de bordes (Sobel, Prewitt, Canny)

Duración

07 horas

Unidad III. Procesamiento en el dominio de las frecuencias

Competencia

Analizar imágenes digitales en el dominio de la frecuencia, mediante la aplicación de la transformada de Fourier y el diseño de filtros pasa bajas, pasa altas y pasa bandas, para comparar resultados con técnicas espaciales y optimizar el procesamiento, con actitud crítica y organizada.

Contenido

- 3.1. Transformada de Fourier en 2D
- 3.2. Filtrado pasa bajas
- 3.3. Filtrado pasa altas
- 3.4. Filtrado pasa bandas
- 3.5. Comparación de los filtrados en el dominio espacial y el dominio de las frecuencias

Duración

06 horas

Unidad IV. Restauración de imágenes

Competencia

Implementar técnicas de restauración de imágenes, mediante el estudio de modelos de degradación y ruido, así como el uso de filtros espaciales y de frecuencias, para recuperar información visual y mejorar la interpretación de las imágenes, con actitud crítica y responsable.

Contenido

- 4.1. Modelos de degradación y ruido
- 4.2. Filtros de restauración: inverso y Wiener
- 4.3. Restauración en el dominio espacial y en el dominio de las frecuencias

Duración

05 horas

Unidad V. Procesamiento de imágenes a color

Competencia

Evaluar y aplicar técnicas de procesamiento digital de imágenes a color, mediante el análisis de fundamentos perceptuales y modelos de representación, para realizar transformaciones y filtrado en imágenes en falso color y color real, con actitud creativa y responsable.

Contenido

- 5.1. Fundamentos del color y percepción
- 5.2. Modelos de color RGB, CMY, HSV, YCbCr

5.3. Transformaciones y filtrado en imágenes a color

5.4. Aplicaciones en falso color y color real

Duración

05 horas

Unidad VI. Transformaciones morfológicas

Competencia

Aplicar operadores morfológicos en imágenes binarias y en escala de grises, mediante el uso de elementos estructurantes y transformaciones, para extraer, analizar y segmentar estructuras de interés, con actitud analítica y crítica.

Contenido

6.1. Fundamentos de las transformaciones morfológicas

6.2. Operaciones básicas y compuestas: erosión, dilatación, apertura, cierre

6.3. Transformadas morfológicas

6.4. Aplicaciones en análisis y segmentación de imágenes

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Fundamentos del procesamiento digital de imágenes

Práctica 1: Operaciones básicas con imágenes digitales

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los fundamentos del procesamiento digital de imágenes.
2. Explora el entorno de un software especializado o librerías para el PDI.
3. Importa imágenes en escala de grises y color.
4. Realiza operaciones de recorte, rotación y escalamiento.
5. Implementa operaciones aritméticas entre imágenes.
6. Analiza los resultados obtenidos y los entrega en formato digital para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado como MATLAB, Python u OpenCV
- Imágenes de prueba en escala de grises, indexadas y en el espacio de color RGB

Unidad II. Procesamiento en el dominio espacial

Práctica 2: Transformaciones de intensidad e histogramas

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el tema de transformaciones de intensidad e histogramas.
2. Implementa transformaciones lineales y logarítmicas.
3. Genera e interpreta histogramas.
4. Aplica la ecualización del histograma.
5. Evalúa los resultados con las métricas MSE y PSNR, y los entrega en formato digital para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software especializado como MATLAB, Python u OpenCV.
- Imágenes médicas, de las ciencias naturales o ingeniería.

Práctica 3: Filtrado espacial y detección de bordes

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el tema de filtrado espacial detección de bordes.
2. Implementa filtros de suavizamiento lineal y de rango.
3. Aplica filtros de realce.
4. Realiza detección de bordes con Sobel, Prewitt y Canny.
5. Comparar el desempeño de cada método con las métricas usuales, y lo entrega en formato digital para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado como MATLAB, Python u OpenCV
- Imágenes de las ciencias naturales o ingeniería con y sin ruido

Unidad III. Procesamiento en el dominio de las frecuencias

Práctica 4: Transformada de Fourier y filtrado en el dominio de las frecuencias

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el tema de filtrado en el dominio de las frecuencias.
2. Calcula la transformada rápida 2D de Fourier (FFT) de una imagen.
3. Visualiza el espectro de magnitud y el espectro de fase.
4. Implementa filtros pasa bajas, pasa altas y pasa bandas.
5. Compara los resultados que se obtuvieron con los filtros en el dominio de las frecuencias con los obtenidos con los filtros espaciales, usando métricas estándar.
6. Entrega los resultados en formato digital para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado como MATLAB, Python u OpenCV
- Imágenes sintéticas y de las ciencias naturales o ingeniería

Unidad IV. Restauración de imágenes

Práctica 5: Modelos de degradación y restauración

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el tema de modelos de degradación y restauración.
2. Simula la degradación de una imagen al incluir ruido con diversas densidades de probabilidad.
3. Aplica filtros para eliminar la presencia de ruido en imágenes digitales.
4. Simula la degradación de una imagen usando transformaciones de desenfoque a partir de modelos lineales.
5. Implementa filtros de restauración: inverso y Wiener.
6. Evaluar la recuperación de la imagen digital de forma cuantitativa usando el PSNR.
7. Entrega los resultados en formato digital para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Computadora

- Software especializado como MATLAB, Python u OpenCV
- Imágenes sintéticas y de las ciencias naturales o ingeniería

Unidad V. Procesamiento de imágenes a color

Práctica 6: Transformación de modelos de color

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el tema de procesamiento de imágenes a color.
2. Transforma una imagen en el espacio de color RGB al espacio de color HSV y al YCbCr, y viceversa.
3. Manipula canales de color de manera individual.
4. Implementa técnicas de realce en cada modelo de color.
5. Entrega los resultados en formato digital para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado como MATLAB, Python u OpenCV
- Imágenes a color de las ciencias naturales o ingeniería

Unidad VI. Transformaciones morfológicas

Práctica 7: Transformadas morfológicas y aplicaciones

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el tema de las transformaciones morfológicas.
2. Aplica operadores morfológicos básicos con diferentes elementos estructurantes.
3. Implementa los algoritmos: *Boundary Extraction*, *Hole Filling*, *Extraction of Connected Components*, *Convex Hull*, *Thinning*, *Thickening*, *Skeletons*, *Pruning*.
4. Analiza los efectos del ruido y estructuras sobre las imágenes.
5. Entrega los resultados en formato digital para su evaluación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado como MATLAB, Python u OpenCV
- Imágenes de documentos, de las ciencias naturales o ingeniería

Práctica 8: Proyecto Integrador de PDI

Duración

10 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el planteamiento del problema a desarrollar:
 - a. Selecciona un conjunto de imágenes (médicas, satelitales, industriales, de seguridad, etc.).
 - b. Plantea el objetivo del procesamiento digital de la imagen (mejora visual, eliminación de ruido, segmentación de estructuras, etc.).
2. Aplica preprocesamiento y fundamentos
 - a. Aplica operaciones básicas, transformaciones de intensidad e histogramas.
3. De ser necesario realiza filtrado espacial o de frecuencias
 - a. Implementa filtros de suavizamiento y realce.
 - b. Compara el desempeño de los filtros espaciales y de los filtros en el dominio de las frecuencias.
4. De ser necesario aplica algoritmos de restauración y procesamiento en color
 - a. Introduce degradación y aplica filtros de restauración.
 - b. Procesa imágenes en color o genera imágenes en falso color.
5. Si aplica, usa morfología y segmentación
 - a. Utiliza operadores morfológicos para la extracción de características.
 - b. Aplica segmentación para separar regiones de interés.
6. Elabora la documentación y presentación
 - a. Integra resultados en un portafolio electrónico con código, imágenes originales, procesadas y el análisis de los resultados.
 - b. Realiza presentación oral con demostración de resultados.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a internet
- Lenguaje de programación MATLAB o Python (con librerías OpenCV, scikit-image, NumPy, Matplotlib)
- Conjuntos de imágenes (médicas, satelitales, industriales o libres de bases públicas como ImageNet, COCO, Kaggle Datasets)
- Software de control de versiones (Git/GitHub/GitLab)
- Plataforma de trabajo colaborativo (Google Colab, Jupyter Notebooks o MATLAB Live Scripts)
- Bibliografía y manuales técnicos (González & Woods, documentación de librerías, artículos científicos)

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Dos evaluaciones parciales	30%
– Prácticas de laboratorio	35%
– Proyecto Integrador	35%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital image processing* (4th ed.). Pearson.
https://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=263740&query_desc=kw%2Cwrdl%3A%20%22digital%20image%20processing%20%22 [classic]
- Gonzalez, R. C., Woods, R. E., & Eddins, S. L. (2010). *Digital image processing using MATLAB* (2nd ed.). Gatesmark Publishing. [classic]
- Najarian, K., & Splinter, R. (2012). *Biomedical signal and image processing*. Taylor & Francis. [classic]
- Russ, J., & Neal, F. (2017). *The image processing handbook* (7th ed.). CRC Press. [classic]
- Zhang, Y. J. (2024). *3D computer vision: Foundations and advanced methodologies*. Springer.
https://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=260183&query_desc=kw%2Cwrdl%3A%20Digital%20image%20processing

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- MATLAB, *Image Processing and Computer Vision*. (s. f.). MATHWORKS.
<https://la.mathworks.com/help/overview/image-processing-and-computer-vision.html>
- OpenCV. (s. f.). *OpenCV tutorials*. OpenCV.
https://docs.opencv.org/4.x/d9/df8/tutorial_root.html
- Szeliski, R. (2022). *Computer vision: Algorithms and applications*. Springer Nature.
<https://szeliski.org/Book/>

XII. PERFIL DOCENTE

Contar con formación profesional en áreas afines a la Inteligencia Artificial, como Ciencias Computacionales, Ingeniería en Computación, Matemáticas Aplicadas o Física, preferentemente con estudios de posgrado. Debe poseer experiencia práctica en el desarrollo e implementación de algoritmos para el procesamiento digital de imágenes. Así como tener conocimiento en lenguajes y entornos de programación como Python o MATLAB, uso de librerías especializadas como OpenCV, scikit-image, numpy y matplotlib. Debe contar con competencias pedagógicas que le permitan fomentar el aprendizaje activo, la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo colaborativo, así como guiar a sus estudiantes en el diseño de proyectos prácticos e innovadores con responsabilidad y pensamiento crítico.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Coordinación General de Formación Profesional

11.3. Anexo 3.

Evaluación externa e interna del programa educativo de la Licenciatura en Física

Dra. Edna Luna Serrano
Dra. Violeta García Arizmendi
Responsables Técnicos

Ensenada, Baja California, noviembre de 2024.

Contenido

Sección I. Evaluación externa del programa educativo de Licenciatura en Física.....	9
Introducción.....	9
Método general	10
Resultados.....	12
Estudio 1.1 Evaluación de la pertinencia social	12
1.1.1 Análisis de necesidades sociales.....	13
1.1.2 Análisis del mercado laboral	18
1.1.3 Estudio de egresados	27
1.1.4 Análisis de oferta y demanda.....	41
Conclusiones Estudio 1.1 Evaluación de la pertinencia social.....	57
Estudio 1.2 Evaluación de referentes	64
1.2.1 Análisis de la profesión y su prospectiva	64
1.2.2 Análisis comparativo de programas educativos.....	78
1.2.3 Análisis de organismos nacionales e internacionales	101
Conclusiones Estudio 1.2 Evaluación de referentes	103
Conclusiones generales de la evaluación externa de la Licenciatura en Física.....	109
Sección II. Evaluación interna del programa educativo de la Licenciatura en Física	112
Introducción.....	112
Método general	114
Resultados.....	119
Estudio 2.1. Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo.....	119
2.1.1 Propósitos del programa, misión y visión	119
2.1.2. Condiciones generales de operación del programa educativo.....	122
Conclusiones Estudio 2.1. Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo	125
Estudio 2.2. Evaluación del currículo.....	125
2.2.1 Modelo educativo y plan de estudios	126

2.2.2 Actividades para la formación integral.....	134
Conclusiones Estudio 2.2. Evaluación del currículo	135
Estudio 2.3 Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes en el programa educativo.....	136
2.3.1 Proceso de ingreso al programa educativo	137
2.3.2 Indicadores de trayectoria escolar	138
2.3.3 Participación de los estudiantes en programas de apoyo.....	141
2.3.4 Resultados de los estudiantes	144
Conclusiones Estudio 2.3 Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa educativo	144
Estudio 2.4 Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios	146
2.4.1 Personal académico	147
2.4.2 Infraestructura académica.....	149
2.4.3 Infraestructura física	151
2.4.4 Servicios de apoyo.....	153
Conclusiones Estudio 2.4 Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios	154
Conclusiones generales de la evaluación interna de la Licenciatura en Física	155
Referencias	158
Apéndice A. Cuestionario dirigido a académicos para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de Licenciatura en Física.....	164
Apéndice B. Cuestionario dirigido a egresados para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de Licenciatura en Física	173
Apéndice C. Cuestionario dirigido a empleadores para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de Licenciatura en Física.....	182
Apéndice D. Cuestionario dirigido a instituciones educativas para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de Licenciatura en Física	187

Índice de Tablas, Sección I

Tabla 1.1 <i>Objetivos generales y específicos de los estudios en la Evaluación externa</i>	10
Tabla 1.2 <i>Participantes de la Evaluación interna del programa educativo de la LF</i>	11
Tabla 1.3 <i>Objetivos del Análisis de necesidades sociales</i>	13
Tabla 1.4 <i>Objetivos del Análisis del mercado laboral</i>	19
Tabla 1.5 <i>Características generales de la muestra de empleadores</i>	22
Tabla 1.6 <i>Opinión de empleadores sobre el nivel de formación</i>	22
Tabla 1.7 <i>Opinión de empleadores sobre el nivel de formación en conocimientos específicos</i>	23
Tabla 1.8 <i>Opinión de empleadores sobre el cumplimiento del perfil de egreso de LF</i>	23
Tabla 1.9 <i>Opinión de empleadores respecto al cumplimiento de las demandas del mercado laboral</i>	24
Tabla 1.10 <i>Objetivos del Estudio de egresados</i>	27
Tabla 1.11 <i>Características generales de la muestra de egresados</i>	28
Tabla 1.12 <i>Sector económico del empleo de los egresados</i>	30
Tabla 1.13 <i>Nombre de las empresas y descripción de labores del escenario de trabajo de los egresados de LF</i>	30
Tabla 1.14 <i>Ingresos mensuales de los egresados de LF</i>	31
Tabla 1.15 <i>Nivel de estudios requerido en el empleo</i>	32
Tabla 1.16 <i>Métodos de enseñanza-aprendizaje utilizados en la LF</i>	32
Tabla 1.17 <i>Opinión de egresados sobre su experiencia en las prácticas profesionales</i>	33
Tabla 1.18 <i>Opinión de egresados respecto al SSC</i>	33
Tabla 1.19 <i>Opinión de egresados respecto SSP</i>	34
Tabla 1.20 <i>Participación en diversas modalidades de aprendizaje</i>	34
Tabla 1.21 <i>Opinión de egresados respecto a sus planes de estudiar posgrado</i>	35
Tabla 1.22 <i>Opinión de egresados respecto a su nivel de inglés</i>	35
Tabla 1.23 <i>Opinión de egresados sobre la contribución del plan de estudios a sus competencias laborales</i>	36

Tabla 1.24 <i>Opinión de egresados sobre la concordancia de sus estudios en la LF y su actividad laboral</i>	36
Tabla 1.25 <i>Opinión de los egresados sobre fundamentos sobresalientes en la carrera</i>	37
Tabla 1.26 <i>Opinión de los egresados sobre aspectos sobresalientes de la carrera</i>	37
Tabla 1.27 <i>Sugerencias de egresados para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje</i>	38
Tabla 1.28 <i>Objetivos del Análisis de oferta y demanda</i>	41
Tabla 1.29 <i>Oferta de Programas iguales a la Licenciatura en Física en México</i>	43
Tabla 1.30 <i>Oferta de Programas afines a la LF en México</i>	45
Tabla 1.31 <i>Porcentaje de crecimiento de la matrícula de LF (2018-2019 a 2022-2023)</i>	47
Tabla 1.32 <i>Oferta de Programas iguales o afines a la LF en España</i>	49
Tabla 1.33 <i>Oferta de Programas iguales o afines a la LF en Argentina</i>	51
Tabla 1.34 <i>Oferta de Programas iguales o afines a la LF en Chile</i>	52
Tabla 1.35 <i>Oferta de Programas iguales o afines a la LF en Colombia</i>	53
Tabla 1.36 <i>Objetivos del Análisis de la profesión y su prospectiva</i>	64
Tabla 1.37 <i>Objetivos del Análisis comparativo de programas educativos</i>	78
Tabla 1.38 <i>Programas Educativos Nacionales iguales a LF</i>	80
Tabla 1.39 <i>Programas Educativos Internacionales iguales a LF</i>	92
Tabla 1.40 <i>Objetivos del Análisis de organismos nacionales e internacionales</i>	101

Índice de Tablas, Sección II

Tabla 2.1 <i>Objetivos generales y específicos de los estudios en la Evaluación interna</i>	113
Tabla 2.2 <i>Participantes de la Evaluación externa e interna del Programa Educativo de la LF</i>	114
Tabla 2.3 <i>Características generales de la muestra de académicos</i>	114
Tabla 2.4 <i>Características generales de la muestra de egresados</i>	115
Tabla 2.5 <i>Sector económico del empleo de los egresados</i>	116
Tabla 2.6 <i>Características generales de la muestra de empleadores</i>	116

Tabla 2.7 <i>Elementos estructurales de la Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo</i>	119
Tabla 2.8 <i>Elementos del perfil de ingreso de la LF</i>	121
Tabla 2.9 <i>Indicadores y estadísticas de estudiantes de la LF</i>	123
Tabla 2.10 <i>Cuerpos colegiados institucionales de la FC</i>	124
Tabla 2.11 <i>Descripción de elementos estructurales de la Evaluación del currículo</i>	125
Tabla 2.12 <i>Competencias generales de las etapas de formación de la LF</i>	126
Tabla 2.13 <i>Distribución de asignaturas por áreas del conocimiento de la LF</i>	128
Tabla 2.14 <i>Distribución de los créditos por etapa de formación y tipo de asignatura del programa de LF</i>	129
Tabla 2.15 <i>Asignaturas del área de conocimiento Física</i>	130
Tabla 2.16 <i>Asignaturas del área de conocimiento Matemáticas</i>	131
Tabla 2.17 <i>Asignaturas del área de conocimiento Computacional</i>	131
Tabla 2.18 <i>Asignaturas del área de conocimiento Social</i>	132
Tabla 2.19 <i>Asignaturas del área de conocimiento Experimental</i>	133
Tabla 2.20 <i>Descripción de elementos estructurales de la Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa educativo</i>	136
Tabla 2.21 <i>Rezago por reprobación de la LF</i>	138
Tabla 2.22 <i>Deserción de la LF</i>	139
Tabla 2.23 <i>Eficiencia terminal de titulación y eficiencia de titulación por egreso en la LF</i>	140
Tabla 2.24 <i>Tipos de becas otorgadas a estudiantes de la FC</i>	142
Tabla 2.25 <i>Atención del área de Orientación Educativa y Psicopedagógica</i>	143
Tabla 2.26 <i>Descripción de elementos estructurales de la Evaluación del currículo</i>	146

Índice de Figuras, Sección I

Figura 1.1 <i>Estructura de los estudios de la Evaluación externa del programa educativo de la LF</i>	9
Figura 1.2 <i>Matrícula de LF de los últimos 5 años</i>	48

Índice de Figuras, Sección II

Figura 2.1 <i>Estructura de los estudios de la Evaluación interna del programa educativo de la LF</i>	112

Presentación

Las universidades tienen el objetivo de formar personas con las habilidades, conocimientos y actitudes necesarios para promover el desarrollo social y económico a largo plazo en cada país (Ferreyra, et al., 2017), con responsabilidad social (Vallaey, 2014). Este objetivo es conseguido a través de tres funciones principales de las universidades como son la investigación, la enseñanza y la difusión de la cultura. También, tienen la responsabilidad de formar profesionistas y especialistas requeridos en todos los sectores de la producción, que tengan la oportunidad de insertarse en el mercado laboral (Hernández-Laos et al., 2012).

En este sentido, la Universidad Autónoma de Baja California es una institución comprometida con la calidad educativa en apego a lineamientos rigurosos, sistemáticos y continuos que favorezcan los procesos educativos. Una de las tareas que se realizan es la evaluación de programas educativos con el fin de identificar las fortalezas y áreas de mejora. Este documento es una evaluación realizada al programa educativo de la Licenciatura en Física, con el propósito de brindar información que sustente la modificación o actualización del programa educativo.

La evaluación está dividida en dos secciones: Evaluación externa y Evaluación interna. Cada una está conformada por objetivos, método, resultados organizados con base en la estructura de las secciones —estudios, análisis o categorías— y conclusiones. A continuación, se detalla cada sección.

La Sección I contiene la Evaluación externa, misma que se integra por dos estudios como son la evaluación de la pertinencia social y la evaluación de referentes. Por su parte, la Sección II abarca la Evaluación interna, la cual se constituye de cuatro estudios, el primero de estos es la evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo; el segundo, corresponde a la evaluación del currículo; el tercero es el referente a la evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes del programa educativo; por último, la evaluación del personal académico, infraestructura y servicios.

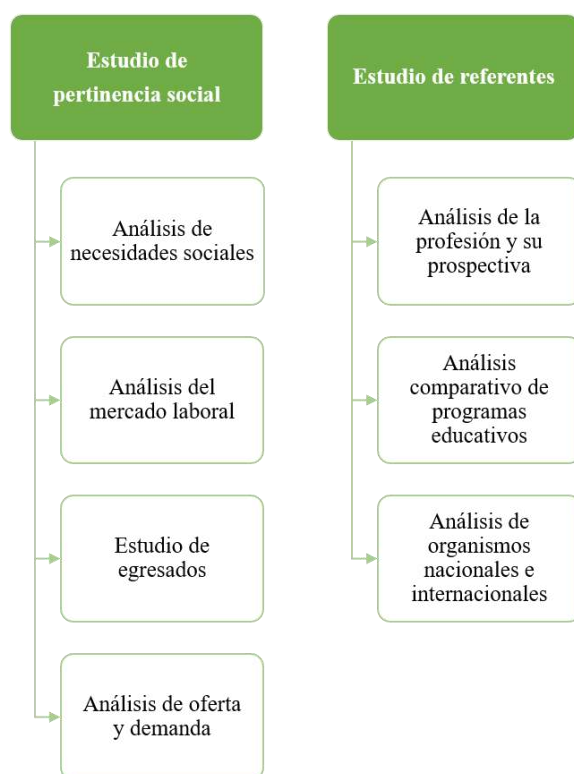
Sección I. Evaluación externa del programa educativo de Licenciatura en Física

Introducción

La Evaluación externa del programa educativo de la Licenciatura en Física (LF) se conforma de dos estudios: 1.1 Estudio de pertinencia social y 1.2 Estudio de referentes. Cada estudio compromete análisis particulares, tal como se muestra en la Figura 1.1.

Figura 1.1

Estructura de los estudios de la Evaluación externa del programa educativo de la LF



Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Objetivo general

El objetivo general de la Evaluación externa es valorar la pertinencia social del programa educativo y analizar los referentes nacionales e internacionales que fundamenten la

creación, modificación o actualización. La Tabla 1.1 muestra los objetivos generales de los dos estudios pertenecientes a esta evaluación

Tabla 1.1

Objetivos generales y específicos de los estudios en la Evaluación externa

Objetivo general	Análisis específicos
1.1 Estudio de pertinencia social	
Evaluar la pertinencia social que fundamente la creación, modificación o actualización de programas educativos de licenciatura.	1.1.1 Análisis de necesidades sociales
	1.1.2 Análisis del mercado laboral
	1.1.3 Estudio de egresados
	1.1.4 Análisis de oferta y demanda
1.2 Estudio de referentes	
Analizar referentes estratégicos donde se inscribe la profesión del programa educativo, los programas iguales o afines y los referentes nacionales e internacionales que permiten fundamentar la creación, modificación o actualización del programa.	1.2.1 Análisis de la profesión y su prospectiva.
	1.2.2 Análisis comparativo.
	1.2.3 Análisis de organismos nacionales e internacionales.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Método general

Este apartado se siguió la propuesta de Serna y Castro (2018) con el fin de sustentar la actualización o modificación del programa educativo de la LF. De esta manera, se integró una investigación documental y una investigación empírica para dar respuesta a los objetivos específicos de los dos estudios de la evaluación externa.

Participantes

Los participantes involucrados fueron una muestra no probabilística de 17 docentes de la Licenciatura en Física, 16 egresados de este programa educativo y una muestra no probabilística de 17 empleadores (ver Tabla 1.2). En los apartados específicos se proporcionará mayor información de los participantes.

Tabla 1.2*Participantes de la Evaluación interna del programa educativo de la LF*

Participantes	Población total	Muestras	
		Frecuencia	%
Docentes	28	17	60.0
Egresados	71	16	23.0
Empleadores	48	17	48.0

Materiales

- 1) Anuarios Estadísticos de Educación Superior.
- 2) Programa Sectorial de Educación.
- 3) Bases de datos: EBSCOhost, Web of Science. y Scopus.
- 4) Páginas web: Observatorio laboral del Gobierno de México, Hays, Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (Ceneval).
- 5) Metodología para realizar estudios que fundamentan la creación, modificación o actualización de programas educativos (Serna y Castro, 2018).
- 6) Cuestionario dirigido a egresados adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice B).
- 7) Cuestionario dirigido a empleadores adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice C).

Procedimiento

El procedimiento consistió en dos tipos de investigación: documental y empírica. La investigación documental comprometió el análisis de diversos documentos y páginas

institucionales en línea especializadas en la profesión de matemáticas aplicadas, algunos de estos fueron: los Anuarios estadísticos de la ANUIES (2023), el Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2022-2027 (Gobierno del Estado de Baja California, 2022), el INEGI (2021), bases de datos, y el Observatorio laboral del Gobierno de México.

La investigación empírica fue un diseño transversal de tipo descriptivo que involucró la participación de coordinadores de carrera, egresados y empleadores de la LF.

Coordinadores: se tuvo una entrevista por videoconferencia con un docente de la LF, la finalidad fue atender temas referentes a principios teóricos, programas afines y organismos reguladores para la formación en física. Posteriormente, la vía de comunicación fue el correo electrónico institucional y reuniones presenciales, medio por el cual se compartieron materiales, dudas y comentarios.

Egresados y empleadores: la aplicación de los cuestionarios se administró y supervisó por medio del *software LimeSurvey* versión 1.92+ *build* 120919. De esta forma, los cuestionarios fueron enviados y posteriormente cinco recordatorios. Asimismo, se visitó en su oficina a los empleadores que no tuvieron la posibilidad de contestar el cuestionario en línea, para verificar que la empresa o institución existiera y asegurar sus respuestas y comentarios.

El procesamiento de la información conllevó análisis descriptivos de los datos resultantes de los ítems cerrados y análisis de contenido de la información derivada de los ítems abiertos.

Resultados

Los resultados se exponen de acuerdo con la estructura de los dos estudios de la Evaluación Externa (ver Figura 1). Es importante señalar que, en el análisis de las respuestas se contó con la participación de toda la muestra.

Estudio 1.1 Evaluación de la pertinencia social

El objetivo general fue evaluar la pertinencia social que fundamente la creación, modificación o actualización de programas educativos. Para tal fin, se abordaron cuatro

análisis: 1.1.1 Análisis de necesidades sociales, 1.1.2 Análisis del mercado laboral, 1.1.3 Estudio de egresados y 1.1.4 Análisis de oferta y demanda.

1.1.1 Análisis de necesidades sociales

Objetivo

El objetivo general del este análisis es determinar las necesidades y problemáticas que atienden o atenderán los egresados de la LF. Este y los objetivos específicos se exponen en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3

Objetivos del Análisis de necesidades sociales

Objetivo general	Objetivos específicos
Determinar las necesidades y problemáticas sociales estatales, regionales, nacionales e internacionales (actuales y futuras) que atenderá o atiende el programa educativo y los egresados.	Identificar el contexto geográfico, demográfico, social, cultural, económico y político tanto regional como nacional e internacional en el que se inscribe el programa educativo.
	Analizar las necesidades y problemáticas sociales estatales, regionales, nacionales e internacionales que atenderá o atiende el programa educativo.
	Realizar un análisis prospectivo de las necesidades y problemáticas sociales que atenderá o atiende el programa educativo.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, *Universidad Autónoma de Baja California*. CC BY-NC-ND.

Metodología

Se realizó una investigación documental y un diseño no experimental. Para alcanzar los objetivos planteados se revisaron fuentes secundarias de organismos nacionales e internacionales como la OCDE, Naciones Unidas, Foro Económico Mundial, Encuesta Delloite, Oxford Internet Institute (OII), Dell Technologies, INEGI, CONEVAL, CONAPO, Encuesta de jóvenes en México, y Programa Sectorial de Educación.

Resultados

La población mundial sumó 8,000 millones de personas en el año 2022 y se estima que para el 2050 asciendan a 8,500 millones de ciudadanos. De estos, 662 millones habitan en América Latina y el Caribe, y la esperanza de vida se ubica en los 72.2 años (Naciones Unidas, 2024). En el tema económico, durante la pandemia por Covid-19, el mundo enfrentó la peor crisis económica, con afectaciones en la economía formal, el turismo, el

servicio de aviación, y la pérdida general de 400 millones de empleos. Esta situación ocasionó que más de 71 millones de personas cayeran en la categoría de pobreza extrema. En el ámbito educativo, los cierres de las escuelas dejaron sin escolarización al 90% de los estudiantes, revirtiendo años de progreso (Naciones Unidas, 2024).

De acuerdo con la OCDE (2022), el aprendizaje de adultos, también conocido como aprendizaje permanente, contribuye con las personas a progresar en sus carreras y adaptarse a un mundo incierto y cambiante. En promedio, en los países de la OCDE, el 14% de los adultos ha participado en educación y capacitación formales o no formales. El aprendizaje y la capacitación en línea están en aumento, sin embargo, serán diferentes para quienes tienen empleo o no. Los que tienen empleo están poniendo mayor énfasis en los cursos de desarrollo personal. Aquellos que están desempleados han puesto mayor interés en mejorar sus habilidades digitales, por lo que toman cursos de análisis de datos, informática y manejo de la tecnología de la información y la comunicación.

En el caso de los jóvenes, su escenario es el siguiente. En el mundo habitan 1,200 millones entre 15 y 24 años de edad. En ellos recae parte importante del desarrollo económico, político, social y cultural de sus países y del mundo. Por ello, es importante conocer las condiciones en que viven y las oportunidades que requieren. En este sentido, la “Encuesta Deloitte”, que analiza periódicamente las inquietudes de los jóvenes de 46 países, reveló que sus mayores preocupaciones son las finanzas diarias y el no poder jubilarse cómodamente. Cuando se trata de elegir un nuevo empleo, buscan el equilibrio entre trabajo y vida personal, así como oportunidades de aprendizaje y desarrollo. En el cuidado del medio ambiente, la gran mayoría de los jóvenes se esfuerzan por reducir su impacto personal. Desde su punto de vista, las empresas y los gobiernos no están tan comprometidos, y presionan a sus propios empleadores para que tomen medidas en beneficio del medio ambiente. En el tema de la salud mental, los niveles de estrés y agotamiento son altos, más aún en las mujeres, y se complica la retención para los empleadores (Deloitte, 2022).

Contexto nacional

En la República Mexicana habitan 126,014,024 de personas, el 51.2% son mujeres y el 48.8% son hombres. La edad mediana es de 29 años (INEGI, 2020). La esperanza de vida hacia el 2050 será de 76.7 años en los hombres y de 82.6 años para el caso de las mujeres. Se prevé un incremento de la población mayor de 65 años y representarán el 16.8% para el año 2050. Esto significará un doble reto para el gobierno y la sociedad mexicana. Por un lado, la cobertura de pensiones y, por el otro, la generación de condiciones para que se mantengan activos, saludables e independientes (CONAPO, 2019).

De acuerdo con el INEGI (2020) en el área educativa, los grupos que más asistieron a la escuela fueron de 6 a 11 años (95.5%), y el grupo de 12 a 14 años (90.5%). En contraparte, los grupos de edad que menos asistieron al nivel educativo correspondió a los niños y niñas de 3 a 5 años (63.3%), así como el grupo de 15 a 24 años (45.3%) en edad de cursar la educación media superior y superior. El rezago educativo en México, para el año 2020, fue del 19.2% el equivalente a 24.4 millones de personas (CONEVAL, 2022).

En el rubro económico para el año 2022, la población económicamente activa en México fue de 59.6 millones de personas. El ingreso corriente promedio al mes de los hogares mexicanos presentó ciertas diferencias, por ejemplo, en el decil más alto el ingreso fue de 54,427 pesos/mes, en el medio 11,122 pesos/mes, y en el bajo 3,312 pesos/mes. Por su parte, el mayor gasto corriente monetario promedio mensual es en alimentos, bebidas y tabaco (3,793 pesos); seguido de transporte y comunicaciones (1,850 pesos); vivienda y combustible (1,905 pesos); y educación y esparcimiento y cuidados personales (770 pesos). En lo que menos se gasta es en vestido y calzado (297 pesos) [INEGI, 2020].

El pronóstico para la población en edad de trabajar (30 a 64 años) pasarán del 43.8% en 2030, al 45.8% en el año 2050. Los esfuerzos de política pública deberán encaminarse hacia la generación de condiciones que les permita gozar de un retiro digno de la actividad laboral y servicios de salud (CONAPO, 2019).

El porcentaje de la población mexicana en situación de pobreza para el año 2020 fue de 43.9%. Los estados de Chiapas (75.5%), Guerrero (66.4%), Puebla (62.4%) y Oaxaca (61.7%) presentan un porcentaje alto de su población en esta condición. En contraparte, se encuentran los estados de Baja California (22.5%), Nuevo León (24.3%), Chihuahua

(25.3%), y Coahuila (25.6%). En el caso de la pobreza extrema, el porcentaje de personas que viven en esta condición en México es del 8.5%. De acuerdo con el CONEVAL, la emergencia sanitaria derivada de la pandemia por Covid-19 aumentó los desafíos en salud, educación y alimentación de los mexicanos. Por lo tanto, entre los principales retos de política pública estarán la recuperación del ingreso de las personas y la atención a grupos y regiones más afectados.

En cuanto a los jóvenes mexicanos, acontece lo siguiente. En México viven 30.7 millones y representan el 24.6% de la población (INEGI, 2020). En la Encuesta de jóvenes en México 2019, realizada por la Fundación SM, se mencionó que el trabajo es la principal actividad de los jóvenes de entre 23 y 29 años (60%). Entre aquellos que trabajan, el 24.5% son empleados, el 7.7% tiene trabajo informal, y el 6.5% tiene negocio propio. Además, una quinta parte de los jóvenes de hasta 22 años (21%) realizan doble actividad, es decir, estudian y trabajan. Entre los principales motivos para trabajar se encuentran: ayudar a mantener a la familia (36%), tener más dinero para gastos personales (17.1%), contar con suficientes recursos para estudiar (14.5%) o independizarse (13.1%). El 33.8% tuvo un ingreso mensual de 3,100 pesos o menos, y el 32.7% entre 3,101 y 5000 pesos (Fundación SM, 2019).

Lo que más importa a los jóvenes mexicanos es su familia (58.3%), la salud (55.7%) y ganar dinero (51.8%). En contraparte, lo que menos les importa es la política (23.9%) y la religión (22.5%). En su tiempo libre, el recurso que más utilizan los jóvenes de entre 15 y 29 años es el internet (72%). Los dispositivos que más utilizan son el teléfono celular (76.7%) y la computadora (16.8%). Las principales actividades que realizan cuando navegan en internet son usar redes sociales como Facebook, Twitter o Instagram (58.9%), y comunicarse vía WhatsApp y Messenger (51.9%). Las actividades que realizan con mayor frecuencia son escuchar música (66%), ver televisión (65%), estar con pareja o familia (61%), amigos (55%) y leer (55%). Aquéllas que menos realizan son viajar (28.5%), hacer trabajo voluntario (29%), asistir a museos, exposiciones o espectáculos en vivo (32%) (Fundación SM, 2019).

Problemáticas y necesidades sociales que la profesión ayudará a resolver

La Física atiende diversas necesidades sociales, principalmente las relacionadas con: (a) la investigación científica, impulsando el avance del conocimiento, investigación fenómenos del universo y el entendimiento desde las partículas subatómicas hasta la cosmología; (b) la educación y formación científica, representa una función esencial en la educación debido a que dotan de conocimientos científicos a estudiantes de distintos niveles educativos; (c) desarrollo tecnológico, los físicos también son parte fundamental en la innovación tecnológica que ayuda a mejorar la calidad de vida de las personas en áreas como la medicina, electrónica, telecomunicaciones, informática y energía; (d) la resolución de problemas globales, la física contribuye con el desarrollo de energías limpias, optimización de recursos y mitigación del impacto ambiental; (e) el desarrollo industrial y económico; y (f) salud y medicina, los físicos colaboran en el desarrollo y perfeccionamiento de tecnología de diagnóstico como la resonancia magnética, rayos-X y de tratamientos oncológicos como la radioterapia. En países como Estados Unidos de Norteamérica, los físicos también se incorporan en empleos gubernamentales, ya sea en laboratorios nacionales o centros de investigación militar (Grant et al., 2022; MIT, 2024; WEF, 2024).

Conclusiones de las Necesidades sociales

- En el mundo habitan 8,000 millones de personas, en América Latina viven 662 millones y la esperanza de vida es de 72.2 años.
- El aprendizaje y la capacitación en línea de los adultos están en aumento, quienes trabajan prefieren cursos de desarrollo personal y los desempleados optan por cursos de análisis de datos, informática y manejo de las TIC.
- Los jóvenes prefieren un empleo que compagine con su vida personal, se preocupan por las finanzas diarias, la jubilación y el medio ambiente (Deloitte, 2022)
- En México habitan 126,014,024 personas, el 51.2% son mujeres y el 48.8% hombres; la edad media es de 29 años (INEGI, 2020).

- Hacia el 2050 se prevé un incremento del 16.8% en la población mayor de 65 años (CONAPO, 2019).
- La población económicamente activa fue de 59.6 millones de personas en el año 2022, el ingreso promedio mensual oscila entre \$54,427^{oo} y los \$3,312^{oo} pesos (INEGI, 2020).
- El mayor porcentaje de la población mexicana en condiciones de pobreza se presentó en Chiapas, Guerrero, Puebla y Oaxaca. Mientras el menor porcentaje se dio en Baja California, Nuevo León, Chihuahua y Coahuila.
- En México habitan 30.7 millones de jóvenes y representó el 24.6% de la población (INEGI, 2020).
- El trabajo es la principal actividad de los jóvenes entre 23 y 29 años de edad.
- El recurso que más utilizan los jóvenes de 15 a 29 años es el teléfono celular (76.7%).
- El uso de la inteligencia artificial está en aumento en la vida cotidiana de las personas (OII, 2023).
- Sin embargo, el 50% de la población no tiene acceso a la misma, se requiere crear contenido digital y aplicaciones acordes a las necesidades locales y la seguridad digital es un tema pendiente (Naciones Unidas, 2019).
- La Física atiende diversas necesidades sociales, principalmente las relacionadas con la investigación científica, la educación y formación científica, desarrollo tecnológico, la resolución de problemas globales como el cambio climático, el desarrollo industrial y económico; y salud y medicina.

1.1.2 Análisis del mercado laboral

Objetivos

El objetivo general del análisis del mercado laboral es determinar las necesidades y problemáticas del mismo que atiende y atenderán los egresados de la LF en la actualidad y en el futuro. La Tabla 1.4 presenta los objetivos comprometidos en este análisis.

Tabla 1.4

Objetivos del Análisis del mercado laboral

Objetivo general	Objetivo específico
Determinar las necesidades y problemáticas (actuales y futuras) del mercado laboral (estatal, regional, nacional y global) que atenderá o atiende el egresado del programa educativo.	Analizar el mercado laboral actual y futuro donde se insertará el egresado del programa educativo. Identificar los requerimientos del mercado laboral, en términos del perfil que debe tener el egresado.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Metodología

El tipo y diseño de investigación que se realizó en esta apartado es una investigación documental y una investigación empírica. La investigación documental permitirá analizar el mercado laboral actual y futuro en donde se insertará el egresado de la LF. La investigación empírica permitirá identificar y analizar los requerimientos del mercado laboral y determinar el perfil que debe tener el egresado de la LF (Serna y Castro, 2018).

Para realizar la investigación documental se revisó la información disponible en las páginas web de diversos organismos nacionales e internacionales, tales como el Foro Económico Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, Dell Technologies, EBV Consulting & Learning, Observatorio laboral, CONAHCYT e INEGI.

En lo referente a la investigación empírica se detallan las respuestas al Cuestionario para empleadores de la UABC.

Resultados

La transformación digital, es una de las megatendencias a desarrollarse en la próxima década, la cual continuará impactando la vida de las personas y las empresas. Las empresas incorporan estas tecnologías digitales en todas las áreas con la finalidad de mejorar sus modelos de negocios, procesos, operaciones y la experiencia de sus clientes

con valor personalizado (EBV Consulting & Learning, 2023). Algunos líderes empresariales consideraron que algunas tareas de las compañías podrán delegarse a las tecnologías digitales como la gestión del inventario, la administración financiera, la logística, administración de reuniones o entrada de datos, el diseño de productos y el servicio al cliente (Dell Technologies, 2018).

Las carreras que se combinan con una especialización digital tendrán una alta demanda en el mercado laboral. En este sentido, el Foro Económico Mundial (2021) especificó que, los trabajos de alta demanda en México apuntan hacia especialistas en inteligencia artificial, analistas de seguridad de la información, directores de proyectos y científicos de datos.

En lo referente al grupo de habilidades que demandan las empresas de los profesionistas incluye las siguientes: pensamiento crítico y analítico, resolución de problemas complejos, autogestión y aprendizaje activo, resiliencia, tolerancia al estrés y flexibilidad (Foro Económico Mundial, 2021). Así como la competitividad, creatividad e innovación, dominio de idiomas, conocimientos de informática y tecnología, capacidad para gestionar y coordinar (Observatorio laboral, 2024).

De acuerdo con la encuesta nacional de ocupación y empleo (ENOE), en el primer trimestre del año 2024, el área de conocimiento de Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística obtuvo el tercer ingreso mensual más alto entre diez áreas, lo cual equivale a los \$16,604^{oo} pesos (Observatorio laboral, 2024). De manera particular, los profesionistas ocupados con Licenciatura en Física sumaron 16,400 (el 81.0% son hombres y el 19.0% mujeres) y ganaron un promedio de 18,537^{oo} pesos mensuales (Observatorio Laboral, 2024).

En el caso de contrataciones en empresas, el observatorio laboral informó que la tendencia apunta hacia una mayor contratación en las pequeñas y medianas empresas (PyMES), más que en las grandes o multinacionales. Así, todos aquéllos que buscan empleo deberán considerar a este tipo de empresa. En lo que respecta al sector público, el tipo de contratación muestra una propensión hacia la contratación temporal y por honorarios, más que por tiempo indefinido o por plazas (Observatorio laboral, 2024).

Otra de las opciones laborales para los egresados de LF es la docencia. De esta manera, en Baja California existen 480 escuelas secundarias y 187 preparatorias en las cuales los egresados de esta profesión podrían emplearse como docentes de ciencias (SEP, 2024). De acuerdo con los datos de la ENOE para el primer trimestre del 2024, en el sector económico de educación y salud, el 90.4% son trabajadores subordinados y remunerados; principalmente trabajan para el Gobierno mexicano, obteniendo un ingreso promedio mensual de \$8,915^{oo} pesos (Observatorio laboral, 2024)

Los egresados de la LF también tienen la opción de continuar con estudios de posgrado. La beca nacional de manutención mensual para cursar estudios maestría es de \$14,852³⁹ pesos y en el caso del doctorado es de \$19,803¹⁸ pesos (CONAHCYT, 2024). Una vez que finalizan los estudios de posgrado, los egresados de la LF podrán desempeñarse como Investigadores de tiempo completo en alguna universidad pública a nivel nacional (o internacional). En México, el CONAHCYT otorga estímulos económicos a los profesionistas que hayan adquiridos los estudios de doctorado y que se encuentren realizando investigación de alto impacto. Dichos estímulos se otorgan como parte del reconocimiento adquirido dentro del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras, cuyos niveles y montos adquiridos son los siguientes: Candidato (a) a Investigadora o Investigador, tres veces el valor mensual de la UMA; Nivel 1, seis veces el valor mensual de la UMA; Nivel 2, ocho veces el valor mensual de la UMA; Nivel 3, catorce veces el valor mensual de la UMA; e Investigador(a) Nacional Emérito, catorce veces el valor mensual de la UMA (CONAHCYT, 2023). Es decir, los egresados de la LF pueden optar por transitar una carrera académica que les ofrece la oportunidad de realizar investigación científica y obtener un sueldo competitivo.

Resultados del Estudio a empleadores

I. Datos generales

En la aplicación del cuestionario para empleadores participó el 32% de la población total a quienes se envió el cuestionario. La estructura del cuestionario consiste en tres apartados: Datos generales, Pertinencia del plan de estudios y Desempeño laboral de los egresados de

la LF. Respecto a los datos generales de la muestra de empleadores, 82.0% eran del sexo masculino y 18.0% del sexo femenino. El nivel máximo de estudios del 62.5% de los empleadores correspondió a Doctorado; y, la empresa u organización en la que laboraban el 50.0% pertenecía al sector público (ver Tabla 1.5).

Tabla 1.5

Características generales de la muestra de empleadores

Ítem	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	1	18.0
	Masculino	7	82.0
Máximo nivel de estudios	Licenciatura	2	25.0
	Maestría	1	12.5
	Doctorado	5	62.5
Sector al que pertenece la empresa u organización	Público	4	50.0
	Privado sin ánimo de lucro (Asociación)	4	50.0
	Privado	0	0
	Otro	0	0

II. Pertinencia del plan de estudios

Los empleadores opinaron respecto al nivel de formación en teoría, habilidades prácticas y competencias contextualizadas al mercado laboral de los egresados de la LF. En este sentido, el 50.0% consideró excelente el nivel de formación en conocimientos teóricos de los egresados de la LF. De igual forma, el 62.5% opinó que las habilidades prácticas son aceptables. Mientras tanto, el 62.5% valoró aceptables las competencias contextualizadas al campo laboral (ver tabla 1.6).

Tabla 1.6

Opinión de empleadores sobre el nivel de formación

Ítem					
Considero que los egresados en la carrera de LF tienen un nivel de formación en					
Respuestas (%)					
	Pésimo	Deficiente	Mejorable	Aceptable	Excelente
Conocimientos teóricos	0	0	0	50.0	50.0
Habilidades prácticas	0	0	12.5	62.5	25.0
Competencias contextualizadas al campo laboral	0	0	0	62.5	37.5

A este respecto, también se preguntó a las instituciones educativas del posgrado sobre el nivel de formación en conocimientos específicos de la física, obteniéndose de manera general un nivel aceptable, tal como se puede observar en el desglose de respuestas de la tabla 1.7.

Tabla 1.7

Opinión de empleadores sobre el nivel de formación en conocimientos específicos

Ítem					
Considero que los egresados en la carrera de LF tienen un nivel de formación en...					
	Respuestas (%)				
	Pésimo	Deficiente	Mejorable	Aceptable	Excelente
Mecánica clásica	0	0	25.0	75.0	0
Electromagnetismo	0	0	0	75.0	25.0
Mecánica cuántica	0	0	25.0	50.0	25.0
Mecánica estadística	0	0	25.0	75.0	0
Termodinámica	0	0	25.0	75.0	0
Óptica	0	0	25.0	50.0	25.0
Física atómica y nuclear	0	0	25.0	75.0	0
Relatividad especial	0	0	25.0	75.0	0

En cuestión del cumplimiento del perfil de egreso, el 87.5% de los empleadores consideró estar totalmente de acuerdo respecto a que los egresados que laboran en su empresa cumplen con el perfil de egreso de la LF (ver tabla 1.8).

Tabla 1.8

Opinión de empleadores sobre el cumplimiento del perfil de egreso de LF

Ítem	
Los egresados que laboran en su empresa u organización cumplen con el perfil de egreso de la LF ^a :	
	Respuestas (%)
Totalmente de acuerdo	87.5
De acuerdo	12.5
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0
En desacuerdo	0
Totalmente en desacuerdo	0

Nota. ^a El cuestionario enunciaba las competencias del perfil de egreso de la LF.

Asimismo, el 75.0% de los empleadores están de acuerdo en que la formación profesional de los egresados de la LF es acorde a las demandas actuales del mercado laboral o que demanda el posgrado. Asimismo, el 62.5% se mostró totalmente de acuerdo respecto a que

esta formación es acorde a las demandas futuras del mercado laboral o para cursar los estudios de posgrado con éxito (ver tabla 1.9).

Tabla 1.9

Opinión de empleadores respecto al cumplimiento de las demandas del mercado laboral

Ítems	Respuestas (%)				
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<i>La formación profesional de los egresados de la LF es acorde a las demandas del mercado laboral/posgrado...</i>					
Actual	--	--	--	25.0	75.0
Futuro	--	--	--	37.5	62.5

De manera consecutiva, se solicitó a los empleadores que justificaran su respuesta a las dos preguntas anteriores. Así, se especifican los comentarios emitidos. Los empleadores del sector empresarial destacaron que los egresados de física serán importantes en el futuro dadas las habilidades y conocimientos adquiridos se pueden utilizar en las empresas para resolver los diversos problemas; asimismo se destacó que México está creciendo y requiere incursionar en campos de la ciencia y tecnología, para aplicarlos a los servicios, la manufactura, la agricultura, comunicaciones. Por su parte, las instituciones educativas que ofrecen posgrado destacaron que, los estudiantes de física son más proclives a la disciplina e independencia para enfocarse en problemas y resolverlos.

Asimismo, se obtuvieron comentarios puntuales para reforzar en los estudiantes el “pensamiento analítico, creatividad para generar ideas, conocimiento de herramientas teóricas, computacionales y experimentales, y capacidad de enfocar problemas.”

Por último, se solicitaron comentarios o sugerencias de utilidad para favorecer la formación profesional de excelencia de los estudiantes de este programa educativo.

Enseguida se muestran los más sobresalientes:

- “En mis años trabajando en esta empresa he visto que hay muchos estudiantes que hacen sus prácticas profesionales o servicio sociales de muchas ingenierías, pero en realidad son muy pocos o casi ningún estudiante de la escuela de física, creo que los estudiantes de física van más por seguir su crecimiento académico que incorporarse al mercado laboral, esto es muy bueno, pero impide que se conecten con la industria.”
- “Más matemáticas, más tiempo de clases, exigirles excelencia a los alumnos, a los directivos, a los maestros, vincularlos con la población local, para empezar.”
- “A comparación de estudiantes de otras facultades de UABC, en mi opinión, los físicos de la facultad de ciencias llegan bien preparados con conocimientos y habilidades para el posgrado en Nanociencias. Se les notan deficiencias en su responsabilidad para realizar trámites y cumplir en tiempo y forma con tareas. Puede mejorar su disciplina y dedicación al trabajo académico.”
- “Para un egresado de la licenciatura en Física es indispensable tener la capacidad de plantear modelos en un papel, considero que las nuevas generaciones están perdiendo la capacidad de bajar una idea y plasmarla en un papel o en una pantalla táctil (dispositivo electrónico). Si bien es cierto que aprenden de otra manera, que tienen la capacidad de manejar más información, deben trabajar mucho con la forma de clasificarla, validarla y trabajarla. Otra cosa que me parece muy importante, es diferenciar el trabajo creativo del racional. Ejemplo: Si un estudiante va a escribir un artículo, debe ser consciente si va a ser gráficas o va a discutirlos; la primera es trabajo creativo, la segunda es racional. El mayor problema que tienen los estudiantes hoy en día, es una gran dificultad para enfocar, terminando por procrastinar la labor de escribir o reportar resultados. También es importante las habilidades experimentales. Tienen la ansiedad de hacer los experimentos sin pensar demasiado; les cuesta entender que en un proyecto de investigación es muy diferente a una práctica de laboratorio, que no sabemos que resultará, por eso la importancia de ir acotando el experimento, para caminar en terreno seguro, hasta contestar lo que estemos buscando; un reto con las nuevas generaciones, tienen

demasiada prisa. Aunque las TIs han cambiado, los pasos del método científico, no han cambiado y no podemos saltarnos ese paso.”

Conclusiones del Mercado laboral

- Entre las mega tendencias a desarrollarse hacia el año 2030 se enlistan la transformación digital que impactará a nivel personal y empresarial; las empresas requerirán personal especializado que contribuya a transformarse en un negocio digital (Dell Technologies, 2018).
- El grupo de habilidades que requieren mejorarse hacia el 2025 son: pensamiento crítico y analítico, resolución de problemas complejos, autogestión y aprendizaje activo, resiliencia, tolerancia al estrés y flexibilidad; competitividad, creatividad e innovación, conocimientos de informática y tecnología, capacidad de gestión y coordinación de proyectos (Foro Económico Mundial, 2021; Observatorio Laboral, 2024).
- Las carreras que se combinan con una especialización digital tendrán una alta demanda laboral.
- En México, los profesionistas del área de conocimiento de Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística obtuvieron el ingreso mensual más alto entre diez áreas, lo cual equivale a los \$16,745⁰⁰ pesos (Observatorio Laboral, 2024).
- De manera particular, los profesionistas ocupados con licenciatura Física ganaron un promedio \$15,542⁰⁰ pesos mensuales (Observatorio Laboral, 2024).
- En el sector educativo, el sueldo mensual estimado es de \$8,874⁰⁰ pesos.
- Los egresados de la LF también pueden optar por los estudios de posgrado, por lo cual obtendrían una beca de manutención, en Maestría de \$14,852³⁹ pesos.

- Las tendencias en contrataciones en el sector privado serán hacia las pequeñas y medianas empresas; mientras en el sector público serán por honorarios y temporales.
- Entre las respuestas al Cuestionario de empleadores de la UABC, el 35% estuvieron de acuerdo en que la formación profesional de los egresados de la LF corresponde con las exigencias actuales del mercado laboral. Sin embargo, las opiniones se dividen al considerar esta formación acorde con las demandas del mercado laboral futuro. De manera puntual, la recomendación se inclina a dotar a los estudiantes de más conocimientos sobre el uso y manejo de bases de datos, así como habilidades tecnológicas.
- De acuerdo con los empleadores encuestados, la demanda laboral de LF se vislumbra alta, debido a que los egresados de física serán importantes para resolver diversos problemas.
- Los empleadores del sector empresarial subrayaron que México está creciendo y requiere incursionar en campos de la ciencia y tecnología, para aplicarlos a los servicios, la manufactura, la agricultura, y las comunicaciones. Por su parte, las instituciones educativas que ofrecen posgrado destacaron que, los estudiantes de la licenciatura en física son más inclinados a la disciplina y muestran independencia para enfocarse en problemas y resolverlos. Sin embargo, los empleadores también comentaron que es necesario reforzar el pensamiento analítico, la creatividad para generar ideas, así como los conocimientos y herramientas teóricas, computacionales y experimentales.

1.1.3 Estudio de egresados

Objetivos

El objetivo general del estudio de egresados fue analizar las experiencias de los egresados de la LF según su desempeño en el mercado laboral para retroalimentar el programa educativo (ver Tabla 1.10).

Tabla 1.10

Objetivos del Estudio de egresados

Objetivo general	Objetivo específico
Analizar las expresiones de los egresados de acuerdo con su desempeño en el mercado laboral con la finalidad de retroalimentar el programa educativo.	Identificar la situación sociodemográfica y laboral de los egresados del programa educativo.
	Explicar el nivel de satisfacción de los egresados con la formación recibida, para resolver necesidades y problemáticas del mercado laboral y de la sociedad.
	Estimar la relación de las diversas modalidades de aprendizaje con la formación integral del egresado.
	Identificar el interés del egresado por su desarrollo profesional.
	Establecer las nuevas competencias predominantes y emergentes requeridas por el mercado laboral.
	Analizar las recomendaciones de los egresados para mejorar el programa educativo.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Metodología

El tipo y diseño de investigación realizado en este estudio corresponde con una investigación empírica, por lo que se aplicó el Cuestionario para egresados de la UABC. A continuación, se desglosan los principales resultados.

Participantes

Participó el 27% los egresados de LF, de los cuales 13 (43.3%) pertenecen al sexo femenino y 17 (56.6%) al sexo masculino. El rango de edad con mayor frecuencia fue de 26 a 30 años (33.3%). En cuanto al lugar de residencia, 18 egresados (60.0%) indicaron residir en Baja California, tres de ellos viven en otro estado de la República mexicana (10.0%) y 9 egresados (30.0%) se alojan en otro país. Por otra parte, 19 egresados (63.3%) señalaron su estado civil soltero(a) (ver Tabla 1.11).

Tabla 1.11

Características generales de la muestra de egresados

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Masculino	17	56.6
	Femenino	13	43.3
Edad	25 años o menos	7	23.3
	26-30 años	10	33.3
	31-35 años	6	20.0
	36-40 años	3	10.0

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
	41-45 años	1	3.3
	46-50 años	2	6.6
	51-55 años	0	--
	56 años o más	1	3.3
Nacionalidad	Mexicana	30	100
	Extranjero	0	--
Lugar de residencia actual	Baja California	18	60.0
	Otro estado de la república mexicana	3	10.0
	Fuera de México	9	30.0
Estado civil	Casado(a)	5	16.6
	Soltero(a)	19	63.3
	Divorciado(a)	2	6.6
	Unión libre	4	13.3
Hijos	Sí	4	13.3
	No	26	86.6

Resultados

El perfil de egreso de la Licenciatura en Física es el profesional que:

“aplica las teorías fundamentales que rigen el universo físico para resolver problemas en los sectores público y privado en los ámbitos: local, estatal, regional, nacional e internacional. Adicionalmente, maneja el lenguaje de las matemáticas, técnicas experimentales y computacionales, así como las herramientas metodológicas adecuadas para explicar los fenómenos de la naturaleza con rigor y disciplina científica (UABC, 2017, p. 68).

Por lo tanto, el Plan de estudios 2017 de la Licenciatura en Física estipula que un egresado de esta licenciatura desarrollará las siguientes competencias:

- Resolver problemas de física mediante la utilización de métodos analíticos para explicar y comprender los fenómenos de la naturaleza, con responsabilidad y honestidad, en los ámbitos local, nacional e internacional.
- Aplicar el lenguaje de las matemáticas utilizando los principios fundamentales de la física para resolver problemas vinculados con las propiedades de la materia, la energía y sus interacciones, con rigor científico.

- Desarrollar y utilizar programas computacionales aplicando los principios fundamentales de la física para la simulación o modelado de procesos físicos, con responsabilidad y honestidad.
- Diseñar e implementar dispositivos experimentales, mediante la aplicación de métodos y técnicas apropiadas para resolver problemas del área de física, con honestidad, trabajo en equipo, respeto a las medidas de seguridad y al medio ambiente.

Situación laboral de los egresados de LF

Respecto a la ocupación laboral, del total de la muestra 23 de ellos (76.6%) se encontraban laborando; de los cuales 17 (56.6%) ejercen su profesión, y en el caso de seis egresados (20.0%) el empleo no se relaciona con su carrera. Los egresados que se emplearon al finalizar los estudios fueron 18 (60.0%). Asimismo, 4 (13.3%) trabaja de manera independiente y 26 (86.6%) forman parte de una empresa. En relación con el tipo de sector económico al que pertenece la empresa en que laboran, 10 egresados (33.3%) mencionaron se encuentran en investigación y 8 al sector educativo (26.6%) (ver Tabla 1.12).

Tabla 1.12

Sector económico del empleo de los egresados

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sector económico al que pertenece la empresa o institución en que trabaja:	Investigación	10	33.3
	Educación	8	26.6
	Industria	4	13.3
	Salud	2	6.6
	Servicios profesionales	2	6.6
	Alimentos y bebidas	1	3.3
	Otro	5	16.7

El 100% de los egresados indicó el nombre del centro donde laboran y señaló la actividad que realizaban, es importante mencionar que algunos de estos no trabajan o no realizan labores acordes a la licenciatura en física. En la Tabla 1.13 se presentan las empresas y la descripción de las labores mencionadas por los egresados.

Tabla 1.13

Nombre de las empresas y descripción de labores del escenario de trabajo de los egresados de LF

Nombre de la empresa	Descripción de labores
UABC	Docencia/Investigación científica.
UNAM (Nanociencias, Astrofísica)	Investigación científica.
CICESE	Trabajando en el control de inventario.
University of Carolina San Diego	Asistente docente, investigación científica.
Universidad de Guadalajara	Investigación científica.
AccionLabs	Líder técnico de equipos de ingeniería en computación.
Instituto de Física Teórica UAM-CSIC.	Contrato temporal de investigadora a tiempo completo (doctoranda).
Sonora Institute	Hidrólogo. Aforos hidráulicos, piezometrías, medición de parámetros fisicoquímicos, procesamiento, análisis, interpretación y reporte de datos.
Amazon	Senior Software Development Engineer: Desarrollo de servicios web y algoritmos para el reconocimiento de acciones y productos en Amazon Go.
Amazon	Mejorar la manera en la que Alexa entiende las preguntas de los usuarios.
Instituto IMDEA nanociencia	Investigador Posdoctoral
--	Desarrollo de dispositivos médicos.
Xochicalco	Docencia de física y matemáticas.
UNIDEP	Docencia de física a nivel ingeniería.
ISEP	Docencia de física a nivel secundaria.
TECMILENIO	Docencia a nivel preparatoria.

Con referencia al ingreso mensual recibido en el empleo. El 46.6% de los egresados, el porcentaje más alto, recibe más de \$20,000 pesos, mientras el 23.3% ganan entre 5,000 y 7,000 pesos, este último rango de ingresos corresponde a los egresados que indicaron no tener trabajo o realizan labores que no se relacionan con la LF (ver Tabla 1.14). Así, el 56.6% de los egresados estimó que sus ingresos son suficientes para cubrir sus necesidades, ante el otro 43.3% que los consideró insuficientes. Además, el 53.3% destacó posibilidades de ascenso en su trabajo, el 23.3% no tiene oportunidades de ascenso.

Tabla 1.14

Ingresos mensuales de los egresados de LF

Ítem
Indique su ingreso mensual neto actual (incluyendo bonos y prestaciones):

	%
Más de 20,000 pesos	46.6
Entre 17,000 y 20,000 pesos	3.3
Entre 13,000 y 16,000 pesos	6.6
Entre 9,000 y 12,000 pesos	20.0
Entre 5,000 y 8,000 pesos	23.3

Respecto al grado de estudios para el empleo, el 40.0% de los egresados consideró que los estudios de maestría son adecuados para su trabajo actual, mientras el 26.6% indicó que el doctorado es requerido en su empleo (ver Tabla 1.15).

Tabla 1.15

Nivel de estudios requerido en el empleo

Ítem	
En su opinión, ¿cuál es el nivel de estudios más adecuado para su trabajo actual?	
	%
Licenciatura	23.3
Maestría	40.0
Doctorado	26.6
No se requieren estudios	10.0

En lo referente a los métodos de enseñanza-aprendizaje, el 60.0% de los egresados comentó que la enseñanza de teorías, conceptos o paradigmas fue el más utilizado; el 80.0% consideró que la realización de exámenes de preguntas abiertas; el 56.6% apreció que los trabajos escritos fueron los métodos de enseñanza-aprendizaje utilizados con mayor ímpetu en su carrera; mientras el 53.3% consideraron que el profesor es la principal fuente de información. En contraparte, el 43.3% opinó que las prácticas en empresas se enfatizaron poco (ver tabla 1.16). Por otro lado, el 50.0% de los egresados consideró muy buena la calidad del grupo de docentes de la LF.

Tabla 1.16

Métodos de enseñanza-aprendizaje utilizados en la LF

Ítems	Respuestas (%)				
	Nada	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
<i>¿En qué medida se hizo énfasis en su carrera en los siguientes métodos de enseñanza-aprendizaje?</i>					
Asistencia a clase	3.3	16.6	26.6	30.0	23.3
Trabajo en equipo	3.3	16.6	30.0	36.6	13.3
Participación en proyectos de investigación	-	10.0	33.3	30.0	26.6
Prácticas en empresas, instituciones o similares	16.6	23.3	43.3	10.0	6.6
Conocimientos prácticos y metodológicos	3.3	10.0	33.3	43.3	10.0
Teorías, conceptos o paradigmas	-	-	-	40.0	60.0
Profesor es principal fuente de información	-	3.3	16.6	26.6	53.3
Aprendizaje basado en proyectos o problemas	3.3	10.0	26.6	36.6	23.3
Trabajos escritos	6.6	3.3	20.0	56.6	13.3
Exposiciones orales	10.0	10.0	40.0	30.0	10.0
Realización de exámenes de preguntas abiertas	-	3.3	3.3	13.3	80.0
Realización de exámenes de opción múltiple	36.6	26.6	20.0	10.0	6.6

Modalidades de aprendizaje y formación integral

El 60.0% de los egresados calificó como muy buena su experiencia durante las prácticas profesionales (ver Tabla 1.17). Además de apreciar esta experiencia, el 86.6% consideró que la unidad donde realizó sus prácticas profesionales le ayudó a especializarse en el área de su interés.

Tabla 1.17

Opinión de egresados sobre su experiencia en las prácticas profesionales

Ítem	Respuestas (%)				
	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
¿Cómo califica su experiencia dentro del programa de prácticas profesionales donde las llevó a cabo?	0	0	6.6	33.3	60.0

Referente al SSC, el 46.6% de los egresados señaló que este servicio fortaleció su formación en valores; mientras, el 16.6% consideró lo contrario (ver Tabla 1.18).

Tabla 1.18

Opinión de egresados respecto al SSC

Ítem	Respuestas (%)			
	No estoy seguro(a)	No	Parcialmente	Sí

¿Considera que el SSC fortaleció su formación valoral? Es decir, ¿puso en práctica valores como la justicia, libertad, solidaridad, convivencia y respeto?	6.6	16.6	30.0	46.6

Correspondiente al SSP, el 80.0% de los egresados consideró que en esta modalidad pusieron en práctica los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que hasta ese momento habían adquirido en su formación profesional (ver Tabla 1.19). Además, el 50% indicó que el SSP tiene relación con el trabajo que desempeña actualmente.

Tabla 1.19

Opinión de egresados respecto SSP

Ítem	Respuestas (%)			
	No estoy seguro(a)	No	Parcialmente	Sí
¿Considera que, en las actividades de SSP que realizó, aplicó los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que hasta entonces había adquirido en su formación profesional?	0	10.0	10.0	80.0

En cuanto a la participación en diversas modalidades de aprendizaje, el 56.6% de los egresados se implicó en proyectos de vinculación con valor en crédito (PVVC), para el 43.3% resultó muy importante para su formación integral la participación en algún PVVC. El 73.3% contribuyó en estudios de investigación o desarrollo tecnológico. La modalidad con la menor participación fue la movilidad estudiantil con el 36.6% (ver tabla 1.20).

Tabla 1.20

Participación en diversas modalidades de aprendizaje

Ítem	Respuestas (%)	
	No	Si
<i>Participó o realizó...</i>		
Estudio de investigación o desarrollo tecnológico	26.6	73.3
Movilidad estudiantil	63.3	36.6
Proyecto de vinculación con valor en créditos	43.3	56.6

Intereses de los egresados por su desarrollo profesional

Respecto al interés reportado por los egresados para dar continuidad a los estudios de posgrado, el 66.6% expresó una respuesta afirmativa, mientras el 33.3% no lo consideró dentro de sus planes (ver tabla 1.21).

Tabla 1.21

Opinión de egresados respecto a sus planes de estudiar posgrado

Ítem	Respuestas (%)	
	No	Si
Actualmente, ¿tienes planes de estudiar algún posgrado?	33.3	66.6

Asimismo, se preguntó a los egresados sobre su manejo de idiomas. En lo referente al idioma inglés, el 70.0% estimó contar con un nivel alto y el 23.3% con intermedio (ver tabla 1.22). Aunado a lo anterior, el 73.3% mencionó no dominar otro idioma, mientras el 26.6% habla alemán, italiano, francés y tibetano.

Tabla 1.22

Opinión de egresados respecto a su nivel de inglés

Ítem	Respuestas (%)		
	Bajo	Intermedio	Alto
Actualmente, ¿qué nivel de manejo tiene del idioma inglés?	6.6	23.3	70.0

Competencias emergentes y predominantes requeridas por el mercado laboral

Respecto a las competencias laborales, el 73.3% de los estudiantes señaló que el plan de estudios contribuyó mucho en el desarrollo de su habilidad de pensamiento crítico, también el 50.0% consideró que desarrolló su capacidad para la solución de problemas, mientras el 53.3% expresó un progreso en su creatividad y el 60.0% estimó que el plan de estudios incidió en sus competencias profesionales (ver Tabla 1.23). El 66.6% de los egresados consideró que el emprendimiento no se fomentó durante sus estudios, este mismo

porcentaje de egresados indicó que el perfil de emprendedor sí es relevante en esta carrera profesional.

Tabla 1.23

Opinión de egresados sobre la contribución del plan de estudios a sus competencias laborales

Ítems	Respuestas (%)				
	Nada	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
<i>El plan de estudios contribuyó en el desarrollo de sus...</i>					
Competencias profesionales	-	-	10.0	30.0	60.0
Competencias de liderazgo	-	13.3	36.6	20.0	30.0
Competencias para trabajar en equipo	3.3	10.0	20.0	40.0	26.6
Capacidad para la solución de problemas	-	6.6	23.3	20.0	50.0
Habilidad de pensamiento crítico	-	-	3.3	23.3	73.3
Creatividad	-	-	20.0	26.6	53.3

Recomendaciones de los egresados para mejorar el plan de estudios

Los egresados de la LF opinaron respecto a la relación que tienen sus actividades laborales con la formación profesional recibida, el 46.6% de estos indicó que se alinean mucho, mientras el 36.6% mencionó que se relaciona parcialmente (ver Tabla 1.24).

Tabla 1.24

Opinión de egresados sobre la concordancia de sus estudios en la LF y su actividad laboral

Ítems	Respuestas (%)			
	Muy poco	Poco	Parcialmente	Mucho
¿En qué medida coincide su actividad laboral con sus estudios en la LF?	10.0	6.6	36.6	46.6

El 63.3% exteriorizó que después de egresar de la LF demoraron menos de un año para emplearse, el 20.0% entre uno y dos años.

Respecto a los fundamentos considerados sobresalientes en la carrera; desatacó la valoración del 76.6% de los egresados en total acuerdo que los aprendizajes obtenidos en la

carrera son el fundamento para realizar las tareas de su trabajo actual, así como para mejorar su desarrollo personal (Ver tabla 1.25).

Tabla 1.25

Opinión de los egresados sobre fundamentos sobresalientes en la carrera

Ítems	Respuestas (%)				
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<i>Considera que gracias a su carrera tiene una buena base para:</i>					
Empezar a trabajar	3.3	13.3	20.0	30.0	33.3
Aprender en el trabajo	6.6	3.3	6.6	13.3	70.0
Realizar las tareas de su trabajo actual	-	10.0	3.3	10.0	76.6
Mejorar sus perspectivas profesionales	-	-	16.6	13.3	70.0
Mejorar su desarrollo personal	-	6.6	10.0	6.6	76.6

Asimismo, los egresados coincidieron en 46.6% de acuerdo con que el enfoque del plan de estudios es general, el 50.0% consideró que la secuencia de asignaturas es adecuada, así como la proporción de teoría y práctica. Por otra parte, el 62.5% opinó que el trabajo fue arduo para aprobar las asignaturas (ver Tabla 1.26).

Tabla 1.26

Opinión de los egresados sobre aspectos sobresalientes de la carrera

Ítems	Respuestas (%)				
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<i>Considera que en su carrera:</i>					
Había que trabajar o estudiar mucho para aprobar las asignaturas	-	-	6.6	23.3	70.0
El enfoque del plan de estudios es general	-	-	20.0	46.6	33.3
El enfoque del plan de estudios es especializado	10.0	26.6	23.3	26.6	13.3

Ítems	Respuestas (%)				
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Cuenta con prestigio académico	-	6.6	23.3	33.3	36.6
La secuencia de las asignaturas o materias del plan de estudios es adecuada	-	3.3	3.3	50.0	43.3
La proporción de teoría y práctica del programa educativo es adecuada	-	6.6	13.3	50.0	30.0

Para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, el 76.6% de los egresados estimó conveniente aumentar la tecnología de la enseñanza, y el 73.3% propuso incrementar el material de apoyo y el área de tutorías. En cambio, el 66.6% de egresados consideró que el número de horas clase debe continuar igual (ver Tabla 1.27).

Tabla 1.27

Sugerencias de egresados para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje

Ítem	Respuestas (%)		
	Disminuya	Siga igual	Aumente
<i>¿Qué sugerencias haría para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje?</i>			
Número de horas clase...	13.3	66.6	20.0
Número de horas taller...	6.6	56.6	36.6
Número de horas laboratorio...	3.3	60.0	36.6
Material de apoyo...	-	26.6	73.3
Tecnología de enseñanza...	-	23.3	76.6
Área de tutorías...	-	26.6	73.3

Entre las observaciones generales de los egresados, algunos se muestran agradecidos y satisfechos con la atención académica recibida, en cambio otros sugieren implementar áreas de la física, como materia condensada, física médica, física de altas energías, biofísica, relatividad general o geofísica. Asimismo, se sugiere ofrecer mayor información respecto a la salud mental. A continuación, se pueden leer los comentarios de algunos participantes.

- “Los laboratorios de la carrera de física carecen de muchos materiales, se debería de hacer hincapié en tomar materias optativas tales como Lineal II y Mecánica Cuántica II, además de que se debería de motivar más a hacer investigación y a participar en congresos.”
- “Soy egresado de la carrera de física y lo mejor que me pasó y que le puede pasar a los alumnos de tal carrera, es que los investigadores de la UNAM y el CICESE bajen a dar clases.”
- “Estoy todavía encantado con la carrera y los profesores, así como del cuerpo administrativo, siempre recuerdo con gran alegría mi tiempo en la carrera. Aunque no ejerza como físico, las capacidades de pensamiento crítico y analítico desarrolladas durante mis estudios han sido invaluable para mi desarrollo profesional en el área de tecnología.”
- “Se debería dejar que los profes de asignatura puedan tener alumnos para ayudantías (tipo tutores). Son los que, por lo general, dan más cursos y tienen menos tiempo para concentrarse en dar una clase de calidad. Con esta opción, se le podría quitar algo de carga a estos profes para así enfocarse más en el contenido y no en calificar tareas y exámenes durante días.”
- “Debería de haber más materias para explotar otras áreas de la física, como materia condensada, física médica, física de altas energías, biofísica, relatividad general o geofísica, tal vez como obligatorias o al menos optativas.”
- “Personalmente considero que la carrera está muy orientada a las áreas de física de materiales y de la mecánica cuántica, dejando de lado las áreas donde se utiliza la teoría clásica (medios continuos clásicos, ciencias de la tierra, etc.).”
- “Sé que tal vez no tiene que ver con la facultad, pero si tienen área de psicología ofrecer más ayuda a los alumnos, más información sobre la salud mental e invitar al alumno si tiene problemas de atención, eso podría ahorrarle al alumno 8 años de carrera”.
- “Mejorar la preparación de la psicóloga escolar”.

Conclusiones del estudio de egresados

- Respecto a la situación laboral de la muestra de egresados, el 76.6% se encuentra trabajando; el 56.6% considera que ejerce su profesión; y el 60.0% se emplearon al finalizar los estudios de licenciatura.
- El 86.6% forma parte de una empresa y el 13.3% trabaja de manera independiente; el 33.3% se desempeña en el sector de servicios educativos, desempeñándose como investigador científico.
- El 46.6% recibe un ingreso mensual mayor a \$20,000° pesos; el 56.6% de los egresados consideraron que sus ingresos son suficientes para cubrir sus necesidades.
- El 46.6% indicó que sus actividades laborales se alinean mucho con su formación profesional.
- Referente al grado de estudios para el empleo, el 40.0% consideró que la maestría es adecuada, mientras el 26.6% indicó que en su empleo es necesario contar con estudios de doctorado.
- El nivel de satisfacción con la formación recibida fue la siguiente: los egresados consideraron que el grupo de docentes de la LF tiene muy buena calidad. La enseñanza de teorías, conceptos o paradigmas es el método de enseñanza-aprendizaje más utilizado. En contraparte, las prácticas en empresas se enfatizaron poco, al igual que el emprendimiento. El plan de estudios contribuyó con el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, competencias profesionales y la capacidad para resolver problemas. Sin embargo, es necesario fomentar las habilidades de liderazgo.
- El interés que tienen los egresados en su desarrollo profesional está ligado con estudiar el posgrado. Para ello, cuentan con un nivel alto en el manejo del idioma inglés.

- En relación con las modalidades de aprendizaje, las prácticas profesionales y el SSP ayudaron a los egresados a especializarse en su área de interés. La mayoría de los egresados se implicaron en algún PVVC y resultó trascendental para su formación integral. La movilidad estudiantil fue la modalidad de aprendizaje con menos participación.
- Entre las recomendaciones de los egresados destacó la necesidad de aumentar la tecnología, el material de apoyo en la enseñanza y el área de tutorías. El número de horas clase debe continuar igual, así como las horas de taller o laboratorio.

1.1.4 Análisis de oferta y demanda

Objetivos

En la tabla 1.28 se especifican los objetivos plasmados en la Metodología de Serna y Castro (2018) para el análisis de la oferta y demanda del programa educativo en estudio.

Tabla 1.28

Objetivos del Análisis de oferta y demanda

Objetivo general	Objetivo específico
Analizar la oferta de programas educativos y la demanda vocacional para cursar el programa educativo.	Identificar la oferta de programas educativos iguales y/o afines al programa educativo que se pretende crear, modificar o actualizar con el propósito de determinar la posición competitiva que se pretende lograr con el programa educativo.
	Analizar la matrícula de programas educativos iguales y/o afines al programa educativo que se creará, modificará o actualizará con el fin de identificar el comportamiento de la oferta educativa.
	Determinar la demanda vocacional a nivel estatal para cursar el programa educativo.
	Caracterizar a la población estudiantil potencial a ingresar al programa educativo.
	Establecer la relación de la demanda y la oferta en los programas educativos afines o iguales.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, *Universidad Autónoma de Baja California*. CC BY-NC-ND.

Metodología

El tipo y diseño de investigación en este apartado corresponde con una investigación documental que permitirá analizar la oferta educativa nacional e internacional, y una investigación empírica que ayudará a determinar la demanda vocacional en el Estado de Baja California para cursar el programa educativo (Serna y Castro, 2018).

Para realizar la investigación documental se revisó la información disponible en las páginas web de diversos organismos nacionales e internacionales, tales como ANUIES, Ministerios de Educación de España, Argentina, Chile y el Sistema Nacional de Información para la Educación Superior en Colombia. En lo referente a la investigación empírica se consultó la información arrojada en el “Estudio de preferencias vocacionales y demanda de carreras profesionales de los estudiantes de educación media superior de Baja California” (UABC, 2020).

Resultados

En México, la oferta de programas iguales a la Licenciatura en Física para el ciclo escolar 2022-2023 se encontró en 18 universidades (94.44% públicas y el 5.56% privadas). La oferta se distribuyó por zonas educativas de la siguiente manera: (a) Noroeste, Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma de Sinaloa, Universidad de Sonora; (b) Noreste, Universidad Autónoma de Nuevo León, y Universidad Autónoma de San Luis Potosí; (c) Occidente, Universidad de Colima, Universidad de Guanajuato, Universidad de Guadalajara y Universidad Autónoma de Zacatecas; (d) Centro, Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Fundación Universidad de Las Américas de Puebla; y (e) Sur-Sureste, Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, y Universidad Veracruzana (ver tabla 1.29).

La matrícula de los programas iguales en el ciclo escolar 2022-2023 fue de 6,978 estudiantes. En lo que se refiere a los espacios disponibles, la ANUIES reportó la oferta de 2,488 lugares, 2,996 solicitudes e ingresaron 1,165 estudiantes (ANUIES, 2023).

Tabla 1.29*Oferta de Programas iguales a la Licenciatura en Física en México*

Región/Entidad	Nombre del Plantel	Nombre del Programa	Matrícula	Nuevo ingreso	Lugares ofertados	Solicitudes
Noroeste						
Universidad Autónoma de Baja California	Facultad de Ciencias	Físico	251	42	42	57
Universidad Autónoma de Sinaloa	Unidad Académica Escuela de Ciencias Físico Matemáticas	Licenciatura en Física	121	40	61	60
Universidad de Sonora	Departamento de Física, Universidad de Sonora	Licenciatura en Física	267	38	40	115
Noreste						
Universidad Autónoma de Nuevo León	Facultad de Ciencias Fisico-Matemáticas	Licenciatura en Física	549	0	0	0
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Facultad de Ciencias	Licenciatura en Física	162	35	35	52
Occidente						
Universidad de Colima	Facultad de Ciencias	Licenciatura en Física	46	20	30	20
Universidad de Guanajuato	División de Ciencias e Ingenierías	Licenciatura en Física	250	39	40	85
Universidad de Guadalajara	Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería	Licenciatura en Física	564	90	90	168
Universidad Autónoma de Zacatecas	Unidad Académica de Física	Licenciatura en Física	195	33	65	65
Centro						
Universidad Autónoma Metropolitana	Universidad Autónoma Metropolitana	Licenciatura en Física	510	61	82	304
Universidad Nacional Autónoma de México	Universidad Nacional Autónoma de México	Licenciatura en Física	2,270	410	1,561	1,561
Universidad Autónoma del Estado de México	Facultad de Ciencias	Licenciatura en Física	257	0	0	0

Región/Entidad	Nombre del Plantel	Nombre del Programa	Matrícula	Nuevo ingreso	Lugares ofertados	Solicitudes
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Facultad de Ciencias Físico Matemáticas	Licenciatura en Física	881	214	230	263
Fundación Universidad de Las Américas, Puebla		Licenciatura en Física	112	8	17	17
Sur-Sureste						
Universidad Autónoma de Chiapas	Facultad en Ciencias en Física y Matemáticas	Licenciatura en Física	108	28	40	44
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca	Escuela de Ciencias	Licenciatura en Física	48	14	50	32
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	División Académica de Ciencias Básicas	Licenciatura en Física	115	23	35	32
Universidad Veracruzana	Facultad de Física	Licenciatura en Física	272	70	70	121

Nota. Adaptado de “Anuarios Estadísticos de Educación Superior, Ciclo escolar 2022-2023.” Derechos de Autor por ANUIES, 2023. La información corresponde al Subsistema de Universidades Públicas y al Campo detallado de física y astronomía.

En cuanto a la oferta de programas afines a la Licenciatura en Física, se identificaron 8 programas en 6 universidades (ANUIES, 2023). La licenciatura en Ciencias Físico-Matemáticas representó el programa aún más solicitado. El Instituto Politécnico Nacional recibió la mayor cantidad de solicitudes y únicamente ingresó el 10.26%. En la tabla 1.30 se muestra información referente a la matrícula de cada programa respecto al ciclo escolar 2022-2023.

En total, la matrícula de los *programas afines* fue de 1,942. En lo que se refiere a los espacios disponibles, la ANUIES reportó la oferta de 586 lugares, 1,745 solicitudes e ingresaron 586 estudiantes (ANUIES, 2023).

Tabla 1.30*Oferta de Programas afines a la LF en México*

Región/Entidad	Nombre del Plantel	Nombre del Programa	Matrícula	Nuevo ingreso	Lugares ofertados	Solicitudes
Occidente						
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas	Licenciatura en Ciencias Físico Matemáticas	255	84	130	132
Centro						
Instituto Politécnico Nacional	Escuela Superior de Física y Matemáticas	Licenciatura en Física y Matemáticas	890	136	210	1,325
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería	Licenciatura en Física y Tecnología Avanzada	178	56	60	85
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas	Licenciatura en Ciencias Área Terminal en Física	75	0	0	0
		Licenciatura en Física y Matemáticas	29	29	61	61
		Licenciatura en Tecnología con Área Terminal en Física Aplicada	28	6	20	7

Región/Entidad	Nombre del Plantel	Nombre del Programa	Matrícula	Nuevo ingreso	Lugares ofertados	Solicitudes
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Facultad de Ciencias Físico Matemáticas	Licenciatura en Física Aplicada	409	91	100	119
Sur-Sureste						
Universidad Tecnológica de La Mixteca	Universidad Tecnológica de la Mixteca	Ingeniería en Física Aplicada	78	5	5	16

Nota. Adaptado de “Anuarios Estadísticos de Educación Superior, Ciclo escolar 2022-2023.” Derechos de Autor por ANUIES, 2023. La información corresponde al Subsistema de Universidades Públicas y al campo detallado de física y astronomía.

En el siguiente apartado se ofrece información detallada del comportamiento de la matrícula de la Licenciatura en Física durante los últimos cinco años en México.

Matrícula de los programas educativos iguales o afines

De acuerdo con la ANUIES (2023), la matrícula del ciclo escolar 2022-2023 de todo el campo detallado de Física fue de 8,920 estudiantes (76.09% hombres y 23.91% mujeres). Para el ciclo escolar mencionado se tuvieron 4, 724 solicitudes, se ofertaron 3,074 lugares e ingresaron 1,572 estudiantes.

En lo que respecta a los programas iguales a la Licenciatura en Física, la matrícula fue de 6,978 (equivalente al 78.23% del total); el 76.09% fueron hombres y el 23.91% mujeres. El 57.75% de esta matrícula se registró en la zona Centro. En la UNAM se registró la mayor cantidad de solicitudes y solamente ingresó el 26.26%. Por su parte, la matrícula de los programas afines a dicha licenciatura fue de 1,942 (21.77% de la matrícula total).

Durante los últimos cinco años, del ciclo escolar 2018-2019 al 2022-2023, la matrícula del campo detallado de Física ha presentado los siguientes cambios: del ciclo 2019-2020 al 2020-2021 tuvo el mayor crecimiento con el 12.36% y el menor crecimiento de -4.31% entre el ciclo escolar 2021-2022 al 2022-2023 (ver tabla 1.31).

Tabla 1.31

Porcentaje de crecimiento de la matrícula de LF (2018-2019 a 2022-2023)

Ciclo escolar	Hombres		Mujeres		Total	% de crecimiento
	Matrícula	% de crecimiento	Matrícula	% de crecimiento		
2018-2019	5,487	-	1,794	-	7,281	-
2019-2020	6,002	9.39	1,911	6.52	7,913	8.68
2020-2021	6,699	11.61	2,192	14.70	8,891	12.36
2021-2022	6,996	4.43	2,326	6.11	9,322	4.85
2022-2023	6,787	-2.99	2,133	-8.30	8,920	-4.31

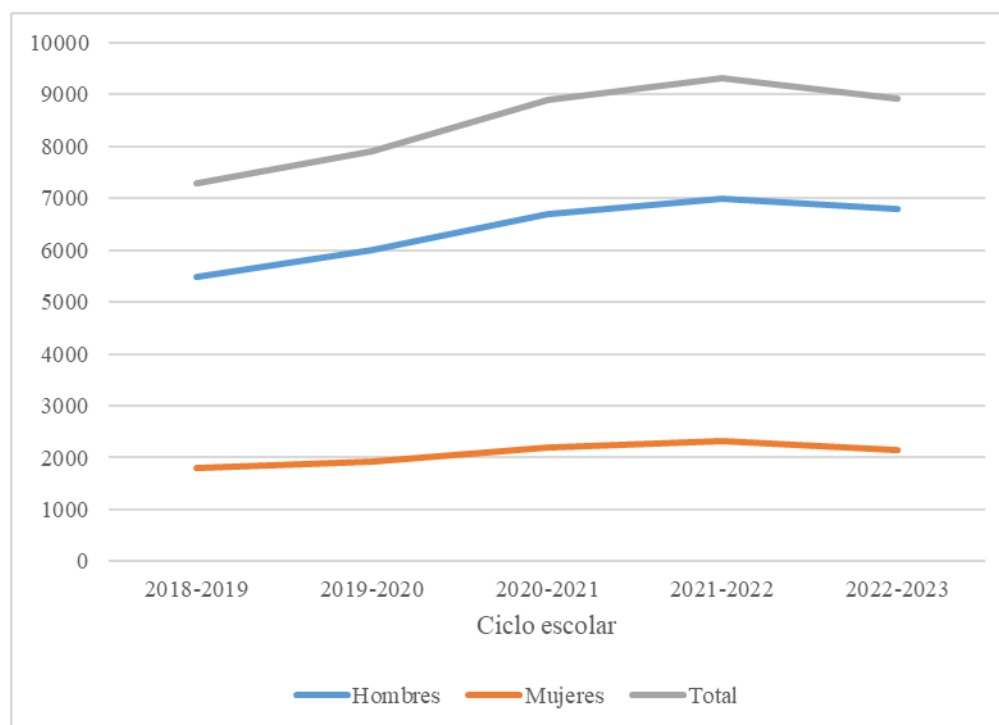
Nota. El porcentaje de crecimiento de la matrícula se calculó entre ciclos escolares. Se tomó en consideración la matrícula del subsistema de Universidades Públicas Estatales; campo detallado de física y astronomía. Elaboración propia a partir de “Anuarios Estadísticos de la Educación Superior”. ANUIES, (2023).

En términos globales, entre el ciclo escolar 2018-2019 al 2022-2023, la matrícula creció un 22.51%; es decir, hubo un aumento de 1,639 estudiantes en cinco años. En este

mismo sentido, el crecimiento de la matrícula de hombres fue del 26.69% y de las mujeres del 18.90%. En la Figura 1.2 se observa el panorama general mencionado.

Figura 1.2

Matrícula de LF de los últimos 5 años



Nota. Adaptado de “Anuarios Estadísticos de la Educación Superior”. ANUIES, 2023. Se tomó en consideración la matrícula del subsistema de Universidades Públicas Estatales; campo detallado de física y astronomía.

En el siguiente apartado se presenta la oferta de los programas educativos iguales y afines a la Licenciatura en Física de algunos países de Iberoamérica, tales como España, Argentina, Chile y Colombia. De manera general, se apreciará la información respecto al nombre de los programas, institución que la oferta, plazas disponibles, créditos solicitados y tipo de sostenimiento.

En España, el Sistema Universitario Español (SUE) se integra por 86 universidades, 50 son de sostenimiento público y 36 corresponde al privado. En el año 2022 se ofrecieron 3,112 programas (Ministerio de Educación de España, 2023a). El nombre del programa de

estudios igual a la Licenciatura en Física se denomina Grado en Física, el cual es el equivalente al nivel licenciatura en México. Entre las características generales se resume lo siguiente: 29 universidades ofertan este programa educativo, la mayoría son de sostenimiento público (75.86%). En total, para las universidades se reportó la oferta de 1,747 plazas en el año 2023; y de manera unánime los créditos que conforman el plan de estudios son 240. Únicamente se identificaron tres programas afines: Grado en Física e Instrumentación Espacial, en la Universidad de Alcalá; Grado en Física Aplicada, en la Universidad Antonio de Nebrija; y Grado en Física Computacional en la Universidad Camilo José Cela (Ministerio de Educación de España, 2023b). En la tabla 1.32 se muestran la información completa.

Tabla 1.32

Oferta de Programas iguales o afines a la LF en España

Universidad	Centro/Facultad	Nombre del programa	Plazas ofertadas	Tipo de sostenimiento	Créditos
Universidad de Alicante	Facultad de Ciencias	Grado en Física	70	Público	240
Universidad del País Vasco	Facultad de Ciencia y Tecnología	Grado en Física	70		
Universidad Autónoma de Barcelona	Facultad de Ciencias	Grado en Física	70		
Universidad de Zaragoza	Facultad de Ciencias	Grado en Física	85		
Universidad de Alcalá	Facultad de Ciencias	Grado en Física e Instrumentación Espacial	50		
Universidad de Granada	Facultad de Ciencias	Grado en Física	130		
Universidad Complutense de Madrid	Facultad de Ciencias Físicas	Grado en Física	225		
Universidad de Sevilla	Facultad de Física	Grado en Física	50		
Universidad de Oviedo	Facultad de Ciencias	Grado en Física	98		
Universidad de Extremadura	Facultad de Ciencias	Grado en Física	40		

Universidad	Centro/Facultad	Nombre del programa	Plazas ofertadas	Tipo de sostenimiento	Créditos
Universidad Autónoma de Madrid	Facultad de Ciencias	Grado en Física	125		
Universidad de Córdoba	Facultad de Ciencias	Grado en Física	80		
Universidad de Santiago de Compostela	Facultad de Física	Grado en Física	90		
Universidad de Murcia	Facultad de Química	Grado en Física	65		
Universidad de La Laguna	Facultad de Ciencias	Grado en Física	72		
Universidad Nacional de Educación a Distancia	Facultad de Ciencias	Grado en Física	--		
Universitat de València	Facultad de Física	Grado en Física	57		
Universidad de las Illes Balears	Facultad de Ciencias	Grado en Física	55		
Universidad de Salamanca	Facultad de Ciencias	Grado en Física	55		
Universidad de Valladolid	Facultad de Ciencias	Grado en Física	50		
Universidad de Barcelona	Facultad de Física	Grado en Física	162		
Universidad de Cantabria	Facultad de Ciencias	Grado en Física	48		
Universidad Europea de Madrid	Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño.	Grado en Física	--	Privado	
Universidad Antonio de Nebrija	Escuela Politécnica Superior	Grado en Física Aplicada	--		
Universidad Internacional Valenciana	Escuela Superior de Ingeniería, Ciencia y Tecnología	Grado en Física	--		
Universidad Alfonso X El Sabio	Escuela Politécnica Superior	Grado en Física	--		
Universidad Europea de Valencia	Escuela de Arquitectura y Politécnica	Grado en Física	--		

Universidad	Centro/Facultad	Nombre del programa	Plazas ofertadas	Tipo de sostenimiento	Créditos
Universidad Internacional de la Rioja	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología	Grado en Física	--		
Universidad Camilo José Cela	Centro Universitario de Tecnología y Arte Digital	Grado en Física Computacional	--		

Nota. Adaptado de “Qué estudiar y dónde en la Universidad,” (<http://siiu.universidades.gob.es/QEDU/>). Derechos de Autor por Ministerio de Educación de España, 2023.

Asimismo, se indagó la oferta respectiva en Argentina, de las 131 instituciones registradas en el Ministerio de Educación, la Licenciatura en Física se ofrece en 17 universidades públicas. La mayoría de estos programas se ubicaron en los Departamentos de Ciencias Exactas y Naturales, no se identificó información respecto a la duración y créditos (ver tabla 1.33).

Tabla 1.33

Oferta de Programas iguales o afines a la LF en Argentina

Universidad	Centro/Facultad	Nombre del programa	Duración	Tipo de sostenimiento
Universidad de Buenos Aires	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales	Licenciado en Ciencias Físicas		
Universidad Nacional de Catamarca	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales	Licenciado en Física		
Universidad Nacional de Córdoba	Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación	Licenciado en Física		
Universidad Nacional de Cuyo	Instituto Balseiro	Licenciado en Física		
Universidad Nacional de La Pampa	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales	Licenciado en Física		
Universidad Nacional de La Plata	Facultad de Ciencias Exactas	Licenciado en Física		Público
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires	Facultad de Ciencias Exactas	Licenciado en Ciencias Físicas		
	Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas			
Universidad Nacional del Litoral	Facultad de Ciencias Agrarias	Licenciado en Física		
	Facultad de Humanidades y Ciencias			
	Facultad de Ingeniería			

Universidad	Centro/Facultad	Nombre del programa	Duración	Tipo de sostenimiento
	Química			
Universidad Nacional del Nordeste	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura	Licenciado en Ciencias Físicas		
Universidad Nacional del Sur	Departamento de Física	Licenciado en Física		
Universidad Nacional del Sur	Sede Bahía Blanca	Licenciado en Física		
Universidad Nacional de Mar del Plata	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales	Licenciado en Física		
Universidad Nacional de Río Cuarto	Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales	Licenciado en Física		
Universidad Nacional de Rosario	Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura	Licenciado en Física		
Universidad Nacional de Salta	Facultad de Ciencias Exactas	Licenciado en Física		
Universidad Nacional de San Juan	Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales	Licenciado/a en Física		
Universidad Nacional de San Luis	Facultad de Cs. Físico-Matemáticas y Naturales	Licenciado en Física		
Universidad Nacional de Tucumán	Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología	Licenciado/a en Física		

Nota. Adaptado de “Guía de Carreras –Universitarias. Carreras de Pregrado y Grado,” (https://guiadecarreras.siu.edu.ar/carreras_de_pregrado_y_grado.php). Derechos de Autor por Ministerio de Educación de Argentina, 2023.

En Chile, de las 138 Instituciones de Educación Superior, se identificaron cinco que ofertan la Licenciatura en Física, todas de sostenimiento público: Universidad Andrés Bello, Universidad de la Serena, Pontifica Universidad Católica de Chile, Universidad Técnica Federico Santa María y Pontifica Universidad Católica de Valparaíso. La duración de la mayoría de los programas referidos es de 4 años. La información que proporciona el Ministerio de Educación de Chile es la que se puede observar en la tabla 1.34.

Tabla 1.34

Oferta de Programas iguales o afines a la LF en Chile

Universidad	Centro/Facultad	Nombre del programa	Duración/Años	Tipo de sostenimiento
Universidad de Concepción	Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas	Licenciatura en Matemática	4	Privado
Universidad Católica del Norte	Facultad de Ciencias	Licenciatura en Matemática	4	

Universidad	Centro/Facultad	Nombre del programa	Duración/Años	Tipo de sostenimiento
Pontificia Universidad Católica de Chile	Facultad de Matemáticas	Matemáticas	5	
Universidad de la Serena	Facultad de Ciencias	Licenciatura en Matemáticas	4	Público
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Instituto de Matemáticas	Licenciatura en Matemáticas	4	

Nota. Adaptado de “¿Dónde y qué estudiar?” (<https://www.mifuturo.cl/buscador-de-carreras/?tipo=carrera>). Derechos de Autor por Ministerio de Educación de Chile, 2023.

Por último, en Colombia, el programa de Física se ubicó en 16 universidades, el 87.5% son de sostenimiento público y el 12.5% es privado. Los créditos oscilan entre 128 y 182. Por su parte, el plan de estudios está diseñado para implementarse entre cuatro y cinco años (ver tabla 1.35).

Tabla 1.35

Oferta de Programas iguales o afines a la LF en Colombia

Universidad	Centro/Facultad	Nombre del programa	Tipo de sostenimiento	Créditos	Semestres
Universidad Nacional de Colombia		Física	Público	160	10
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – Uptc		Física		174	10
Universidad de Córdoba		Física		166	10
Universidad de Córdoba		Física		168	10
Universidad Surcolombiana		Física		157	10
Universidad de Antioquia		Física		162	10
Universidad del Atlántico		Física		176	10
Universidad del Valle		Física		153	9
Universidad Industrial de Santander		Física		149	9
Universidad de Nariño		Física		182	10
Universidad del Tolima		Física		153	9
Universidad del Quindío		Física		158	10
Universidad de Pamplona		Física		168	10
Universidad del Magdalena - Unmagdalena		Física		-	10
Instituto Tecnológico Metropolitano		Física		160	10
Universidad de los Andes		Física	Privado	128	8
Universidad Eia		Física		162	9

Nota. Adaptado de “Sistema Nacional de Información para la Educación Superior en Colombia 2022”. Ministerio de Educación de Colombia (2022).

<https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/programas>

Para finalizar este capítulo de oferta y demanda, en el siguiente apartado se desglosará la información respectiva a la demanda vocacional en Baja California

Demanda vocacional a nivel estatal

La Universidad Autónoma de Baja California realizó en el año 2020 el “Estudio de preferencias vocacionales y demanda de carreras profesionales de los estudiantes de educación media superior de Baja California”. En este participaron 17,024 estudiantes de los cinco Municipios (el 54% fueron mujeres y el 46% hombres). Los instrumentos utilizados fueron los que a continuación se mencionan: (a) Escala de Autopercepción de Competencias, en la que evaluaron las habilidades de los participantes en cuatro competencias: tecnológica, lingüística, matemática y socioafectiva; (b) Inventario de Intereses y Preferencias Profesionales, en el que valoraron 14 campos profesionales; (c) listado de carreras, en la que seleccionaron y ordenaron las tres carreras profesionales que más les gustaría estudiar; y (d) listado de preferencias de modalidad de estudios.

Entre las características de los participantes, se especificó que la edad media fue de 17 años (73%). La distribución de la población encuestada por subsistemas de Educación Media Superior fue la siguiente: COBACH (43%), CECyTE (22%), UEMSTIS (15%), Federal (9%), CONALEP (6%), y DGE CyTM (5%). La distribución por Municipio: Tijuana (45%), Mexicali (33%), Ensenada (12%), Tecate (5%), y Playas de Rosarito (5%). En cuanto a la escolaridad de los padres, el nivel promedio de estudio fue la secundaria (madres 38.5%, padres 33%), seguido de la preparatoria (madres 29.7% y padres 32%). La expectativa de estudios del 97.2% de los estudiantes fue dar continuidad con su preparación profesional al finalizar el bachillerato. El 69% indicó que no trabaja, mientras el 31% sí reportó un trabajo remunerado, ya sea en negocio familiar (11%), empleado en negocio de servicios (7%), o empleado de un comercio (7%).

En lo referente a los resultados de la escala de autopercepción de competencias, en específico de las competencias tecnológicas, la mayoría de los estudiantes refirieron sentirse capaces para realizar tareas en las que usen las tecnologías (comunicarse con otras personas, realizar descargas en internet, navegar en internet, realizar documentos escritos con procesador de textos, y realizar búsquedas bibliográficas). En contraparte, el 27% de

los participantes estimaron no sentirse capaces para instalar y desinstalar programas informáticos en un ordenador, y el 23% tampoco cree tener capacidad para diseñar, crear y modificar hojas de cálculo con algún programa informático. En la competencia lingüística, el 61% consideró tener capacidad para expresarse con claridad de manera oral y el 59% para comunicarse de manera escrita. Por el contrario, al 33% les cuesta expresarse en idioma inglés y obtener conclusiones a partir de otras ideas. En la competencia matemática, el 41% de los participantes consideraron tener capacidad para formular y resolver problemas aplicando diferentes enfoques; sin embargo, el 27% no se sienten capaces para argumentar la solución obtenida de un problema con métodos numéricos, gráficos o analíticos e interpretar las situaciones reales, hipotéticas o formales que requiere utilizar el pensamiento matemático. Por último, en las competencias socio afectivas, la mayoría señaló poseer la capacidad para ponerse metas (77%), aprovechar al máximo sus recursos (73%), solicitar apoyo y tomar decisiones que les generen bienestar (66%); únicamente el 12% puntualizó no sentirse capaz de cultivar relaciones sanas (UABC, 2020b).

En cuanto a la modalidad de estudio, el 67.1% de los estudiantes eligieron como primera opción la modalidad presencial; y como segunda opción prefirieron la modalidad a distancia, seguida de la modalidad en línea, modalidad semipresencial y Modalidad MOOCs.

En el tema de la demanda vocacional a nivel estatal, y de acuerdo con el inventario de intereses y preferencias, el campo profesional científico experimental ocupó el décimo lugar en las categorías de selección Muy Alto y Alto, entre 14 campos profesionales expuestos. Específicamente, la Licenciatura en Física fue seleccionada como primera opción por el 2.4% de la población encuestada (n=412); y es importante resaltar que fue la carrera de mayor preferencia dentro del campo profesional científico experimental.

De acuerdo con los datos proporcionados por ANUIES, la relación que tiene la oferta de los programas educativos iguales o afines y la demanda vocacional para cursar el programa fue la siguiente: la UABC ofertó, en el ciclo escolar 2022-2023, siete espacios para estudiar la Licenciatura en Física, se registraron 10 solicitudes de ingreso, e ingresaron siete estudiantes (ANUIES, 2023).

Conclusiones de la oferta y demanda

- En México, la oferta de programas iguales a la LF se ubicó en 18 universidades.
- En la zona noroeste, la LF se oferta en la Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma de Sinaloa, y Universidad de Sonora (ANUIES, 2023).
- Los programas afines a la LF en México fueron 8 programas en 6 universidades. La licenciatura en Ciencias Físico-Matemáticas representó el programa afín más solicitado (ANUIES, 2023).
- La matrícula nacional de la LF en el ciclo escolar 2022-2023 fue de 6,978. En la UNAM se registró la mayor cantidad de solicitudes y solamente ingresó el 26.26%. La matrícula de los programas afines a dicha licenciatura fue de 1,942 estudiantes.
- Durante los últimos cinco años, la matrícula del campo detallado de Física tuvo el mayor crecimiento con el 12.36% entre el ciclo escolar 2019-2020 y el 2020-2021 (ANUIES, 2023).
- En España, de las 86 universidades registrada, 29 universidades ofertaron el grado en Física, los créditos que conforman el plan de estudios son 240 (Ministerio de Educación de España, 2023).
- En Argentina, de las 131 universidades existentes, la LF se ofertó en 17 universidades de sostenimiento público (Ministerio de Educación de Argentina, 2023).
- En Chile, existen 138 universidades, la LF se ofertó en cinco de estas (Ministerio de Educación de Chile, 2023).
- En Colombia, se identificaron 16 universidades que ofertaron programas iguales a la LF.
- En Baja California, la demanda vocacional del campo profesional científico experimental ocupó el décimo lugar en las categorías de preferencia Muy alta y Alta (UABC, 2020b).
- La LF fue seleccionada como primera opción por el 2.4% de la población encuestada (n=412); y fue la carrera de mayor preferencia dentro de dicho campo profesional (UABC, 2020b).
- Entre las características de la población estudiantil potencial a ingresar a este programa educativo, destaca lo siguiente: la edad media es de 17 años; el 43% proviene del COBACH; el 45% viven en Tijuana, el 33% en Mexicali, el 12% en

Ensenada, 5% en Tecate y 5% en Rosarito; la modalidad de preferencia del 67.1% es la presencial (UABC, 2020b).

- El 92.7% tiene como expectativa de estudios dar continuidad a su preparación profesional al concluir el bachillerato; el 69% se dedica a los estudios (UABC, 2020b).
- En cuanto a la percepción de competencias tecnológicas, el 50% se sienten capaces de realizar tareas en las que usen las TIC (UABC, 2020b).
- En la competencia lingüística, el 61% consideró tener capacidad para expresarse con claridad de manera oral; el 59% para comunicarse de manera escrita; al 33% le cuesta expresarse en inglés (UABC, 2020b).
- En la competencia matemática, el 41% consideró tener capacidad para formular y resolver problemas aplicando diferentes enfoques (UABC, 2020b).
- En la competencia socioafectiva, el 77% tiene capacidad para establecer metas; el 66% puede solicitar apoyo y tomar decisiones que le generen bienestar; y el 12% puntualizó no sentirse capaz de cultivar relaciones sanas (UABC, 2020b).
- En la LF de la UABC, en el ciclo escolar 2022-2023, se registraron 10 solicitudes, y se ofertaron y ocuparon 7 lugares.

Conclusiones Estudio 1.1 Evaluación de la pertinencia social

Necesidades sociales

- En el mundo habitan 8,000 millones de personas, en América Latina viven 662 millones y la esperanza de vida es de 72.2 años.
- El aprendizaje y la capacitación en línea de los adultos están en aumento, quienes trabajan prefieren cursos de desarrollo personal y los desempleados optan por cursos de análisis de datos, informática y manejo de las TIC.
- Los jóvenes prefieren un empleo que compagine con su vida personal, se preocupan por las finanzas diarias, la jubilación y el medio ambiente (Deloitte, 2022)
- En México habitan 126,014,024 personas, el 51.2% son mujeres y el 48.8% hombres; la edad media es de 29 años (INEGI, 2020).

- Hacia el 2050 se prevé un incremento del 16.8% en la población mayor de 65 años (CONAPO, 2019).
- La población económicamente activa fue de 59.6 millones de personas en el año 2022, el ingreso promedio mensual oscila entre \$54,427^{oo} y los \$3,312^{oo} pesos (INEGI, 2020).
- El mayor porcentaje de la población mexicana en condiciones de pobreza se presentó en Chiapas, Guerrero, Puebla y Oaxaca. Mientras el menor porcentaje se dio en Baja California, Nuevo León, Chihuahua y Coahuila.
- En México habitan 30.7 millones de jóvenes y representó el 24.6% de la población (INEGI, 2020).
- El trabajo es la principal actividad de los jóvenes entre 23 y 29 años de edad.
- El recurso que más utilizan los jóvenes de 15 a 29 años es el teléfono celular (76.7%).
- El uso de la inteligencia artificial está en aumento en la vida cotidiana de las personas (OII, 2023).
- Sin embargo, el 50% de la población no tiene acceso a la misma, se requiere crear contenido digital y aplicaciones acordes a las necesidades locales y la seguridad digital es un tema pendiente (Naciones Unidas, 2019).
- La Física atiende diversas necesidades sociales, principalmente las relacionadas con la investigación científica, la educación y formación científica, desarrollo tecnológico, la resolución de problemas globales como el cambio climático, el desarrollo industrial y económico; y salud y medicina.

Mercado laboral

- Entre las mega tendencias a desarrollarse hacia el año 2030 se enlistan la transformación digital que impactará a nivel personal y empresarial; las empresas requerirán personal especializado que contribuya a transformarse en un negocio digital (Dell Technologies, 2018).

- El grupo de habilidades que requieren mejorarse hacia el 2025 son: pensamiento crítico y analítico, resolución de problemas complejos, autogestión y aprendizaje activo, resiliencia, tolerancia al estrés y flexibilidad; competitividad, creatividad e innovación, conocimientos de informática y tecnología, capacidad de gestión y coordinación de proyectos (Foro Económico Mundial, 2021; Observatorio Laboral, 2024).
- Las carreras que se combinan con una especialización digital tendrán una alta demanda laboral.
- En México, los profesionistas del área de conocimiento de Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística obtuvieron el ingreso mensual más alto entre diez áreas, lo cual equivale a los \$16,745^{oo} pesos (Observatorio Laboral, 2024).
- De manera particular, los profesionistas ocupados con licenciatura Física ganaron un promedio \$15,542^{oo} pesos mensuales (Observatorio Laboral, 2024).
- En el sector educativo, el sueldo mensual estimado es de \$8,874^{oo} pesos.
- Los egresados de la LF también pueden optar por los estudios de posgrado, por lo cual obtendrían una beca de manutención, en Maestría de \$14,852³⁹ pesos.
- Las tendencias en contrataciones en el sector privado serán hacia las pequeñas y medianas empresas; mientras en el sector público serán por honorarios y temporales.
- Entre las respuestas al Cuestionario de empleadores de la UABC, el 35% estuvieron de acuerdo en que la formación profesional de los egresados de la LF corresponde con las exigencias actuales del mercado laboral. Sin embargo, las opiniones se dividen al considerar esta formación acorde con las demandas del mercado laboral futuro. De manera puntual, la recomendación se inclina a dotar a los estudiantes de más conocimientos sobre el uso y manejo de bases de datos, así como habilidades tecnológicas.

- De acuerdo con los empleadores encuestados, la demanda laboral de LF se vislumbra alta.
- Los empleadores recomiendan conservar la calidad del cuerpo docente, garantizar la calidad y formación de los profesores de asignatura, ofrecer conocimientos en lenguaje de programación que se utiliza tanto en la industria como en la investigación, la impartición de clases debe darse por especialistas en cada materia. Entre quienes se dedicarán a la docencia deberán contar con conocimientos y habilidades sobre manejo de grupo, disciplina en el aula, y etapas del desarrollo.

Estudio de egresados

- Respecto a la situación laboral de la muestra de egresados, el 76.6% se encuentra trabajando; el 56.6% considera que ejerce su profesión; y el 60.0% se emplearon al finalizar los estudios de licenciatura.
- El 86.6% forma parte de una empresa y el 13.3% trabaja de manera independiente; el 33.3% se desempeña en el sector de servicios educativos, desempeñándose como investigador científico.
- El 46.6% recibe un ingreso mensual mayor a \$20,000° pesos; el 56.6% de los egresados consideraron que sus ingresos son suficientes para cubrir sus necesidades.
- El 46.6% indicó que sus actividades laborales se alinean mucho con su formación profesional.
- Referente al grado de estudios para el empleo, el 40.0% consideró que la maestría es adecuada, mientras el 26.6% indicó que en su empleo es necesario contar con estudios de doctorado.
- El nivel de satisfacción con la formación recibida fue la siguiente: los egresados consideraron que el grupo de docentes de la LF tiene muy buena calidad. La enseñanza de teorías, conceptos o paradigmas es el método de enseñanza-aprendizaje más utilizado. En contraparte, las prácticas en empresas se enfatizaron

poco, al igual que el emprendimiento. El plan de estudios contribuyó con el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, competencias profesionales y la capacidad para resolver problemas. Sin embargo, es necesario fomentar las habilidades de liderazgo.

- El interés que tienen los egresados en su desarrollo profesional está ligado con estudiar el posgrado. Para ello, cuentan con un nivel alto en el manejo del idioma inglés.
- En relación con las modalidades de aprendizaje, las prácticas profesionales y el SSP ayudaron a los egresados a especializarse en su área de interés. La mayoría de los egresados se implicaron en algún PVVC y resultó trascendental para su formación integral. La movilidad estudiantil fue la modalidad de aprendizaje con menos participación.
- Entre las recomendaciones de los egresados destacó la necesidad de aumentar la tecnología, el material de apoyo en la enseñanza y el área de tutorías. El número de horas clase debe continuar igual, así como las horas de taller o laboratorio.

Oferta y demanda de la LF

- En México, la oferta de programas iguales a la LF se ubicó en 18 universidades.
- En la zona noroeste, la LF se oferta en la Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma de Sinaloa, y Universidad de Sonora (ANUIES, 2023).
- Los programas afines a la LF en México fueron 8 programas en 6 universidades. La licenciatura en Ciencias Físico-Matemáticas representó el programa afín más solicitado (ANUIES, 2023).
- La matrícula nacional de la LF en el ciclo escolar 2022-2023 fue de 6,978. En la UNAM se registró la mayor cantidad de solicitudes y solamente ingresó el 26.26%. La matrícula de los programas afines a dicha licenciatura fue de 1,942 estudiantes.
- Durante los últimos cinco años, la matrícula del campo detallado de Física tuvo el mayor crecimiento con el 12.36% entre el ciclo escolar 2019-2020 y el 2020-2021 (ANUIES, 2023).

- En España, de las 86 universidades registrada, 29 universidades ofertaron el grado en Física, los créditos que conforman el plan de estudios son 240 (Ministerio de Educación de España, 2023).
- En Argentina, de las 131 universidades existentes, la LF se ofertó en 17 universidades de sostenimiento público (Ministerio de Educación de Argentina, 2023).
- En Chile, existen 138 universidades, la LF se ofertó en cinco de estas (Ministerio de Educación de Chile, 2023).
- En Colombia, se identificaron 16 universidades que ofertaron programas iguales a la LF.
- En Baja California, la demanda vocacional del campo profesional científico experimental ocupó el décimo lugar en las categorías de preferencia Muy alta y Alta (UABC, 2020b).
- La LF fue seleccionada como primera opción por el 2.4% de la población encuestada (n=412); y fue la carrera de mayor preferencia dentro de dicho campo profesional (UABC, 2020b).
- Entre las características de la población estudiantil potencial a ingresar a este programa educativo, destaca lo siguiente: la edad media es de 17 años; el 43% proviene del COBACH; el 45% viven en Tijuana, el 33% en Mexicali, el 12% en Ensenada, 5% en Tecate y 5% en Rosarito; la modalidad de preferencia del 67.1% es la presencial (UABC, 2020b).
- El 92.7% tiene como expectativa de estudios dar continuidad a su preparación profesional al concluir el bachillerato; el 69% se dedica a los estudios (UABC, 2020b).
- En cuanto a la percepción de competencias tecnológicas, el 50% se sienten capaces de realizar tareas en las que usen las TIC (UABC, 2020b).
- En la competencia lingüística, el 61% consideró tener capacidad para expresarse con claridad de manera oral; el 59% para comunicarse de manera escrita; al 33% le cuesta expresarse en inglés (UABC, 2020b).
- En la competencia matemática, el 41% consideró tener capacidad para formular y resolver problemas aplicando diferentes enfoques (UABC, 2020b).

- En la competencia socioafectiva, el 77% tiene capacidad para establecer metas; el 66% puede solicitar apoyo y tomar decisiones que le generen bienestar; y el 12% puntualizó no sentirse capaz de cultivar relaciones sanas (UABC, 2020b).
- En la LF de la UABC, en el ciclo escolar 2022-2023, se registraron 10 solicitudes, y se ofertaron y ocuparon 7 lugares.

Estudio 1.2 Evaluación de referentes

El objetivo general es analizar los referentes estratégicos donde se inscribe la profesión del programa educativo, los programas iguales o afines y los referentes nacionales e internacionales que permiten fundamentar la creación, modificación o actualización del programa. Para tal fin, se abordaron tres análisis: 1.2.1 Análisis de la profesión y su prospectiva, 1.2.2 Análisis comparativo de programas educativos y 1.2.3 Análisis de organismos nacionales e internacionales.

1.2.1 Análisis de la profesión y su prospectiva

Objetivos

El objetivo general y los objetivos específicos de este análisis se muestran en la Tabla 1.36.

Tabla 1.36

Objetivos del Análisis de la profesión y su prospectiva

Objetivo general	Objetivo específico
Analizar la profesión, su evolución y sus campos de acción a nivel nacional e internacional con el fin de fundamentar la creación, modificación o actualización del programa educativo.	Describir el entorno de la profesión del programa educativo.
	Identificar las prácticas de la profesión.
	Analizar las profesiones afines con las que comparte su ejercicio y práctica profesional.
	Analizar la evolución y prospectiva de la profesión en el contexto nacional e internacional

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, *Universidad Autónoma de Baja California*. CC BY-NC-ND.

Metodología

Se realizó una investigación documental, con un diseño no experimental. Las fuentes de información utilizadas fueron: las Bases de datos de Scopus, Web of Science, y Google académico; las páginas de organismos nacionales e internacionales como UNESCO, OCDE, Foro Económico Mundial; INEGI; ANUIES; Academia Mexicana de Ciencias, Sociedad Mexicana de Física. Revistas como Phisycs Today y Nature. Los libros de Flores, 2016; Hernández-Laos, et al. 2012; Lizano, 2016; Oropeza-García, 2019; Villar, 2012, entre otros.

Resultados

Entorno de la profesión

Avance acelerado de la tecnología y la ciencia. El entorno en que se desarrolla la LF está fundamentado en un mundo globalizado, interconectado y cambiante. Aunado a esto, los avances tecnológicos hacia el 2030 se vislumbran con el mayor progreso sin precedentes en los últimos 100 años. En términos de avance del desarrollo tecnológico, se advierte sobre la necesidad de innovación constante, los descubrimientos científicos y los avances tecnológicos (como la inteligencia artificial, la nanotecnología, la computación cuántica y las energías renovables) demandan conocimientos especializados de la Física, Matemáticas y Ciencia de Materiales (IEEE, 2023). Aunado a lo anterior, también se indica la demanda de trabajo interdisciplinario, debido a que la Física interactúa cada vez más con otras disciplinas como la biología, medicina, informática e ingeniería (McNeil & Heron, 2017).

Las megatendencias tecnológicas pronosticadas hacia el año 2030 mantienen un avance inédito, comparado con el desarrollo realizado durante la época de la Revolución industrial, que nos encamina a la llamada Revolución digital, cuyo impacto directo se observará en la vida cotidiana de las personas, en la industria, el medio ambiente y los gobiernos (Oropeza-García, 2019).

En el caso del medio ambiente, el Foro Económico Mundial indica 10 megatendencias que transformarán la observación de la tierra y la inteligencia climática, estas son: (a) tecnología avanzada de sensores en satélites, se podrá detectar la salud de las plantas y la gravedad de los incendios que permitirá una intervención eficaz; (b) IA, aprendizaje artificial y deep learning, mejorarán la calidad y velocidad de los modelos climáticos que se produzcan; (c) computación de borde satelital, permite la transmisión más rápida de los datos para responder de manera inmediata en caso de desastres naturales; (d) miniaturización de bordes de observación de la Tierra, con una reducción en el uso de energía y mejora de la eficiencia; (e) satélites de mayor tamaño y capacidad; (f) modelos climáticos basados en ML, ofrecen predicciones climáticas de mayor precisión; (g) modelos fundamentales de IA geoespacial, ayuda a crear modelos precisos de patrones globales (h) tecnología de gemelo digital, ayuda a crear escenarios climáticos para visualizar y probar

diversos impactos climáticos; (i) plataformas de realidad virtual y realidad aumentada, ofrecen una experiencia inmersiva; (j) cubos de datos, permite analizar datos complejos del clima en diversas escalas y niveles de detalle. El desarrollo y perfeccionamiento de estas tecnologías ayudará a responder con precisión al cambio climático (WEF, 2020).

Actualmente, existe una **demanda de resolución de problemas sociales y medioambientales**, por lo que, cada vez más científicos se dedican a elaborar políticas científicas para asesorar a los funcionarios de gobierno y organismos internacionales en la toma de decisiones a problemas globales, se trata de incorporar los conocimientos más recientes a las políticas y optimizar recursos (Nature, 2024). Por ello, se espera que los Físicos compartan sus conocimientos en beneficio de la sociedad. Resulta necesario acercar a los estudiantes de licenciatura en Física al conocimiento sobre el progreso tecnológico que ayuda a resolver problemas sociales y medioambientales.

En el ámbito educativo incursionan **nuevas metodologías de enseñanza**, con el auge de la digitalización, las instituciones educativas adoptan enfoques de enseñanza más interactivos. De igual forma, el **acceso a la información global** que tienen los estudiantes gracias al internet y bases de datos científicas, cambia la manera en que se adquiere el aprendizaje y, a su vez, impacta la forma en que debe enseñarse; en particular se busca que la tecnología ayude a proporcionar un aprendizaje variado (OCDE, 2020).

En el caso de los Físicos, el mercado laboral marca una tendencia diversificada. Tradicionalmente se han desempeñado en la investigación y la docencia, sin embargo, hoy en día tienen oportunidades en la industria tecnológica, la consultoría, finanzas, informática, biología, y medicina, esto marca una mayor flexibilidad laboral en esta disciplina (McNeil & Heron, 2017). En cuanto al tipo de empresa, el observatorio laboral informó que la tendencia apunta hacia una mayor contratación en las pequeñas y medianas empresas (PyMES), más que en las grandes o multinacionales. Así, todos aquéllos que buscan empleo deberán considerar a este tipo de empresa. En lo que respecta al sector público, el tipo de contratación muestra una propensión hacia la contratación temporal y por honorarios, más que por tiempo indefinido o por plazas, generando incertidumbre laboral (Observatorio laboral, 2024).

La inversión en ciencia y tecnología depende de las políticas gubernamentales, situación que afecta la investigación en Física. El contexto económico y político influye en la disponibilidad de becas, fondos de investigación y oportunidades laborales. Se espera que el gobierno entrante otorgue mayor apoyo a la ciencia y tecnología (AMC, 2024). Afortunadamente, las empresas tecnológicas y energéticas también invierten en investigación física aplicada, lo que sostiene un área de oportunidad de colaboración para los Físicos.

Prácticas de la profesión

A nivel nacional, el Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones (SINCO) 2019, es el documento que agrupa y describe las ocupaciones que se realizan en México. De esta manera, los profesionistas del área de física se clasifican en el subgrupo de profesionistas en física y astronomía. Estos son los profesionales que

“realizan investigaciones sobre las propiedades de los materiales, desde el punto de vista de la física atómica, nuclear, mecánica, óptica, eléctrica, etcétera; trabajos de experimentación para encontrar la estructura y propiedades de la materia y su comportamiento en diferentes condiciones de temperatura, presión, etcétera. Comprende a los trabajadores que observan, analizan e interpretan fenómenos celestes o que desarrollan teorías sobre el universo. Asimismo, la supervisión de trabajadores en actividades de asesoría e investigación en el área de la física y astronomía.” (INEGI, 2019, p. 115).

Específicamente el grupo unitario de profesionistas en física y astronomía realizan las siguientes funciones o prácticas:

- Realizar experimentos y/o análisis en áreas de mecánica, óptica, termodinámica, acústica, magnetismo, etcétera.
- Efectuar experimentos y/o análisis sobre la estructura y propiedades de la materia en estado sólido y su comportamiento en diferentes condiciones de temperatura, presión, etcétera.
- Realizar investigaciones para mejorar las aplicaciones de la física a la industria, medicina, defensa militar y otras aplicaciones prácticas.

- Realizar observaciones astronómicas para ser utilizadas en la navegación aérea y marítima.
- Estudiar fenómenos celestes desde la tierra, utilizando diversos artefactos ópticos, como telescopios situados en el suelo o incorporados a satélites.
- Observar la estructura y propiedades de la materia, así como la transformación y propagación de energía, mediante láser, telescopio y otros equipos.
- Experimentar sobre nuevas teorías físicas.
- Diseñar circuitos electrónicos y componentes ópticos con características científicas para que se amolden a los límites mecánicos y funcionen, de acuerdo con las especificaciones.
- Desarrollar o participar en el desarrollo de instrumentación y software para la observación y el análisis astronómico.
- Ayudar a desarrollar procesos de manufactura, ensamblaje y fabricación de aparatos de láser, máser, infrarrojos y otros que emiten luz o que son sensibles a la luz.
- Realizar otras funciones afines.

Los profesionistas del área de la Física también pueden desempeñarse en la docencia. De esta manera, el SINCO señala la clasificación de *Profesores de preparatoria y equivalente*. Las prácticas de esta categoría están encaminadas hacia la impartición de conocimientos sobre un área específica, de acuerdo con los programas establecidos en una institución de educación media superior pública o privada. Entre sus funciones principales se encuentran las que a continuación se enlistan:

- Impartir conocimientos sobre su materia de acuerdo con los programas establecidos.
- Seleccionar y/o elaborar material didáctico para su materia tales como libros o selección bibliográfica, apuntes, videos, programas de cómputo y otro tipo de material didáctico.
- Elaborar investigaciones educativas, tecnológicas, científicas, así como del material didáctico para apoyar sus actividades académicas.
- Auxiliar en la formulación y análisis de planes de estudio, prácticas de laboratorio y de campo.
- Evaluar y registrar el aprendizaje y el desarrollo de las actividades de los alumnos.

- Informar por escrito a los alumnos y a la dirección del plantel, sobre el resultado de las evaluaciones.
- Proporcionar asesoría a los alumnos relacionados con su materia.
- Realizar otras funciones afines.

Profesiones afines a la LF

La LF tiene afinidad con disciplinas que comparten una base teórica sólida en matemáticas y física, aunque difieren en enfoques y aplicaciones específicas. Los siguientes programas afines a la LF se ofrecen tanto en instituciones públicas como en privadas de México (ANUIES, 2023).

- *Licenciatura en Física y Matemáticas*, el perfil de egreso de este programa indica una sólida preparación en matemáticas y física, capacidad para analizar situaciones complejas y buscar soluciones originales; desarrollarse en la docencia, la investigación científica, desempeñarse en la industria y continuar con estudios de posgrado (IPN, 2024).
- *Licenciatura en Física Aplicada*, conoce entiende y sabe aplicar las leyes físicas en la descripción, explicación y predicción de diversos fenómenos; diseña y construye modelos experimentales; conoce las nuevas tecnologías de información y comunicación para solucionar problemas físicos. Se desempeña en el desarrollo de equipos y procesos tecnológicos, en la aplicación de técnicas experimentales de diversas áreas como la Medicina, oceanografía, química, biología entre otras (BUAP, 2024).
- *Ingeniería en Física Aplicada*, es un profesionista que adquiere una formación en Física, Matemáticas e Ingeniería, obtiene habilidades para crear e innovar en el desarrollo experimental y plantear modelos físicos (UTM, 2018).
- *Licenciatura en Matemáticas*,

Evolución de la profesión

La historia de la física tiene sus raíces desde la antigua Grecia, en donde algunos filósofos comenzaron a explicar los fenómenos físicos de la naturaleza. A finales del siglo XVI, Galileo Galilei aplicó el método experimental y estableció los primeros fundamentos de la mecánica moderna. Durante el siglo XVII, la mecánica racional fue fundada por Newton y desarrollada por matemáticos como Leibniz, d'Alamberte, Euler o Lagrange.

Entre los siglos XVIII y XIX se desarrolló la Física Clásica, con las leyes de la termodinámica y los estudios del calor y la energía de Carnot y Clausius; el electromagnetismo por medio de los trabajos de Faraday y Maxwell; la mecánica estadística con la explicación de Boltzmann respecto a cómo las propiedades macroscópicas de los sistemas físicos surgen de las interacciones de partículas microscópicas.

Estos grandes avances de la Física durante el siglo XIX llevaron a considerar que se había llegado al límite del conocimiento; sin embargo, el siglo XX estuvo marcado por el surgimiento de la Física moderna, la Teoría de la relatividad de Einstein; la Teoría de la mecánica cuántica de Planck; así como la Física de partículas. Durante el resto del siglo XX surgieron nuevas ramas como la Física de Altas energías, Física Atómica y Nuclear, Física del estado sólido y la Astrofísica (Villar, 2012).

En México se explica cómo es que la ciencia tardó en llegar, pues es hasta 1929 cuando la UNAM recién adquiere su autonomía y le transfieren diversos institutos importantes como el Observatorio Astronómico Nacional, antes de ello, la investigación se realizaba en instituciones de salud y algunos otros centros educativos. En 1938 nace el Instituto de Física, y se adquiere el Acelerador Nuclear de Van Graaff y la cámara de Schmidt, para realizar los primeros trabajos en física nuclear y astronomía. Durante la década de 1960 se fundan la Comisión Nacional de Energía Nuclear y el Instituto Mexicano del Petróleo. A su vez, en el Instituto Politécnico Nacional se instaura el Centro de Investigación y Estudios Avanzados, considerado uno de los más importantes de nuestro país (Flores, 2016).

En 1970 se creó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) con el objetivo de elaborar las políticas de ciencia y tecnología, otorgar becas para estudios de posgrado, apoyar proyectos de investigación, establecer convenios internacionales, entre otros. A través de este se fundaron nueve centros de investigación en física y ciencia de

materiales a lo largo del territorio mexicano. Cada centro de investigación tiene sus propias áreas de estudio y líneas de investigación y se desarrollan temas como la Astrofísica, Física de partículas y campos, Física de fluidos, Física estadística, Geofísica, Materia condensada, Física Médica, y Física nuclear (Lizano et al.,2016). A continuación, se describen brevemente los avances en cada una de estas áreas:

Astrofísica, se estudian los discos y chorros alrededor de estrellas jóvenes, hacia el futuro se espera que la contribución del grupo de astrónomos mexicanos siga siendo significativa con la ayuda de instrumentos como ALMA y el VLA, el Square Kilometer Array, entre otros. También en esta área se analizarán los datos arrojados por el satélite Gaia, lanzado por la Agencia Espacial Europea, cuyo objetivo es medir posiciones y paralajes de las estrellas de nuestra Galaxia, así como el vector de velocidad angular en el cielo de cada estrella, también permitirá el descubrimiento de planetas fuera de nuestra galaxia. Es decir, recién comienza la era en el estudio de las características, dinámica y evolución de la Galaxia que habitamos y de otras. Todo esto, a su vez, permitirá estudiar la materia oscura, la energía oscura, la naturaleza de la gravedad y el modelo que describe la evolución del Universo. Otra área estudiada en México es la óptica –que inició en 1965– y representa unas de las más jóvenes. Al 2015 se han creado 10 instituciones con grupos de investigación consolidados y 15 más que desarrollan trabajos en óptica de reciente surgimiento. Los temas de investigación son variados, se observa un trabajo importante en la investigación científica y aplicaciones tecnológicas, así como en la formación de estudiantes de posgrado; el reto radica en impulsar esta área de estudio a nivel licenciatura.

Física de partículas y campos, el estudio en nuestro país de esta área se divide en frontera del cosmos, frontera de la alta energía, frontera de la alta intensidad y la frontera conceptual. Hasta ahora, la mayor fortaleza ha sido la parte teórica más que la experimental. La comunidad de altas energías en México se encuentra en una etapa de consolidación que aspira a una siguiente etapa de mayor visibilidad y liderazgo internacional. A través de la colaboración internacional se han formado técnicos especializados en diversas áreas como detectores de radiación, ultra-alto vacío, entre otros más. A futuro, se espera el desarrollo de un Laboratorio Nacional en el que se aborden temas de frontera del país, así como la formación de recursos humanos en temas de alta tecnología, generando un impacto en el desarrollo tecnológico nacional.

Física de fluidos, ayuda a comprender los movimientos de las masas fluidas de la tierra, su efecto en el medio ambiente, evitar su contaminación, trasladar agua y gas a la población, mejorar el transporte de personas y bienes, y comprender la circulación de fluidos en el cuerpo. En México se estudia una amplia diversidad de flujos ya sea de manera teórica, computacional o experimental. Destacan profesionales de alta calidad que hacen investigación al respecto como el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, el Instituto Mexicano del Petróleo, universidades y centros de investigación; también se ha interesado en estudiar este tema la industria automotriz, aeronáutica, y transporte y almacenamiento de granos.

Física estadística, los temas de mayor estudio dentro de esta área son temas básicos (fenómenos clásicos y cuánticos, procesos estocásticos); líquidos, sólidos y gases en equilibrio; simulación computacional; fluidos complejos; sistemas fuera de equilibrio; sistemas complejos; física biológica. De igual forma, se muestran avances en técnicas experimentales como microscopía, dispersión de luz y espectrografía. De manera general, se observa consolidación y expansión de esta área en México.

Geofísica, nace de la integración de la física, la química y la geología para comprender el origen, evolución, estructura y procesos de nuestro planeta. La investigación en esta área se ha expandido gracias a nuevas tecnologías como las redes satelitales, el posicionamiento global, las misiones planetarias y la informática. Estos avances han permitido el estudio de los subsistemas terrestres y sus interconexiones, impulsando nuevos campos interdisciplinarios. La geofísica también ha diversificado sus aplicaciones tradicionales como la exploración de recursos y sismología, hacia áreas emergentes como las biogeociencias, geofísica espacial, no lineal y ambiental. Además, los avances en computación de alto rendimiento han evolucionado el análisis de grandes cantidades de datos, facilitando simulaciones complejas y modelos que permiten estudiar fenómenos como la dinámica del manto terrestre y la formación de planetas.

Materia condensada; en México, el estudio de materia condensada ha avanzado significativamente en las últimas décadas, en especial, los temas como superconductividad, nanotecnología, sistemas cuánticos y materiales con propiedades electrónicas y magnéticas novedosas. Estas investigaciones están impulsando avances en tecnologías como la

computación cuántica, la electrónica avanzada y la creación de nuevos materiales funcionales.

Física Médica, se mantiene en constante evolución debido a que son parte importante en el diagnóstico y tratamientos médicos que atienden diversas enfermedades. Algunas áreas son:

- *Física y dosimetría de la radioterapia*, se desarrolla investigación indispensable para el tratamiento del cáncer.
- *Física y dosimetría de las imágenes de diagnóstico médico con radiación ionizante*, las técnicas de imagen con rayos-X o emisión radiactiva de núclidos específicos, ayudan al médico a realizar un diagnóstico oportuno, guiar la radiación en el tratamiento del cáncer y evaluar su eficacia.
- *Radiación no-ionizante* (resonancia magnética, luz visible, fotónica, fotoacústica y fototermografía, ondas de choque, entre otras), estas técnicas de radiación no tienen la energía suficiente para ionizar átomos o moléculas y representan un riesgo mínimo para el paciente; son fundamentales en la neurología, cardiología, ortopedia, sirven para iluminar el interior del cuerpo, visualizar capas de retina, detectar tumores, fragmentar cálculos renales o indicar procesos inflamatorios.
- *Instrumentación científica para imágenes médicas y preclínicas*, se desarrolla equipo científico para su uso en la adquisición de imágenes médicas.

Física nuclear, en México se han realizado estudios sobre la estructura nuclear, e investigaciones sobre colisiones y fenómenos astrofísicos. Además, se ha incursionado en la aplicación de radiaciones para la conservación del patrimonio cultural, así como en la creación de nuevos materiales dosimétricos, utilizados en la medición de la dosis radiactiva a la que ha sido expuesto un objeto, organismo o persona. Destaca la necesidad de mantener e incrementar el cuerpo de investigadores e infraestructura para continuar con el desarrollo experimental en nuestro país.

Recientemente, la investigación se aplica en casi todas las universidades públicas estatales, y la mayor producción se concentra en la zona centro del país. Con la instauración del Conacyt surge en 1984 el Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras (SNII), programa que reconoce económicamente, evalúa la calidad de la producción y fomenta el trabajo de los investigadores mexicanos (Flores, 2016). En la actualidad, el área del

conocimiento de Ciencias Físico Matemáticas y de la Tierra representa el 15% del SNII con 5,153 investigadores (CONAHCYT, 2021).

Hoy en día, las universidades establecen entre los principales objetivos, la formación de personas con habilidades, conocimientos y actitudes necesarios para coadyuvar con el desarrollo social y económico a largo plazo en cada país (Ferreyra, et al., 2017), y con responsabilidad social (Vallaey, 2014). También, tienen el compromiso de “formar a los profesionistas y especialistas requeridos por los sectores de la producción y los servicios en todos los ámbitos del saber” y que les permita insertarse en el mercado laboral (Hernández-Laos et al., 2012, p. 110).

En este sentido, la evolución de la oferta y demanda de los profesionistas entre el 2001 y 2009 indicó que, egresaron del nivel superior 3,705,243 estudiantes, en donde la licenciatura representó el 81.5% del total. El área de Matemáticas, física y astronomía, tuvo un peso relativo del 0.5%. La oferta de estas disciplinas destacó en las universidades públicas, mientras en las instituciones privadas dejaron de lado la formación de recursos del área de ciencias, excepto las variantes aplicadas como las matemáticas aplicadas y la ingeniería física. Principalmente, por su mayor relación con el sector productivo y financiero, más que con la ciencia. Asimismo, en esta área del conocimiento, los egresados del ciclo escolar 1999-2000 fueron 1,101 y para el ciclo escolar 2008-2009 fueron 1,907 observándose una variación del 73.2% (Hernández-Laos et al., 2012). Este crecimiento en el egreso mantiene su tendencia hacia el ciclo escolar 2022-2023, debido a que el número de egresados del campo específico de matemáticas y estadística fue de 3,014 (ANUIES, 2023).

En lo referente al tema de profesionistas ocupados con nivel de licenciatura, durante dos periodos analizados 2000 y 2009, ocho de cada diez profesionistas formaron parte de la población económicamente activa. Primordialmente, el crecimiento en el empleo se obtuvo en cinco áreas del conocimiento: Ciencias económico-administrativas (25% en ambos años), Ingenierías (17.3% en 2000 y 17.7% en 2009); Educación y pedagogía (17.6% en 2000 y 14.9% en 2009); Ciencias sociales y políticas (13.1% en 2000 y 13.4% en 2009); y Ciencias de la salud, nutrición y biomédicas (8.0% en 2000 y 8.2% en 2009). En cuanto al área de Matemáticas, Física y Astronomía representó cerca del 1% de los profesionistas ocupados en ambos años –0.9% en 2000 y 0.6% en 2009– (Hernández-Laos et al., 2012).

Prospectiva de la profesión a nivel nacional e internacional.

La Física atiende diversas necesidades sociales, principalmente las relacionadas con la investigación científica, la educación y formación científica, desarrollo tecnológico, la resolución de problemas globales, el desarrollo industrial y económico; y salud y medicina,

En México aún existen grandes áreas de oportunidad. En Astrofísica, recién comienza la era en el estudio de las características, dinámica y evolución de la Galaxia que habitamos y de otras. También se espera que la óptica se impulse a nivel licenciatura. La Física de partículas y campos, aspira a una siguiente etapa de mayor visibilidad y liderazgo internacional, se espera el desarrollo de un Laboratorio Nacional, así como la formación de recursos humanos en temas de alta tecnología. En Física de fluidos, destacan profesionales de alta calidad que hacen investigación al respecto y que continuarán formando estudiantes de posgrado. En Física estadística, se observa consolidación y expansión. La Geofísica ha evolucionado en el análisis de grandes cantidades de datos, facilitando simulaciones complejas y modelos que permiten estudiar fenómenos. El tema de la Materia condensada, ha avanzado significativamente en las últimas décadas, en especial los temas como superconductividad, nanotecnología, sistemas cuánticos y materiales con propiedades electrónicas y magnéticas novedosas. La Física Médica, se mantiene en constante evolución debido a que son parte importante en el diagnóstico y tratamientos médicos que atienden diversas enfermedades. La Física nuclear, tiene la necesidad de mantener e incrementar el cuerpo de investigadores e infraestructura para continuar con el desarrollo experimental.

De esta manera, la prospectiva de la licenciatura en Física se enfoca en un crecimiento significativo debido a la demanda de conocimientos avanzados en sectores tecnológicos como la nanotecnología, la energía renovable y la computación cuántica. También se prevé una mayor integración con otras disciplinas como la biología, medicina y química ampliando oportunidades de colaboración interdisciplinar. La investigación y la docencia siguen siendo campos importantes, y los físicos están en demanda para resolver problemas globales como el cambio climático. Además, con la nueva conformación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología del gobierno de México, impulsado por el Gobierno de México que recién comienza funciones, se espera que la inversión en la ciencia crezca y

permita asegurar un futuro prometedor en empleabilidad y desarrollo profesional para los Físicos y otras disciplinas.

Conclusiones del Análisis de la profesión y su prospectiva

Entorno de la profesión

- El entorno en que se desarrolla la LF está fundamentado en un mundo globalizado, interconectado y cambiante.
- El avance tecnológico demanda conocimientos especializados de la Física, Matemáticas y Ciencia de Materiales.
- El desarrollo tecnológico ayudará a dar respuesta precisa al cambio climático.
- Cada vez más científicos se dedicarán a elaborar políticas científicas para asesorar a funcionarios de gobierno y organismos internacionales.
- En el ámbito educativo con el auge de la digitalización, incursionan nuevas metodologías de enseñanza, las instituciones educativas adoptan enfoques de enseñanza más interactivos.
- El mercado laboral demanda una mayor flexibilidad laboral de los Físicos, tradicionalmente se han desempeñado en la investigación y la docencia, sin embargo, hoy en día tienen oportunidades en la industria tecnológica, la consultoría, finanzas, informática, biología, y medicina.

Prácticas de la profesión

- Los Físicos realizan investigaciones sobre las propiedades de los materiales, trabajos de experimentación para encontrar la estructura y propiedades de la materia y su comportamiento en diferentes condiciones de temperatura, presión
- Los egresados de la LF también se desempeñan en actividades de docencia de las ciencias.

Profesiones afines con las que comparte su ejercicio y práctica profesional

- Las profesiones que tienen relación con la LF son: Licenciatura en Física y Matemáticas, Licenciatura en Física Aplicada, Licenciatura en Matemáticas, e Ingeniería en Física Aplicada.

Evolución de la profesión

- A nivel internacional, la historia de la Física tiene sus raíces desde la antigua Grecia, desde entonces no han cesado los avances en esta área, en el siglo XX surgieron nuevas ramas como la Física de altas energías, Física atómica y nuclear, Física del estado sólido y Astrofísica.
- En México, se desarrollan temas como la Astrofísica, Física de partículas y campos, Física de fluidos, Física estadística, Geofísica, Materia condensada, Física Médica, y Física nuclear.

Prospectiva de la profesión

- La física atiende diversas necesidades sociales como la investigación científica, educación en ciencias y formación científica, desarrollo tecnológico e industrial, y salud y medicina. Es por ello que representa una disciplina importante que orienta y mejora el bienestar de la sociedad.
- En México aún existen grandes áreas de oportunidad tales como la astrofísica, óptica, física de fluidos, física estadística, física médica y física nuclear.
- El tipo de habilidades requeridas para el trabajo serán: pensamiento analítico y creativo; resiliencia, flexibilidad, agilidad, motivación, conciencia de sí mismo, curiosidad, aprendizaje a lo largo de la vida, confiabilidad y atención al detalle; literacidad tecnológica; empatía y escucha activa, liderazgo e influencia social; y control de calidad (WEF, 2021).
- El tipo de habilidades requeridas para el trabajo serán: pensamiento analítico y creativo; resiliencia, flexibilidad, agilidad, motivación, conciencia de sí mismo, curiosidad, aprendizaje a lo largo de la vida, confiabilidad y atención al detalle; literacidad tecnológica; empatía y escucha activa, liderazgo e influencia social; y control de calidad (WEF, 2021).
- La prospectiva de la licenciatura en Física se enfoca en un crecimiento significativo en sectores tecnológicos como la nanotecnología, la energía renovable y la computación cuántica. También se prevé integración con otras disciplinas como la biología, medicina y química ampliando oportunidades de colaboración interdisciplinar. La investigación y la docencia siguen siendo campos importantes.

1.2.2 Análisis comparativo de programas educativos

Objetivos

El objetivo general del presente análisis, junto con los objetivos específicos se enuncian en la Tabla 1.37.

Tabla 1.37

Objetivos del Análisis comparativo de programas educativos

Objetivo general	Objetivo específico
Realizar un análisis comparativo para identificar las mejores prácticas en los programas educativos nacionales e internacionales de acuerdo con criterios de calidad, trascendencia y reconocimiento.	Comparar las prácticas, características y estrategias desarrolladas por instituciones educativas en los mejores programas educativos nacionales e internacionales reconocidos por organismos acreditadores o por rankings nacionales y/o internacionales.
	Determinar las prácticas y estrategias destacables de los mejores programas educativos nacionales e internacionales para ser considerados en la creación, modificación o actualización del programa educativo.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Metodología

El tipo de diseño e investigación corresponde con una investigación comparada y documental (Serna y Castro, 2018). Por lo tanto, en este apartado se describen los mejores diez programas de Licenciatura en Física, a nivel nacional e internacional. En este sentido, se muestran las características principales (objetivos, duración del programa, créditos, perfil de egreso, y campo laboral) así como la estructura del plan de estudios y las prácticas identificadas en las mejores instituciones de educación superior. En un primer bloque se muestra la información referente a las siguientes universidades mexicanas: Instituto Politécnico Nacional, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad de Sonora (UNISON) y Universidad de Guanajuato. Mientras en el segundo apartado, se expondrán los resultados correspondientes a los programas ofertados en las siguientes universidades internacionales: California Institute of Caltech (Caltech), University of California-Berkeley, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Princeton University y Harvard University.

Resultados

Los distintos planes de estudio de la Licenciatura en Física analizados en este apartado tienen una duración de ocho semestres, únicamente la UNAM delimita su duración en nueve semestres. Respecto a los créditos, se observa una variación entre estos; el plan de estudios de la Universidad de Guanajuato y la BUAP requieren la menor cantidad que corresponden a 226 y 244 respectivamente; en el Instituto Politécnico Nacional y en la UNISON establecen como límites máximos 380 créditos; y la UNAM presenta la mayor cantidad de créditos con 418.

Entre los conocimientos, capacidades y habilidades que las instituciones de educación superior a los cuales se comprometen en el perfil de egreso se mencionan en general: la preparación de los estudiantes para el análisis de situaciones complejas, conocimientos sólidos de las leyes fundamentales en física y matemáticas, de los métodos experimentales de la física, para continuar con el posgrado o especializaciones, habilidades para la docencia e investigación, así como para utilizar programas computacionales. En particular, la UNAM y la UNISON buscan que sus egresados adquieran conocimientos y habilidades para el modelado de los comportamientos de diversos sistemas. La BUAP y la Universidad de Guanajuato declaran en su perfil de egreso la formación en habilidades instrumentales (organización, planificación, comunicación oral y escrita, lengua extranjera, informática, toma de decisiones y solución de problemas) y personales (ética en el desempeño, habilidades interpersonales).

En el campo laboral se mencionan los siguientes: Centros de investigación y desarrollo tecnológico, Centros de enseñanza, dependencias de gobierno, sector salud, financiero y empresarial, o estudios de posgrado. Específicamente, la Universidad de Sonora y el Instituto Politécnico Nacional establecen como una opción laboral la consultoría; y la UNAM indica una amplia diversidad como son la industria electrónica, nuclear, óptica, eléctrica, metalúrgica, petrolera e ingeniería de materiales. (ver Tabla 1.38).

Tabla 1.38

Programas Educativos Nacionales iguales a LF

Programa	Objetivos	Campo laboral	Duración	Perfil de egreso	Créditos
Licenciatura en Física y Matemáticas. <i>Instituto Politécnico Nacional</i>	Formar profesionales con una preparación sólida en dos ramas básicas de la ciencia: Física y Matemáticas.	Centros de investigación y desarrollo tecnológico. Dependencias oficiales: SEP, SCT, SECOFI, IMSS, ISSSTE. Organismos descentralizados: IMP, ININ, CFE. La banca oficial y privada. Centros de cómputo. Empresas públicas y privadas: automotriz, bienes de capital o de consumo, energía, comunicaciones, alimentaria, electrónica. Trabajo independiente. Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, Hospital 20 de Noviembre, Médica Sur.	8 semestres	El egresado de la Licenciatura en Física y Matemáticas tiene una sólida preparación en física y matemáticas, está habituado al análisis de situaciones complejas y la búsqueda de soluciones originales: Comprensión de las estructuras, las propiedades fundamentales, y las leyes generales, a partir del estudio de la Física y las Matemáticas. Docencia. Investigación científica y Desarrollo tecnológico. Desempeño en la industria; instrumentación y control, metrología, procesos de ingeniería, control estadístico, computación y aplicaciones. Diseño en computadora de programas estadísticos de producción, población, evaluación de recursos naturales. Estudio y solución de problemas técnicos	380 máximo, 326 mínimo.

Programa	Objetivos	Campo laboral	Duración	Perfil de egreso	Créditos
				originales. Estudios de especialización o posgrado (ciencias puras o aplicadas, materiales, comunicaciones, energéticos, robótica, computación e informática, biofísica, biomedicina, metrología).	
Licenciatura en Física Aplicada. <i>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)</i>	Formar licenciados en Física Aplicada competentes, con fundamentos sólidos en física y matemáticas, capaces de solucionar tanto problemas prácticos de aplicación y desarrollo tecnológico; como de incursionar en actividades de aplicación y desarrollo de tecnologías de forma interdisciplinaria, e investigación y docencia en áreas de la física.	Estudios de posgrado. Física aplicada al estudio y desarrollo de procesos tecnológicos y técnicas experimentales. Centros de investigación e industria.	8 semestres	Conocimientos: Leyes fundamentales de la física, matemáticas, estructuras lógicas, soporte experimental, manejo de datos y descripción de fenómenos naturales. Fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas. Métodos experimentales. Bases teóricas de la matemática fundamental Conoce los experimentos de la física clásica. Evolución histórica de los conceptos, leyes y teorías de la física y de los experimentos que les dieron origen. Métodos matemáticos y numéricos. Ética y su relación con las	244 máximo, 233 mínimo. Nivel básico 21 asignaturas (119 créditos). Nivel formativo 18 asignaturas disciplinarias y 3 optativas, servicio social y prácticas profesionales (114 créditos).

Programa	Objetivos	Campo laboral	Duración	Perfil de egreso	Créditos
				profesiones. Estrategias para el logro de los aprendizajes a través del pensamiento complejo. Comunicación asertiva, verbal y escrita de una Lengua Extranjera apoyada en las Métodos básicos de investigación. Habilidades: Aprendizaje autónomo. Construye argumentaciones lógicas. Toma de decisiones y solución de problemas. Investigación. Construye modelos que describan situaciones complejas. Aplica habilidades experimentales en la solución de problemas. Aplica los conocimientos de la Física para interpretar experimentos Utiliza programas de computación para procesar información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos. Comunica conceptos, procesos de investigación	

Programa	Objetivos	Campo laboral	Duración	Perfil de egreso	Créditos
				y resultados científicos, oral y escrita.	
Licenciatura en Física. <i>Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)</i>	--	Centros de investigación y enseñanza Área tecnológica, en solución de problemas Industria electrónica, nuclear, óptica, eléctrica, metalúrgica, petrolera, e ingeniería de materiales Sector salud Sector financiero Empresas Oficinas de gobierno	9 semestres	Conocimientos: Modelación teórica del comportamiento de los sistemas físicos y no físicos. Teóricos y experimentales. Capacidad analítica y creativa. Análisis y solución científica de los problemas. Transferir el conocimiento.	Total 418: 358 obligatorios (35 asignaturas), 60 optativos (6 a 9 asignaturas optativas).
Licenciatura en Física. <i>Universidad de Sonora (UNISON)</i>	Formar profesionales dedicados al estudio sistemático y científico de los fenómenos naturales, utilizando las Matemáticas como lenguaje y combinando estudios teóricos, experimentales y computacionales en la búsqueda de las leyes físicas que describen la naturaleza.	Docencia Investigación Difusión científica Estudio de posgrado Consultoría Empresas (habilidades de pensamiento riguroso, manejo de herramientas matemáticas, uso de modelos para estudiar diversos sistemas).	8 semestres	Habilidades: Alto manejo técnico de la herramienta matemática. Uso de modelos para el estudio de sistemas reales. Conocimientos: Mecánica clásica Electrodinámica clásica Mecánica cuántica Física estadística	Total 380: 169 Eje básico, 130 Eje profesionalizante, 40 Eje integrador, 25 Eje especializante, y 16 Eje de formación común.
Licenciatura en Física. <i>Universidad de Guanajuato</i>	Formar recursos humanos en el área de la física, con las competencias necesarias para generar y aplicar el conocimiento, mediante un enfoque	Docencia Investigación Empresas del sector público o privado	8 semestres	Se proponen tres grupos de competencias del egresado, en concordancia con el proyecto Tuning: Instrumentales, capacidad de análisis y síntesis, de organización y	Total 226.

Programa	Objetivos	Campo laboral	Duración	Perfil de egreso	Créditos
	científico e interdisciplinario, orientado hacia la atención de necesidades de innovación científica y tecnológica en beneficio de la sociedad.			planificación, comunicación oral y escrita, lengua extranjera, de informática, de gestión de la información, resolución de problemas y toma de decisiones. Personales, trabajo en equipo, habilidades interpersonales, comunicación con otros con profesionales de otras áreas, razonamiento crítico y autocrítico, capacidad de investigación, ética en el desempeño. Sistémicas.	

Nota. Adaptado de Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (2017); Instituto Politécnico Nacional (2023); Universidad Nacional Autónoma de México (2021); Universidad de Sonora (2023); Universidad de Guanajuato (2023).

Entre las mejores prácticas identificadas en los programas nacionales de Licenciatura en Física se encuentra lo siguiente:

El **Instituto Politécnico Nacional** pone a disposición de los interesados la Licenciatura en Física y Matemáticas. Este programa se estructura en ocho semestres, los cuales parten de un tronco común de tres semestres. Posterior a ello, los estudiantes eligen entre cuatro opciones de especialización, mismos que se cursan en los cinco semestres posteriores, estos son: Física, Matemáticas, Matemática educativa e Ingeniería Nuclear.

El tronco común se integra por asignaturas con una formación en matemáticas: (a) *primer semestre*, cálculo I, álgebra I, geometría analítica, física I, laboratorio de física I; (b) *segundo semestre*, cálculo II, álgebra II, ecuaciones diferenciales, física II, laboratorio de física II, análisis vectorial; y (c) *tercer semestre*, cálculo III, álgebra III, física III, laboratorio de física III, asignaturas optativas (programación I y geometría proyectiva).

La especialidad en Física incluye las siguientes asignaturas: (a) cuarto semestre, cálculo IV, física IV, introducción a métodos matemáticos, y circuitos eléctricos; (b) quinto semestre, física teórica, introducción a la física moderna, y dos materias optativas; (c) sexto semestre, física teórica II, mecánica cuántica II y dos materias optativas; (d) séptimo semestre, física teórica III, mecánica cuántica y dos asignaturas optativas; (e) octavo semestre, física estadística y tres asignaturas optativas.

Las asignaturas optativas ofrecen las siguientes posibilidades: métodos matemáticos I y II, laboratorio I, II, III y IV, electrónica funcional, introducción a la física del estado sólido, teoría del control I y II, radiación y propagación, introducción a la física atómica y molecular, e introducción a la física nuclear y partículas elementales.

Por su parte, la **Universidad de Sonora** es una institución pública que registra a más de 35,000 estudiantes, el 97% pertenecen al nivel de licenciatura, y son atendidos por 1,654 docentes. En el *QS World University Rankings 2024*, para la región de América Latina y el Caribe-América Central, se ubica en el lugar 36. Entre los 54 programas de licenciatura que ofrece se encuentra la Licenciatura en Física (QS, 2024).

El plan de estudios se integra por cinco ejes: el básico y profesionalizante representan el 79% de los créditos, se incluyen asignaturas del área disciplinar, formación en matemáticas y expresión oral y escrita; el eje integrador abarca el 10% del total de créditos y las asignaturas se cursan en el último semestre; el eje especializante constituye el 7% de los créditos, los estudiantes pueden seleccionar entre una amplia lista de asignaturas optativas; el eje de formación común representa el 4% de los créditos.

La Formación Especializante incluye las siguientes asignaturas: astrofísica I, II, III, y IV, biofísica, biofísica molecular, biofotónica y óptica médica, biología molecular y celular para físicos, dinámica no lineal, electrodinámica, electrónica de potencia, elementos de química, espectroscopia óptica, espectroscopia y dinámica molecular, estado sólido, estructura y dinámica de suspensiones coloidales, física biológica, física computacional II, física de atmósferas, física de radiaciones, física del sol, física molecular, fisicoquímica, fisicoquímica de superficies, fisicoquímica macromolecular, formalismo y filosofía de la teoría de la relatividad, hidrodinámica clásica, iniciación a la física de partículas, instrumentación III, e interacción radiación materia.

Dentro de este mismo eje especializante, los estudiantes cursan asignaturas introductorias en temáticas como astrofísica, astronomía, ciencia de materiales, cosmología, física de los fluidos complejos, física de polímeros, física del sol, fluorescencia, relatividad general, reofísica de los fluidos complejos, tecnología de vacío, teoría cuántica de campos, teoría de grupos, láseres, y materiales autoensamblantes, mecánica analítica, mecánica cuántica avanzada, mecánica cuántica relativista, mecánica de medios continuos, métodos matemáticos de la física III, métodos numéricos y computacionales en materiales suaves, modelos fenomenológicos de procesos luminiscentes en sólidos, óptica física, óptica geométrica, óptica no lineal, optoelectrónica, procesos luminiscentes en sólidos inducidos por radiación, propiedades foto-térmicas de los materiales, propiedades ópticas de la materia, propiedades ópticas y dieléctricas de no-metales, y química del estado sólido.

Las asignaturas del Eje de Formación Común brindan a sus egresados oportunidades de formación en habilidades instrumentales y personales, tales como: actividades culturales y deportivas, estrategias para aprender a aprender, características de la sociedad actual, nuevas tecnologías de la información y la comunicación, ética y desarrollo profesional.

De igual manera, esta licenciatura ofrece distintos seminarios para formar a sus estudiantes, mismos que van desde astrofísica, estado sólido, física clásica, física computacional, física experimental, física interdisciplinaria, física matemática, física teórica, métodos matemáticos, óptica, simetrías en física, sistemas aleatorios, sistemas de control, sistemas de muchos electrones, sistemas digitales, y hasta seminario de tesis.

Asimismo, brinda técnicas de talleres, teledetección o percepción remota, teoría cuántica del estado sólido, teoría de grupos, teoría especial de la relatividad, tópicos de física computacional, tópicos de fluidos complejos, tópicos de materiales biomoleculares, tópicos de relatividad, tópicos de termostática, y turbulencia atmosférica.

La **Universidad Nacional Autónoma de México** es la institución pública más grande de México y registra una matrícula de más de 159,000 estudiantes, el 80% pertenecen al nivel de licenciatura, y son atendidos por 16,588 docentes. En el QS World University Rankings 2024, para la región de América Latina y el Caribe-América Central, se ubica en el lugar 2. Entre los 133 programas de licenciatura que ofrece se encuentra la Licenciatura en Física (QS, 2024).

La máxima casa de estudios de México se caracteriza por atraer a un número alto de candidatos. Así lo muestra los 1,946 aspirantes para el ciclo escolar 2021-2022 que presentaron examen de admisión, y de los cuales únicamente ingresaron el 16.45%. La Licenciatura en Física de la UNAM está acreditada por los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) y se encuentra en el nivel 1.

Una de las principales prácticas que se identificaron como diferentes o sobresalientes en comparación con los otros programas estudiados fueron las opciones de titulación sugeridas a sus estudiantes, estas abarcan: tesis, actividad de apoyo a la investigación, seminario de titulación, actividad de apoyo a la docencia, trabajo profesional, servicio social, proyecto de apoyo a la divulgación. Asimismo, es posible obtener el título mediante una de las siguientes opciones: estudios de posgrado, ampliación y profundización del conocimiento, examen general de conocimientos o alto rendimiento académico.

Las asignaturas obligatorias son: *Primer semestre*, física contemporánea, álgebra, geometría analítica I, cálculo diferencial e integral I, computación. *Segundo semestre*, mecánica vectorial, laboratorio de mecánica, geometría analítica II, cálculo diferencial e integral II. *Tercer semestre*, fenómenos colectivos, laboratorio de fenómenos colectivos, álgebra lineal I, cálculo diferencial e integral III. *Cuarto semestre*, electromagnetismo I, laboratorio de electromagnetismo, ecuaciones diferenciales I, cálculo diferencial e integral IV. *Quinto semestre*, introducción a la física cuántica, óptica, laboratorio de óptica, variable compleja I, optativa. *Sexto semestre*, mecánica analítica, termodinámica, matemáticas avanzadas de la física, relatividad, optativas. *Séptimo semestre*, electromagnetismo II, mecánica cuántica, laboratorio de electrónica, física computacional, optativas. *Octavo semestre*, física atómica y materia condensada, laboratorio de física contemporánea I, dinámica de medios deformables, física estadística, optativas. *Noveno semestre*, física nuclear y subnuclear, laboratorio de física contemporánea II, optativas.

A partir del quinto semestre y hasta el noveno, los estudiantes deben cursar cinco asignaturas optativas. Se ofertan 130 y se distribuyen en 21 grandes áreas: Acústica, Astrofísica, Biofísica y Física Médica, Ciencias de la tierra, Electrónica e instrumentación, Estado sólido, Filosofía e Historia de la Física, Física Atómica y molecular, Física computacional, Física de materiales, Física de partículas elementales, Física de plasmas, Física de radiaciones, Física matemática y teórica, Física nuclear, Materia condensada y suave, Mecánica de fluidos, Óptica, Relatividad, cosmología y gravitación, Técnicas especiales, Termodinámica y Física estadística. Esto ofrece a los estudiantes una amplia posibilidad de formación en alguna de las áreas mencionadas.

La **Universidad de Guanajuato** es una institución pública que registra a más de 30,000 estudiantes, el 86% pertenecen al nivel de licenciatura, y son atendidos por 1,572 docentes. En el QS World University Rankings 2024, para la región de América Latina y el Caribe-América Central, se ubica en el lugar 19. Entre los 65 programas de licenciatura que ofrece se encuentra la Licenciatura en Física (QS, 2024).

Esta universidad cuenta con tres criterios de selección: examen de ingreso (60%) y promedio general (40%); examen de ingreso (60%), promedio general de EMS (20%), y curso propedéutico (20%); o excelencia académica, se valora el reconocimiento por haber

obtenido alguno de los tres primeros lugares en alguna olimpiada nacional de matemáticas, física, química o biología, organizada por instancias de reconocimiento académico como la Sociedad Mexicana de Física, Sociedad Matemática Mexicana o la Academia Mexicana de las Ciencias.

Esta Licenciatura en Física tiene una duración de ocho semestres y se cursa únicamente en la modalidad escolarizada. Las asignaturas se distribuyen de la siguiente manera: en el *primer semestre* se cursan matemáticas superiores, programación básica, física general, química general, y desarrollo histórico de la física moderna. En el *segundo semestre*, algebra lineal, cálculo diferencial, cálculo integral, mecánica clásica, herramientas informáticas y de gestión. En *tercer semestre*, cálculo de varias variables, ecuaciones diferenciales ordinarias, fluidos, ondas y temperatura, métodos numéricos, y una optativa. En *cuarto semestre*, análisis vectorial, variable compleja, probabilidad y estadística, electricidad y magnetismo, y una optativa. En *quinto semestre*, ecuaciones diferenciales parciales, electromagnetismo, mecánica analítica, termodinámica, física cuántica. En *sexto semestre*, mecánica cuántica, mecánica estadística, funciones especiales, física relativista, y una asignatura optativa. En *séptimo semestre*, óptica, taller de investigación, laboratorio avanzado, temas selectos de física, más una asignatura optativa. Por último, en *octavo semestre* se cursan tres asignaturas optativas. En todos los semestres se incluye la asignatura de competencias genéricas.

La **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla** es una institución pública que registra a 94,692 estudiantes y son atendidos por 2,463 docentes. Debido a su calidad se ubica dentro del QS World University Rankings 2024 –para la región de América Latina y el Caribe-América Central–en el lugar 14 (QS, 2024). Entre los programas de licenciatura que ofrece se encuentra la Licenciatura en Física Aplicada.

Los créditos necesarios para cubrir el plan de estudios son 243 como máximo y 231 mínimo. La estructura del plan de estudios se integra por asignaturas del nivel básico y del nivel formativo. Las asignaturas correspondientes al nivel básico son: Matemáticas Básicas, Matemáticas Superiores, Algebra Superior, Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Ecuaciones Diferenciales, Cálculo Vectorial, Espacios Vectoriales, Mecánica I, Mecánica II, Electromagnetismo, Física Experimental I y II, Electrónica con laboratorio, Física

Computacional, Desarrollo de Habilidades del Pensamiento Complejo, Formación Humana y Social, y Lengua Extranjera I, II, III y IV.

Las asignaturas que integran el nivel formativo son: Diseño y optimización de experimentos, Métodos Matemáticos, Adquisición y Procesamiento de Datos Experimentales, Simulación de Sistemas Físicos, Óptica, Física Térmica, Física experimental III y IV, Física Contemporánea con laboratorio, Mecánica Cuántica, Mecánica Teórica, Electrodinámica, Mecánica Estadística, Optativa de área I, II y III, además de la Práctica Profesional y el Servicio Social.

De esta manera, la Licenciatura en Física aplicada de la BUAP busca cumplir con el objetivo principal que consiste en conocer, entender y aplicar las leyes físicas, en la descripción, explicación y predicción de diversos fenómenos de manera multidisciplinaria, con capacidad para incursionar en otras áreas afines a la física de manera autónoma y especializada en alguna área de aplicación. El egresado puede desempeñarse en el desarrollo de equipos y procesos tecnológicos, y en la aplicación de técnicas experimentales afines a la medicina, oceanografía, meteorología, medio ambiente, comunicaciones, análisis de datos entre otros.

En el siguiente apartado se mencionarán las características de los programas internacionales de las siguientes instituciones: California Institute of Technology (Caltech), University of California- Berkeley, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Princeton University y Harvard University.

De manera general, los objetivos de las distintas licenciaturas en física señalan la comprensión de las leyes de la física, así como del comportamiento de la materia, experiencia sólida en laboratorios, y formación en investigación. La duración es unívoca en los cinco programas analizados, debido a que en todos estos se marcan cuatro años.

La estructura de los planes de estudio es principalmente marcada por una formación básica, otra de cursos avanzados o enfocados y una más de laboratorio. Es importante mencionar que no se especifican los créditos mínimos ni máximos, lo que sí se observa en una sugerencia de la ruta académica que da flexibilidad a los estudiantes en la elección de

asignaturas. Sin embargo, también les recomiendan buscar la asesoría entre un listado de docentes disponibles para ello.

En lo referente al perfil de egreso, los distintos programas buscan una formación sólida en la leyes de la física fundamental, en las leyes de la física moderna, habilidades de laboratorio, capacidad para desarrollar sus propios proyectos experimentales, sólida formación en investigación, capacidad para resolver problemas, proporcionar una base sólida para los estudios de posgrado, capacidad para analizar problemas físicos y probar ecuaciones, y experiencia en programación de física computacional.

Finalmente, en el campo laboral destacan la posibilidad de los egresados de incursionar a los estudios de posgrado, la investigación, la enseñanza, la consultoría y en las industrias de alta tecnología (ver Tabla 1.39)

Tabla 1.39*Programas Educativos Internacionales iguales a LF*

Programa	Objetivos	Duración	Perfil de egreso	Campo laboral
California Institute of Technology (Caltech)	Proporcionar a los estudiantes una visión general sobre la comprensión moderna de las leyes físicas, experiencia en laboratorio, y experiencia en investigación, esto último mediante becas de investigación en el verano.	4 años.	Conocimiento de las leyes físicas fundamentales que se aplican al mundo a escala nuclear y hasta la cosmológica. Experiencia en datos y análisis estadísticos, y técnicas experimentales. Investigación. Experiencia en programación de física computacional. Experiencia en resolución de problemas.	No menciona
University of California-Berkeley	Proporcionar una formación amplia en física fundamental mediante un curso introductorio y el involucramiento en los mejores grupos de investigación a nivel mundial.	4 años.	Habilidades sólidas matemáticas y analíticas. Habilidades de laboratorio. Habilidades de comunicación oral y escrita. Comprensión sólida de las leyes fundamentales que gobiernan el universo. Comprensión de la física clásica y moderna. Capacidad para desarrollar sus propios proyectos experimentales. Capacidad para analizar problemas físicos y probar ecuaciones que describan las leyes físicas del universo.	Estudios de posgrado. Industria de alta tecnología. Consultores de gestión. Estudios en otras áreas.
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	Ampliar las fronteras de la comprensión humana del espacio, el tiempo, la materia, y la energía, desde lo elemental hasta lo más complejo.	4 años	Capacidad para resolver problemas. Proporcionar una base sólida para los estudios de posgrado en física y otros campos relacionados.	Estudios de posgrado en física y otros campos. Industria, derecho, investigación, finanzas, políticas públicas, medicina, administración.
Princeton University	Comprender, cada vez con más profundidad, el mundo físico, ampliándolo a sistemas complejos como las moléculas,	4 años	Adquisición de habilidades como: Resolución de problemas, Métodos de estimación y aproximación, Método inductivo y a partir de primeros	Investigación en física académica e industrial. Enseñanza. Consultoría.

Programa	Objetivos	Duración	Perfil de egreso	Campo laboral
	los sólidos, fluidos, galaxias y seres vivos.		principios, Desarrollo de la intuición sobre el funcionamiento de las fases de la materia, le energía y la cuántica.	Medicina, derecho, biotecnología, e ingeniería.
Harvard University	Comprender las leyes sutiles, profundas y fundamentales (relatividad, mecánica cuántica y las leyes de fuerza básica) que gobiernan el comportamiento de toda la materia. Estudiar desde las unidades más pequeñas de la materia: moléculas, átomos, núcleos y partículas subnucleares; así como explorar y explicar las diversas propiedades a las que dan lugar estas leyes en sistemas macroscópicos; y hasta sistemas más complejos como océanos y atmósferas, estrellas y materia viva.	4 años		Trabajo profesional en física, informática, química, ingeniería, física aplicada, ciencias de la tierra y planetarias, geología, astrofísica e historia y filosofía de la ciencia. Estudios de posgrado, en las áreas anteriores, y en medicina, educación, derecho, negocios y administración pública.

Nota. Adaptado de California Institute of Technology (2024); University of California- Berkeley (2024); Massachusetts Institute of Technology (2024); Princeton University (2024); y Harvard University (2024).

Las mejores prácticas y estrategias de los programas de Licenciatura en Física ubicadas a nivel internacional, se muestran a continuación.

El **California Institute of Technology** es una institución privada ubicada en Pasadena, California. En el QS World University Rankings 2024 se encuentra en el lugar 15 entre 1,500 instituciones alrededor del mundo. Para el ciclo escolar 2022-2023 tiene una matrícula de 982 estudiantes de licenciatura y 1,419 de posgrado y 300 profesores. El promedio de estudiantes por profesor es de 3:1.

A lo largo de su historia sus miembros han obtenido 46 premios Nobel, de los cuáles 19 están en el área de física. Los premios Nobel más recientes fueron para Andrea Ghez, otorgado en 2020, por haber estudiado el movimiento de las estrellas y descubierto un agujero negro en el centro de nuestra galaxia (Nobel Prize, 2023a). El segundo premio obtenido en 2022 es para John F. Clauser por su descubrimiento en el área de la mecánica cuántica en el tema de los fotones entrelazados, ayudando a descubrir que cuando dos partículas se encuentran entrelazadas lo sucedido a una determina a la otra (Nobel Prize, 2023b).

La Licenciatura en Física tiene un fuerte énfasis en la investigación. Esto coloca a los estudiantes con una amplia posibilidad de continuar con estudios de posgrado. Ofrecen preparación en física computacional y programación, así como clases de redacción y presentación, y clases de laboratorio de diseño electrónico y métodos matemáticos.

Caltech cuenta con laboratorios interdisciplinarios, para reunir a sus estudiantes con profesores locales e internacionales y realizar colaboraciones de investigación. Entre estos se encuentran los siguientes: Centro para el descubrimiento basado en datos, Centro de análisis y procesamiento de infrarrojos, Instituto Caltech para la materia e información cuántica, Instituto Keck de estudios espaciales, Laboratorio de radiación espacial, Instituto Walter Burke de física teórica.

En el Departamento de Física opera un Club de Física, en el cual los estudiantes de licenciatura tienen la oportunidad de interactuar con los estudiantes más avanzados y con los propios investigadores del área y descubrir intereses de investigación, así como mejorar sus recursos académicos (CALTECH, 2023).

La **University of California-Berkeley** es una institución pública de alto prestigio en los Estados Unidos. Destaca por la cantidad de galardonados con Premios Nobel en el área de la Física, 7 de 22 obtenidos en todas las áreas de la universidad.

La estructura de la Licenciatura en Física se divide en cursos básicos y cursos avanzados. Dentro de los primeros incluyen temas de relatividad espacial, óptica y termodinámica clásica. Temáticas como mecánica cuántica, mecánica clásica y estadística, termodinámica, electricidad, magnetismo y óptica, se aplican primero en cursos introductorios y posteriormente en avanzados. Entre los cursos propiamente avanzados se encuentran la física atómica, física de la materia condensada, propiedades ópticas, computación cuántica, biofísica, astrofísica y partículas físicas. Aunado a los cursos anteriores, se incluyen dos semestres de laboratorio, uno de instrumentación y otro de experimentación, para afianzar tanto los conocimientos adquiridos en cursos previos, como la teoría.

En esta universidad se ofrece una unidad de tutoría para los estudiantes denominado *Berkeley Connect in Physics*, el cual consiste en crear un sentido de comunidad de aprendizaje y acompañamiento científico para los estudiantes de licenciatura a través de los estudiantes del posgrado. Entre algunas de las actividades que desarrollan durante un curso son: visitas a los laboratorios de la universidad u otros del país, mentorías, discusiones grupales sobre ciencia en las noticias o en la sociedad, preparación de los estudiantes para diversas trayectorias profesionales, eventos especiales y visitas dentro del campus que les permite conectarse con investigadores experimentados. De esta manera, los estudiantes trabajan acompañados, y logran un aprendizaje más efectivo y eficiente, en lugar de permanecer en aislamiento.

El **Massachusetts Institute of Technology** (MIT) es una Universidad privada ubicada en Cambridge, Estados Unidos de Norteamérica. En el QS World University Rankings 2024 se encuentra en el primer peldaño. En el MIT se atienden aproximadamente a 4,300 estudiantes de licenciatura y 6,700 de posgrado (QS, 2023).

El MIT ofrece dos opciones para la Licenciatura en Física: plan flexible y enfocado. En el primero, los estudiantes cursan temas de física fundamental y tiene la opción de especializarse en un área distinta a la física. Entre las asignaturas requeridas en la opción

flexible se encuentran: ecuaciones diferenciales; física de la energía o mecánica clásica II; relatividad; física cuántica II o introducción a la relatividad especial; física experimental, y como mínimo, una asignatura optativa de física. Además, los estudiantes completan tres materias de otras áreas, entre las posibles opciones les presentan: astronomía, biología/biofísica, ingeniería en ciencias de la computación, química, ingeniería eléctrica, historia de la ciencia, matemáticas, ciencia de los materiales, enseñanza de las ciencias, filosofía o física cuántica. También se cursa una asignatura de comunicación escrita, oral o visual (física cuántica III; física experimental I y II; Einstein, Oppenheimer y Feynman; física del siglo XX; técnicas de observación de la astronomía óptica).

En el plan enfocado se centran en la mecánica cuántica, en experiencia y conocimientos de laboratorio, y quienes eligen este plan de estudio deberán presentar una tesis de investigación. Todos los estudiantes de Física del MIT tienen a su disposición 17 laboratorios y centros de investigación.

En el departamento de física se estudian cuatro áreas: astrofísica y cosmología; física teórica nuclear y de partículas; física experimental nuclear y de partículas; y física atómica, biológica, de la materia condensada y del plasma. Los estudiantes de pregrado tienen la oportunidad de obtener empleo dentro de este departamento o en otros como mentores, calificadores, y asistentes de investigación que no sobrepase las 20 horas/semana (MIT, 2023).

Princeton University es una institución privada de alto prestigio en Princeton, Estados Unidos de Norteamérica; ocupa el lugar 17 en el QS World University Rankings 2024 (QS, 2023). Actualmente, 1,285 docentes atienden a 5,548 estudiantes de licenciatura y 3,157 de posgrado. La proporción de estudiantes por docente corresponde a 5:1.

El plan de estudios de la Licenciatura en Física se estructura en 5 cursos previos a la concentración en física e incluyen física general I y II, de la mecánica clásica a la cuántica y dos asignaturas de matemáticas. A partir del segundo año, una vez cubiertos los cursos previos, pueden estudiar asignaturas de mecánica cuántica, termodinámica y mecánica clásica, física experimental, análisis complejo o ecuaciones diferenciales. Adicionalmente, tres cursos de física son requeridos, más un curso electivo de física de mayor nivel de complejidad que los anteriores. En el tercer año, los estudiantes deben realizar dos trabajos

de investigación que abarquen temas de actualidad. En el último año, aunado a otras asignaturas del curso, se escribe la tesis de investigación. En esta universidad se ofrece un seminario de escritura desde el primer año de la licenciatura.

Entre los recursos, instalaciones y laboratorios de la Universidad de Princeton se encuentra el museo de arte con más de 100,000 piezas en exhibición, más de 200 edificios en todo el campus, y diversos laboratorios de investigación tanto en el departamento de física como en otros.

Harvard University es una institución privada, fundada en 1936. Actualmente cuenta con 7,103 estudiantes, su tasa de graduación es del 98% y la proporción de estudiantes por profesor es de 7:1. En lo que respecta al Departamento de Física, tiene el mayor número de egresados de física de los Estados Unidos de Norteamérica. Entre sus logros precisan 10 premios Nobel de Física, el galardonado más reciente es el Dr. Row J. Glauber por su aportación, en 2005, a la teoría cuántica de la coherencia óptica. En este departamento les interesa conocer el origen del universo, la teoría de cuerdas, la astrofísica y la cosmología, comprender el mundo de los coloides, la meso y la nanoescala, la materia condensada, la física atómica, molecular y de partículas. Se recomienda a los estudiantes aprender de forma autodidacta o tomar curso de herramientas computacionales como Matlab, Mathematica, y Phyton, dado que tanto en física teórica como experimental resultan útiles.

Entre los recursos e instalaciones que tienen a su disposición los estudiantes de Física de la Universidad de Harvard ostentan 11 centros de investigación. También se encuentran el Laboratorio de diseño de instrumentos electrónicos, en donde tienen a su disposición las herramientas, materiales y asesoría para diseñar y construir instrumentos electrónicos. En el Laboratorio de Física Educativa se les enseña a realizar e interpretar mediciones, así como comparar datos de modelos predictivos. A su vez, tienen a su disposición el Taller de máquinas didácticas y el Taller de fabricación de máquinas. Además, colabora con otros laboratorios fuera de Harvard como el Fermilab, considerado el laboratorio principal de física de partículas de Estados Unidos de Norteamérica; CERN, Cornell Wilson Synchrotron Laboratory, Stanford Linear Accelerator Center, Lawrence

Livermore National Lab, Soudan Mines in Northern Minnesota, y National Institute of Standards and Technology y tiene convenio con el MIT para el uso de sus laboratorios.

Asimismo, tienen una sala de lectura de física –con la finalidad de tener un espacio cómodo y privado dentro de la universidad– sala de lactancia y paternidad, brindando privacidad y comodidad para toda la comunidad de física que así lo requiera. En esta universidad fomentan la interacción de los estudiantes de licenciatura con los investigadores y estudiantes de posgrado, a través de la sociedad de alumnos quienes organizan un folleto de consejos para los estudiantes de nuevo ingreso, almuerzos y comidas, sesiones de “física genial” en donde un estudiante comparte temas de investigación, entre otros eventos.

Conclusiones del Análisis comparativo de programas

- En el ámbito nacional, la duración de la Licenciatura en Física oscila entre ocho y nueve semestres. Los créditos solicitados para completar el plan de estudios varían entre 226 y 418.
- Entre los conocimientos, capacidades y habilidades se incluyen los siguientes: conocimientos sólidos de las leyes fundamentales en física y matemáticas, métodos experimentales de la física, habilidades para el análisis de situaciones complejas, utilizar programas computacionales, docencia e investigación, y para continuar con el posgrado o especializaciones.
- En el campo laboral, los egresados de la LF pueden incursionar en diversos ámbitos como el educativo, industrial, económico-financiero, salud, gobierno, la consultoría y el posgrado. La UNAM indica una amplia diversidad como son la industria electrónica, nuclear, óptica, eléctrica, metalúrgica, petrolera e ingeniería de materiales

- En el IPN, se oferta la Licenciatura en Física y Matemáticas en ocho semestres. En este programa destacan cuatro opciones de especialización: Física, Matemáticas, Matemática educativa e Ingeniería Nuclear.
- En la BUAP se oferta la Licenciatura en Física Aplicada, se integra por un máximo de 244 créditos y un mínimo de 233. El nivel básico se conforma por asignaturas que aportan 119 créditos; mientras el nivel formativo incluye asignaturas disciplinarias, optativas, servicio social y prácticas profesionales que representan 114 créditos. Los egresados pueden desempeñarse en el desarrollo de equipos y procesos tecnológicos, y en la aplicación de técnicas experimentales afines a diversas áreas como medicina, oceanografía, meteorología, entre otros.
- En la UNAM, la Licenciatura en Física se cursa en nueve semestres y se integra por 418 créditos; los estudiantes deben cursar 35 asignaturas obligatorias y seis optativas. En este programa se ofrecen 130 asignaturas optativas agrupadas en 21 áreas entre las cuales los estudiantes pueden elegir. De igual forma, se brinda una amplia variedad de opciones para la titulación.
- En la UNISON la Licenciatura en Física se cursa en ocho semestres y se deben cubrir 380 créditos que se distribuyen en cinco ejes: el básico y profesionalizante (79% de los créditos), se incluyen asignaturas del área disciplinar, formación en matemáticas y expresión oral y escrita; el eje integrador (10% del total de créditos) las asignaturas se cursan en el último semestre; en el eje especializante (7% de los créditos), los estudiantes pueden seleccionar entre una amplia lista de asignaturas optativas; en el eje de formación común (4% de los créditos) se ofrecen actividades que promueven la formación integral, se incluyen asignaturas como nuevas TIC, aprender a aprender, actividades culturales y deportivas, entre otras.
- En la Universidad de Guanajuato, la Licenciatura en Física es un programa diseñado para cubrir 226 créditos, se orienta hacia la atención de necesidades de innovación científica y tecnológica, además destacan sus criterios de selección.
- En el California Institute of Technology, la Licenciatura en Física tiene un fuerte énfasis en la investigación, otorgando a los egresados una amplia posibilidad de

continuar con estudios de posgrado. Brindan preparación en física computacional y programación, así como clases de redacción y presentación, y clases de laboratorio diseño electrónico y métodos matemáticos.

- University of California-Berkeley, la Licenciatura en Física se divide en cursos básicos y avanzados, dos semestres de laboratorio, uno de instrumentación y otro de experimentación; destaca la unidad de tutoría que permite crear un sentido de comunidad de aprendizaje y acompañamiento científico para los estudiantes de licenciatura a través de los estudiantes del posgrado.
- Massachusetts Institute of Technology (MIT), ofrece dos opciones para la Licenciatura en Física: plan flexible y enfocado. En el primero, los estudiantes cursan temas de física fundamental y tiene la opción de especializarse en un área distinta a la física. En el plan enfocado se centran en la mecánica cuántica, en experiencia y conocimientos de laboratorio, y se elabora una tesis de investigación.
- En Princeton University, la Licenciatura en Física se estudia en cuatro años, los estudiantes se registran en 5 cursos previos a la concentración en física; a partir del tercer año, se realizan dos trabajos de investigación con temas de actualidad; en el último año, aunado a otras asignaturas del curso, se escribe la tesis de investigación. En todos los semestres se preparan en el seminario de escritura.
- Harvard University ofrece la licenciatura en Física que tiene el objetivo de estudiar desde las unidades más pequeñas de la materia, hasta sistemas más complejos como océanos y atmósferas, estrellas y materia viva; cuenta con 11 centros de investigación, laboratorios, talleres de fabricación de máquinas, y colaboran con otros laboratorios fuera de Harvard; destacan diversas áreas para el bienestar de los estudiantes como la sala de lectura y la sala de lactancia, la interacción con los investigadores y estudiantes de posgrado; se recomienda a los estudiantes aprender de forma autodidacta o tomar curso de herramientas computacionales como Matlab, Mathematica, y Phyton.

1.2.3 Análisis de organismos nacionales e internacionales

Objetivos

La Tabla 1.40 presenta el objetivo general y los objetivos específicos correspondientes en este análisis.

Tabla 1.40

Objetivos del Análisis de organismos nacionales e internacionales

Objetivo general	Objetivo específico
Analizar los referentes nacionales e internacionales que señalan competencias, contenidos de dominio y prácticas que deben cubrirse para apoyar la creación, modificación o actualización del plan de estudios	Identificar las competencias, contenidos de dominio y prácticas de la profesión que señalan o recomiendan los organismos nacionales, como COPAES, CIEES u otras asociaciones, cámaras, colegios, —entre otras—, e internacionales para que sean incluidos en la creación, <u>modificación o actualización del programa educativo.</u>
	Identificar las competencias, contenidos de dominio y prácticas de la profesión de las evaluaciones internas y externas como el Examen General para el Egreso de la Licenciatura (EGEL) que realiza CENEVAL, para considerarlos en la creación, modificación o actualización del programa educativo.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, *Universidad Autónoma de Baja California*. CC BY-NC-ND.

Metodología

En este apartado se realizó una investigación documental. Con la finalidad de alcanzar los objetivos generales y específicos, se revisaron las páginas web del Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES) y el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (Ceneval).

Resultados

El Consejo de Acreditación de Programas Educativos en Física (CAPEF) es un organismo mexicano encargado de la acreditación y evaluación de programas educativos en física, incluyendo Ingeniería Física, Física Médica, Fisicomatemáticas y Ciencias de la Tierra; por lo que establece estándares específicos para asegurar la calidad educativa en los programas que acreditan (CAPEF, 2024). El CAPEF es supervisado por el Consejo para la

Acreditación de la Educación Superior (COPAES). El COPAES es la única organización autorizada por el Gobierno de México para asegurar la calidad de la educación superior, mediante el reconocimiento y supervisión de organizaciones acreditadoras de programas educativos del nivel superior en cualquier modalidad (COPAES, 2023). Es importante mencionar que de la búsqueda realizada no se encontraron indicadores específicos que guíen la actualización del contenido de la licenciatura en física.

Por su parte, el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (Ceneval) es una agencia de evaluación educativa no gubernamental dedicada a la elaboración de conocimientos, habilidades y competencias para el ingreso y egreso de diversos niveles educativos, además de diagnósticos, acreditaciones y certificaciones profesionales de distintas áreas profesionales (Ceneval, 2023). Esta institución realiza exámenes generales de egreso de las distintas licenciaturas de las IES denominado EGEL Plus, cuyos propósitos son: Determinar el nivel de desempeño de los egresados, establecer el grado de dominio de los conocimientos y habilidades al término de la formación académica relacionada con su profesión y conocer su nivel de dominio en habilidades de lenguaje y comunicación (Ceneval, 2023). En el caso de la Licenciatura en Física no cuenta con examen que mida los conocimientos de egreso.

Conclusiones del Análisis de organismos nacionales e internacionales

- El Consejo de Acreditación de Programas Educativos en Física (CAPEF) es un organismo encargado de la acreditación y evaluación de programas educativos en matemáticas. En la página oficial de dicho organismo no se identificaron documentos que especifiquen el contenido que debe considerarse en la licenciatura en física.
- El CENEVAL realiza exámenes generales de egreso de las distintas licenciaturas de las IES denominado EGEL Plus, cuyos propósitos son: Determinar el nivel de desempeño de los egresados, establecer el grado de dominio de los conocimientos y

habilidades al término de la formación académica relacionada con su profesión y conocer su nivel de dominio en habilidades de lenguaje y comunicación (Ceneval, 2023).

- El CENEVAL no cuenta con EGEL Plus para la Licenciatura en Física (Ceneval, 2023).

Conclusiones Estudio 1.2 Evaluación de referentes

1.2.1 Análisis de la profesión y su prospectiva

Entorno de la profesión

- El entorno en que se desarrolla la LF está fundamentado en un mundo globalizado, interconectado y cambiante.
- El avance tecnológico demanda conocimientos especializados de la Física, Matemáticas y Ciencia de Materiales.
- El desarrollo tecnológico ayudará a dar respuesta precisa al cambio climático.
- Cada vez más científicos se dedicarán a elaborar políticas científicas para asesorar a funcionarios de gobierno y organismos internacionales.
- En el ámbito educativo con el auge de la digitalización, incursionan nuevas metodologías de enseñanza, las instituciones educativas adoptan enfoques de enseñanza más interactivos.
- El mercado laboral demanda una mayor flexibilidad laboral de los Físicos, tradicionalmente se han desempeñado en la investigación y la docencia, sin embargo, hoy en día tienen oportunidades en la industria tecnológica, la consultoría, finanzas, informática, biología, y medicina.

Prácticas de la profesión

- Los Físicos realizan investigaciones sobre las propiedades de los materiales, trabajos de experimentación para encontrar la estructura y propiedades de la materia y su comportamiento en diferentes condiciones de temperatura, presión
- Los egresados de la LF también se desempeñan en actividades de docencia de las ciencias.

Profesiones afines con las que comparte su ejercicio y práctica profesional

- Las profesiones que tienen relación con la LF son: Licenciatura en Física y Matemáticas, Licenciatura en Física Aplicada, Licenciatura en Matemáticas, e Ingeniería en Física Aplicada.

Evolución de la profesión

- A nivel internacional, la historia de la Física tiene sus raíces desde la antigua Grecia, desde entonces no han cesado los avances en esta área, en el siglo XX surgieron nuevas ramas como la Física de altas energías, Física atómica y nuclear, Física del estado sólido y Astrofísica.
- En México, se desarrollan temas como la Astrofísica, Física de partículas y campos, Física de fluidos, Física estadística, Geofísica, Materia condensada, Física Médica, y Física nuclear.

Prospectiva de la profesión

- La física atiende diversas necesidades sociales como la investigación científica, educación en ciencias y formación científica, desarrollo tecnológico e industrial, y salud y medicina. Es por ello que representa una disciplina importante que orienta y mejora el bienestar de la sociedad.
- En México aún existen grandes áreas de oportunidad tales como la astrofísica, óptica, física de fluidos, física estadística, física médica y física nuclear.
- El tipo de habilidades requeridas para el trabajo serán: pensamiento analítico y creativo; resiliencia, flexibilidad, agilidad, motivación, conciencia de sí mismo, curiosidad, aprendizaje a lo largo de la vida, confiabilidad y atención al detalle; literacidad tecnológica; empatía y escucha activa, liderazgo e influencia social; y control de calidad (WEF, 2021).
- El tipo de habilidades requeridas para el trabajo serán: pensamiento analítico y creativo; resiliencia, flexibilidad, agilidad, motivación, conciencia de sí mismo,

curiosidad, aprendizaje a lo largo de la vida, confiabilidad y atención al detalle; literacidad tecnológica; empatía y escucha activa, liderazgo e influencia social; y control de calidad (WEF, 2021).

- La prospectiva de la licenciatura en Física se enfoca en un crecimiento significativo en sectores tecnológicos como la nanotecnología, la energía renovable y la computación cuántica. También se prevé integración con otras disciplinas como la biología, medicina y química ampliando oportunidades de colaboración interdisciplinar. La investigación y la docencia siguen siendo campos importantes.

Análisis comparativo de programas educativos

- En el ámbito nacional, la duración de la Licenciatura en Física oscila entre ocho y nueve semestres. Los créditos solicitados para completar el plan de estudios varían entre 226 y 418.
- Entre los conocimientos, capacidades y habilidades se incluyen los siguientes: conocimientos sólidos de las leyes fundamentales en física y matemáticas, métodos experimentales de la física, habilidades para el análisis de situaciones complejas, utilizar programas computacionales, docencia e investigación, y para continuar con el posgrado o especializaciones.
- En el campo laboral, los egresados de la LF pueden incursionar en diversos ámbitos como el educativo, industrial, económico-financiero, salud, gobierno, la consultoría y el posgrado. La UNAM indica una amplia diversidad como son la industria electrónica, nuclear, óptica, eléctrica, metalúrgica, petrolera e ingeniería de materiales
- En el IPN, se oferta la Licenciatura en Física y Matemáticas en ocho semestres. En este programa destacan cuatro opciones de especialización: Física, Matemáticas, Matemática educativa e Ingeniería Nuclear.
- En la BUAP se oferta la Licenciatura en Física Aplicada, se integra por un máximo de 244 créditos y un mínimo de 233. El nivel básico se conforma por asignaturas que aportan 119 créditos; mientras el nivel formativo incluye asignaturas

disciplinarias, optativas, servicio social y prácticas profesionales que representan 114 créditos. Los egresados pueden desempeñarse en el desarrollo de equipos y procesos tecnológicos, y en la aplicación de técnicas experimentales afines a diversas áreas como medicina, oceanografía, meteorología, entre otros.

- En la UNAM, la Licenciatura en Física se cursa en nueve semestres y se integra por 418 créditos; los estudiantes deben cursar 35 asignaturas obligatorias y seis optativas. En este programa se ofrecen 130 asignaturas optativas agrupadas en 21 áreas entre las cuales los estudiantes pueden elegir. De igual forma, se brinda una amplia variedad de opciones para la titulación.
- En la UNISON la Licenciatura en Física se cursa en ocho semestres y se deben cubrir 380 créditos que se distribuyen en cinco ejes: el básico y profesionalizante (79% de los créditos), se incluyen asignaturas del área disciplinar, formación en matemáticas y expresión oral y escrita; el eje integrador (10% del total de créditos) las asignaturas se cursan en el último semestre; en el eje especializante (7% de los créditos), los estudiantes pueden seleccionar entre una amplia lista de asignaturas optativas; en el eje de formación común (4% de los créditos) se ofrecen actividades que promueven la formación integral, se incluyen asignaturas como nuevas TIC, aprender a aprender, actividades culturales y deportivas, entre otras.
- En la Universidad de Guanajuato, la Licenciatura en Física es un programa diseñado para cubrir 226 créditos, se orienta hacia la atención de necesidades de innovación científica y tecnológica, además destacan sus criterios de selección.
- En el California Institute of Technology, la Licenciatura en Física tiene un fuerte énfasis en la investigación, otorgando a los egresados una amplia posibilidad de continuar con estudios de posgrado. Brindan preparación en física computacional y programación, así como clases de redacción y presentación, y clases de laboratorio diseño electrónico y métodos matemáticos.
- University of California-Berkeley, la Licenciatura en Física se divide en cursos básicos y avanzados, dos semestres de laboratorio, uno de instrumentación y otro de experimentación; destaca la unidad de tutoría que permite crear un sentido de

comunidad de aprendizaje y acompañamiento científico para los estudiantes de licenciatura a través de los estudiantes del posgrado.

- Massachusetts Institute of Technology (MIT), ofrece dos opciones para la Licenciatura en Física: plan flexible y enfocado. En el primero, los estudiantes cursan temas de física fundamental y tiene la opción de especializarse en un área distinta a la física. En el plan enfocado se centran en la mecánica cuántica, en experiencia y conocimientos de laboratorio, y se elabora una tesis de investigación.
- En Princeton University, la Licenciatura en Física se estudia en cuatro años, los estudiantes se registran en 5 cursos previos a la concentración en física; a partir del tercer año, se realizan dos trabajos de investigación con temas de actualidad; en el último año, aunado a otras asignaturas del curso, se escribe la tesis de investigación. En todos los semestres se preparan en el seminario de escritura.
- Harvard University ofrece la licenciatura en Física que tiene el objetivo de estudiar desde las unidades más pequeñas de la materia, hasta sistemas más complejos como océanos y atmósferas, estrellas y materia viva; cuenta con 11 centros de investigación, laboratorios, talleres de fabricación de máquinas, y colaboran con otros laboratorios fuera de Harvard; destacan diversas áreas para el bienestar de los estudiantes como la sala de lectura y la sala de lactancia, la interacción con los investigadores y estudiantes de posgrado; se recomienda a los estudiantes aprender de forma autodidacta o tomar curso de herramientas computacionales como Matlab, Mathematica, y Phyton.

Análisis de organismos nacionales e internacionales

- El Consejo de Acreditación de Programas Educativos en Física (CAPEF) es un organismo encargado de la acreditación y evaluación de programas educativos en matemáticas. En la página oficial de dicho organismo no se identificaron documentos que especifiquen el contenido que debe considerarse en la licenciatura en física.
- El CENEVAL realiza exámenes generales de egreso de las distintas licenciaturas de las IES denominado EGEL Plus, cuyos propósitos son: Determinar el nivel de

desempeño de los egresados, establecer el grado de dominio de los conocimientos y habilidades al término de la formación académica relacionada con su profesión y conocer su nivel de dominio en habilidades de lenguaje y comunicación (Ceneval, 2023).

- El CENEVAL no cuenta con EGEL Plus para la Licenciatura en Física (Ceneval, 2023).

Conclusiones generales de la evaluación externa de la LF

Pertinencia social

La evaluación externa de la licenciatura en física arroja los siguientes resultados generales:

- En el ámbito nacional e internacional, a través de la física se atienden diversas necesidades sociales y medioambientales; se realiza investigación científica que favorece el desarrollo tecnológico y la erradicación de problemas globales relacionados con el cambio climático, el desarrollo industrial y económico, y se generan nuevas soluciones en el ámbito de la salud y la medicina; de igual forma, se contribuye con la formación científica en los distintos niveles educativos; y cada vez más científicos se dedican a elaborar políticas científicas para asesorar a los funcionarios de gobierno y organismos internacionales.
- En cuanto al mercado laboral, destaca un grupo de habilidades que requieren mejorarse, algunos como el pensamiento crítico y análisis, resolución de problemas, creatividad e innovación, conocimientos de informática y tecnología, autogestión y aprendizaje activo, ya se aplican en el programa de la LF. Otros deben considerarse como la resiliencia, tolerancia al estrés, flexibilidad, capacidad de gestión, coordinación de proyectos, aprendizaje a lo largo de la vida, confiabilidad y atención al detalle, liderazgo e influencia social, y control de calidad.
- En México, los profesionistas de física ganan un promedio mensual de \$15,542⁹⁰ pesos, en el sector educativo se indican \$8,874⁹⁰ y el estudio de maestría representa una oportunidad para mejorar su perfil sin dejar de obtener recursos económicos, cuando adquieren una beca del CONAHCYT que en la actualidad equivale a \$14,852³⁹
- En este sentido, los empleadores de egresados de la LF de la UABC opinaron que la demanda laboral se vislumbra alta, debido a que estos serán importantes para resolver diversos problemas.
- Los empleadores del sector empresarial subrayaron que México requiere incursionar en campos de la ciencia y tecnología, para aplicarlos a los servicios, la manufactura, la agricultura, y las comunicaciones. Por su parte, las instituciones educativas que

ofrecen posgrado destacaron que, los estudiantes de la licenciatura en física son más inclinados a la disciplina y muestran independencia para enfocarse en problemas y resolverlos. Sin embargo, los empleadores también comentaron que es necesario reforzar el pensamiento analítico, la creatividad para generar ideas, así como los conocimientos y herramientas teóricas, computacionales y experimentales.

- El 76.6% de los egresados de la LF tienen empleo, el 46.6% gana más de la media nacional, \$20,000^{oo} pesos al mes. El 46.6% de ellos consideró que sus actividades laborales se alinean mucho con su formación profesional. Asimismo, muestran interés en continuar con estudios de posgrado.
- Los egresados comentaron que la práctica con mayor énfasis es la enseñanza de teorías, conceptos y paradigmas, y están de acuerdo con el número de horas clase, taller y laboratorio.
- A su vez, estos destacaron que es conveniente aumentar la tecnología, el material de apoyo en la enseñanza y las tutorías
- Las modalidades de aprendizaje de PP, SSP y PVVC son idóneas para la especialización de las áreas de interés de los estudiantes y para la formación integral. En opinión de los egresados, la movilidad estudiantil fue la modalidad de aprendizaje con menor participación, por lo que debe promoverse entre los estudiantes, ya que también es un compromiso del plan de estudio de esta licenciatura.
- Los programas iguales a la LF se ubicaron en 18 universidades públicas. En la zona noroeste la UABC mantiene competencia en la oferta de este programa educativo junto a la Universidad Autónoma de Sinaloa y la UNISON.
- La matrícula nacional de la LF para el ciclo escolar 2022-2023 fue de 6,978 estudiantes. En la UNAM se registró la mayor cantidad de solicitudes (1,942) ingresando únicamente el 26.26%, por lo que representa un área de oportunidad la atracción de estos aspirantes. Durante el mismo periodo en la UABC se solicitaron 10 lugares y se ofertaron y ocuparon 7.
- En Baja California, la demanda vocacional del campo profesional científico experimental se encuentra en las categorías de preferencia Muy alta y Alta. La LF fue seleccionada como primera opción por el 2.4% de la población encuestada

(n=412). Es importante realizar mayor promoción de esta licenciatura en los COBACH, en donde se registra el mayor número de estudiantes potenciales a ingresar a la universidad.

Referentes estratégicos

- En entorno en que se desarrolla la LF está fundamentado en un mundo globalizado, interconectado y cambiante. El avance tecnológico demanda conocimientos especializados en Física, Matemáticas y Ciencia de Materiales.
- El mercado laboral demanda flexibilidad laboral de físicos, debido a que tradicionalmente se han desempeñado en la investigación y docencia, hoy en día se marca la tendencia en la industria tecnológica, consultoría, finanzas, informática, biología y medicina.
- Las profesiones afines a la LF con las que comparte su ejercicio y práctica profesional son: Licenciatura en Física y matemáticas, Licenciatura en Física Aplicada, Licenciatura en Matemáticas, e Ingeniería en Física Aplicada.
- En México se desarrollan temas como la Astrofísica, Física de partículas y campos, Física de fluidos, Física estadística, Geofísica, Materia condensada, Física médica y Física nuclear.
- La prospectiva de la LF es prometedora dado que es una disciplina que orienta y mejora el bienestar de la sociedad, a través de la investigación científica, educación en ciencias y formación científica, desarrollo tecnológico e industrial, así como en la salud y medicina.
- Las mejores prácticas de las IES con mayor prestigio en el ámbito de la formación profesional en física, tanto a nivel nacional como internacional, pueden ser de interés para la LF de la UABC.
- A nivel nacional, la LF aún no cuenta con examen de egreso, el cual representa una oportunidad de titulación para los egresados de esta disciplina.

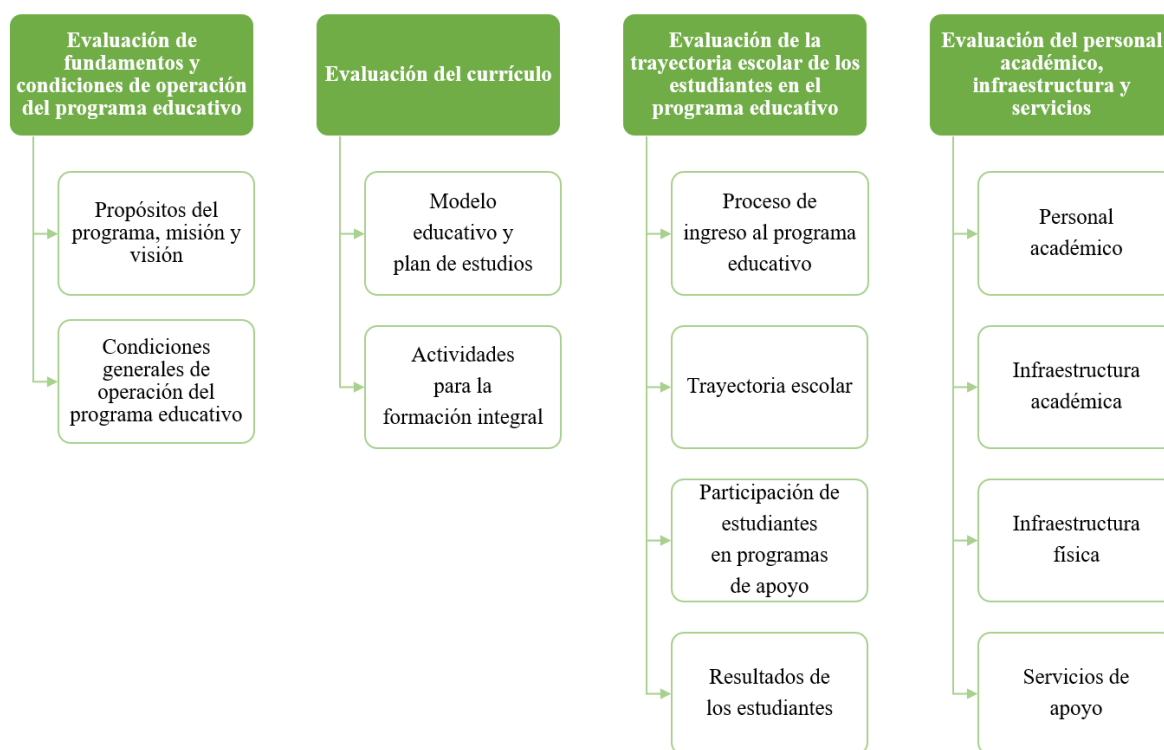
Sección II. Evaluación interna del programa educativo de la Licenciatura en Física

Introducción

La Evaluación interna del programa educativo de la Licenciatura en Física (LF) se conforma de cuatro estudios: 2.1 Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo, 2.2 Evaluación del currículo, 2.3 Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes en el programa educativo y 2.4 Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios. Cada estudio compromete categorías de análisis particulares, tal como se muestra en la Figura 2.1.

Figura 2.1

Estructura de los estudios de la Evaluación interna del programa educativo de la LF



Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Objetivo general

El objetivo general de la Evaluación interna de la LF es determinar las fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, cambio e innovación del programa educativo a fin de fundamentar su modificación o actualización. La Tabla 2.1 presenta los objetivos generales de los cuatro estudios comprometidos en esta evaluación.

Tabla 2.1

Objetivos generales y específicos de los estudios en la Evaluación interna

Objetivo general	Objetivos específicos	
2.1 Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo		
Evaluar los fundamentos y condiciones de operación del programa educativo para fundamentar la modificación o actualización del programa educativo	2.1.1	Analizar los propósitos, misión y visión del programa educativo.
	2.1.2	Analizar las condiciones generales de operación del programa educativo.
2.2 Evaluación del currículo		
Evaluar el currículo específico y genérico del programa educativo para fundamentar su modificación o actualización.	2.2.1	Analizar el plan de estudios, el mapa curricular, las asignaturas o unidades de aprendizaje (UA) y la tecnología educativa y de la información para el aprendizaje.
	2.2.2	Analizar las actividades para la formación integral de los estudiantes.
2.3 Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa educativo		
Evaluar la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa con el fin de identificar fundamentos para modificar o actualizar el programa educativo	2.3.1	Describir el proceso de ingreso al programa educativo.
	2.3.2	Analizar indicadores de trayectoria escolar de los estudiantes que cursan el programa educativo.
	2.3.3	Analizar la participación de los estudiantes en programas de apoyo.
	2.3.4	Evaluar los resultados de los estudiantes que cursaron el programa educativo, en exámenes, diversos eventos nacionales e internacionales, así como el dominio de otras lenguas.
2.4 Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios		
Evaluar la suficiencia del personal académico, la infraestructura física y académica y los servicios de apoyo al programa, a fin de fundamentar la modificación o actualización de programas educativos	2.4.1	Describir los niveles de formación del personal académico.
	2.4.2	Describir la infraestructura académica.
	2.4.3	Describir la infraestructura física.
	2.4.4	Describir los servicios de apoyo.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Método general

El método general sigue los lineamientos propuestos para la modificación y actualización de programas educativos de licenciatura de Serna y Castro (2018). Por lo tanto, para cumplir cada uno de los objetivos específicos de los cuatro estudios se desarrolló una investigación documental y una investigación empírica.

Participantes

Se contó con el apoyo de dos coordinadores, académicos, egresados de la LF y empleadores. En el caso de los académicos, egresados y empleadores se obtuvo una muestra no probabilística por autoselección de 12 académicos, 30 egresados, 8 empleadores. (ver Tabla 2.2).

Tabla 2.2

Participantes de la Evaluación externa e interna del Programa Educativo de la LF

Participantes	Población total	Muestras	
		Frecuencia	%
Académicos	30	12	40.0
Egresados	113	30	27.0
Empleadores	25	8	32.0

Con relación a los académicos, 7 (58.3%) fueron académicos de tiempo completo, 1 (8.3%) técnico académico y 4 (33.3%) profesores de asignatura (ver Tabla 2.3).

Tabla 2.3

Características generales de la muestra de académicos

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	4	66.6
	Masculino	8	33.3
Edad	25 años o menos	1	8.3
	26-30 años	1	8.3
	31-35 años	--	--
	36-40 años	2	16.6
	41-45 años	3	25.0
	46-50 años	1	8.3
	51-55 años	--	--
	56 años o más	4	33.3
Facultad donde se labora	Facultad de Ciencias	12	100

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Tipo de contratación	Otro	--	--
	Tiempo completo	7	58.3
	Medio tiempo	--	--
	Asignatura	4	33.3
	Técnico académico	1	8.3
Años de experiencia docente en UABC	1-5 años	2	16.6
	6-10 años	1	8.3
	11-15 años	4	33.3
	16-20 años	1	8.3
	Más de 21 años	4	33.3

Referente a los egresados, 13 (43.3%) pertenecen al sexo femenino y 17 (56.6%) al sexo masculino; el rango de edad con mayor frecuencia fue de 26 a 30 años (33.3%). En cuanto al lugar de residencia, 18 egresados (60.0%) indicaron residir en Baja California, tres en otro estado de la República mexicana (10.0%) y nueve (30.0%) comentó vivir actualmente en otro país. Por otra parte, 19 egresados (63.3%) señalaron su estado civil soltero(a) (ver Tabla 2.4).

Tabla 2.4

Características generales de la muestra de egresados

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	13	43.3
	Masculino	17	56.6
Edad	25 años o menos	7	23.3
	26-30 años	10	33.3
	31-35 años	6	20.0
	36-40 años	3	10.0
	41-45 años	1	3.3
	46-50 años	2	6.6
	51-55 años	--	--
	56 años o más	1	3.3
Nacionalidad	Mexicana	30	100.0
	Extranjero	--	--
Lugar de residencia actual	Baja California	18	60.0
	Otro estado de la república mexicana	3	10.0
	Fuera de México	9	30.0
Estado civil	Casado(a)	5	16.6
	Soltero(a)	19	63.3
	Divorciado(a)	4	13.3
	Unión libre	2	6.6
Hijos	Sí	4	13.3
	No	26	86.6

En el tema laboral, de los 28 egresados que trabajan, 22 (78.6%) ejercen su profesión y únicamente el empleo de seis egresados no se relaciona con su carrera (21.4%). Asimismo, cuatro egresados (13.3%) laboran de manera independiente y 26 (86.6%) forman parte de una empresa o institución. Relacionado al tipo de sector económico, 10 egresados (33.3%) trabajan en investigación científica (ver Tabla 2.5). El régimen jurídico de la empresa para la cual trabajan los egresados es el público (60.0%).

Tabla 2.5

Sector económico del empleo de los egresados

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sector económico al que pertenece la empresa o institución en que trabaja:	Educación	8	26.6
	Servicios profesionales y técnicos	2	6.6
	Alimentos y bebidas	1	3.3
	Industria	4	13.3
	Investigación	10	33.3
	No aplica	5	16.6

Sobre los empleadores de la muestra, 1 de ellos (12.5%) eran de sexo femenino y 7 (87.5%) de sexo masculino; respecto a la edad, 6 (35.0%) empleadores se ubicaron entre las edades de 56 años o más. El nivel máximo de estudios de 15 empleadores (88.0%) correspondió a Doctorado; y, la empresa u organización en la que laboraban 7 empleadores pertenecía al sector público (88.0%) (ver Tabla 2.6).

Tabla 2.6

Características generales de la muestra de empleadores

Ítem	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	1	12.5
	Masculino	7	87.5
	Sin respuesta	--	--
Máximo nivel de estudios	Licenciatura o Ingeniería	2	25.0
	Maestría	1	12.5
	Doctorado	5	62.5
Sector al que pertenece la empresa u organización	Público	4	50.0
	Privado	4	50.0

Materiales

- 1) Programa educativo de la Licenciatura en Física, Plan 2017-2 (UABC, 2017).

- 2) Autoevaluación. Criterios del Consejo de Acreditación de Programas Educativos en Física. Nivel Licenciatura [CAPEF], (2019).
- 3) Propuesta de Modificación de la Licenciatura en Física (UABC, 2017).
- 4) Primer Informe de actividades. Dr. Luis Enrique Palafox Maestre 2023-2024 (UABC, 2023).
- 5) Sistema de indicadores y estadísticas institucionales (UABC, 2021b).
- 6) Indicadores de trayectoria escolar: indicadores de trayectoria y seguimiento escolar de la Licenciatura en Física, campus Ensenada (UABC, 2024b).
- 7) Estatuto escolar de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC, 2021a).
- 8) Modelo educativo de la (UABC, 2013).
- 9) Bases de datos de académicos de la LF.
- 10) Base de datos de empleadores de la LF.
- 11) Base de datos de egresados de la LF correspondientes a las cohortes generacionales de 2017-1 al 2023-2.
- 12) Metodología para realizar estudios que fundamentan la creación, modificación o actualización de programas educativos (Serna y Castro, 2018).
- 13) Cuestionario dirigido a académicos, adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice A).
- 14) Cuestionario dirigido a egresados, adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice B).

- 15) Cuestionario dirigido a empleadores, adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice C).
- 16) Cuestionario dirigido a instituciones educativas, adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice D).

Procedimiento

El procedimiento general de la Evaluación interna se compone de dos tipos de trabajo: investigación documental e investigación empírica. En la investigación documental se analizaron diversos documentos y páginas institucionales en línea relacionadas a la implementación y resultados del programa educativo de la LF, tales como: el Programa Educativo de la LF, Plan 2017-2 (UABC, 2017) junto a la Autoevaluación del programa educativo de la LF de la FC por el Consejo de Acreditación de Programas Educativos en Física (CAPEF, 2019), la propuesta de Modificación de la Licenciatura en Física (UABC, 2017), y el Modelo educativo de la universidad (UABC, 2013). También, fueron revisadas las páginas del Sistema Integral de Información Institucional, se indagaron los Indicadores de trayectoria escolar (UABC, 2024b), además de las estadísticas de la matrícula de estudiantes albergadas en el Sistema de indicadores y estadísticas institucionales (UABC, 2021b).

La investigación empírica correspondió a un diseño transversal de tipo descriptivo con el fin de analizar las opiniones de académicos, egresados y empleadores de la LF referentes a la identificación de fortalezas y áreas de mejora:

Académicos, egresados y empleadores: la aplicación del cuestionario se administró y supervisó por medio del *software LimeSurvey* versión 1.92+ *build* 120919. De esta forma el cuestionario fue aplicado y posteriormente fueron enviados cinco recordatorios. El estudio de la información conllevó un análisis descriptivo de los datos resultantes de los ítems cerrados y un análisis cualitativo de la información derivada de los ítems abiertos.

Resultados

Los hallazgos se presentan de acuerdo a la estructura de los cuatro estudios de la Evaluación interna y de las categorías e indicadores correspondientes a estos (ver Figura 2.1). Cabe recordar que, los resultados del análisis descriptivo de los ítems cerrados corresponden a toda la muestra.

Estudio 2.1. Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo

Objetivo

El objetivo general de este estudio fue evaluar los fundamentos y condiciones de operación del programa educativo para fundamentar la modificación o actualización de la LF. Así, se abordaron dos categorías: 2.1.1 Propósitos del programa, misión y visión y 2.1.2 Condiciones generales de operación del programa educativo (ver Tabla 2.7).

Tabla 2.7

Elementos estructurales de la Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo

Categoría	Objetivo específico	Indicador
2.1.1 Propósitos del programa, misión y visión	Analizar los propósitos, misión y visión del programa educativo.	2.1.1.1 Misión, visión y objetivos del programa educativo
		2.1.1.2 Perfil de ingreso
		2.1.1.3 Perfil de egreso
2.1.2 Condiciones generales de operación del programa educativo	Analizar las condiciones generales de operación del programa educativo.	2.1.2.1 Matrícula total y de primer ingreso
		2.1.2.2 Presupuesto/recursos del programa educativo
		2.1.2.3 Estructura organizacional para operar el programa educativo

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

2.1.1 Propósitos del programa, misión y visión

El objetivo específico es analizar los propósitos, misión y visión del programa educativo.

Resultados

2.1.1.1 Misión, visión y objetivos del programa educativo

La Facultad de Ciencias (FC) del Campus Ensenada comenzó operaciones a partir del 21 de junio de 1977. En la Misión de la LF se enuncia lo siguiente:

La misión del programa es formar profesionistas de excelencia y de alto nivel competitivo, capaces de aplicar sus conocimientos y habilidades en la física para enfrentar y resolver los retos propios de los entornos científico, académico, social e industrial, con una actitud ética, creativa, solidaria con la sociedad y respetando al medio ambiente (UABC, 2017, p. 24).

La Visión de la LF señala:

Ser reconocido en el ámbito nacional por la calidad y formación integral de sus egresados. El programa ha mantenido su acreditación y su plan de estudios actualizado. Ambos responden a la demanda de los diversos sectores de la sociedad, la academia y la industria en el entorno local, nacional e internacional. (UABC, 2017, p. 24).

Los objetivos del programa educativo de la LF son:

1. Impulsar el desarrollo científico y tecnológico del país a través de la formación de recursos humanos capaces de resolver problemas en el área de Física mediante la utilización de métodos analíticos y experimentales para explicar y comprender los fenómenos de la naturaleza.
2. Promover esquemas de vinculación y colaboración con los sectores público, social y empresarial con alto impacto en el mercado laboral en los ámbitos local, nacional, e internacional, con actitud emprendedora y capaz de transformar su entorno con responsabilidad y compromiso ético.
3. Fomentar la oferta cultural, artística y deportiva contribuyendo a la formación integral de estudiantes y académicos, mejorando con ello su bienestar social y de salud, así como involucrarlos en actividades de divulgación y promoción de la ciencia. (UABC, 2017, p. 27).

2.1.1.2 Perfil de ingreso

Los conocimientos, habilidades, actitudes y valores del aspirante a ingresar a la LF se presentan en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8

Elementos del perfil de ingreso de la LF

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y valores
1) Matemáticas	1) Razonamiento lógico	1) Interés por la observación y conocimiento de fenómenos físicos y su explicación
2) Física	2) Expresión oral y escrita	2) Ética académica
3) Computación	3) Búsqueda de información y capacidad de discernir aquella relevante	3) Disciplina para la finalización de metas
	4) Análisis crítico y pensamiento abstracto	4) Disposición para el trabajo en equipo
	5) Autonomía en el aprendizaje	5) Disposición para aprender idiomas
	6) Manejo básico del idioma inglés	6) Actitud emprendedora y creativa
		7) Responsabilidad social

Nota. De “Instrumento de Autoevaluación del Programa educativo de licenciatura en Física de la UABC”, por CAPEF, 2019.

2.1.1.3 Perfil de egreso

El perfil de egreso de la LF declara que:

El egresado de la Licenciatura en Física, aplica las teorías fundamentales que rigen el universo físico para resolver problemas en los sectores público y privado en los ámbitos: local, estatal, regional, nacional e internacional. Adicionalmente, maneja el lenguaje de las matemáticas, técnicas experimentales y computacionales, así como las herramientas metodológicas adecuadas para explicar los fenómenos de la naturaleza con rigor y disciplina científica. (UABC, 2017, p. 70)

2.1.2. Condiciones generales de operación del programa educativo

Objetivo específico. Analizar las condiciones generales de operación del programa educativo.

2.1.2.1 Matrícula total y de primer ingreso

Con base en la información disponible en el Sistema de indicadores y estadísticas institucionales, del período escolar de 2019-2 a 2023-2 la matrícula total de la LF fue de 1,320 estudiantes, 945 de sexo masculino (71.6%) y 375 de sexo femenino (28.4%). El grupo de edad de mayor frecuencia fue de 20 a 24 años con 1,054 estudiantes (79.8%), y el lugar de procedencia fue principalmente de Baja California con 1132 estudiantes (85.8%). (ver Tabla 2.9).

Tabla 2.9

Indicadores y estadísticas de estudiantes de la LF

Periodo	Sexo				Grupo de edad												Ingreso				Procedencia						Total ^a				
	Hombres		Mujeres		18-19		20-24		25-29		30-34		35-39		40- ^b		18 ^c	Ni ^d		Ri ^e		BC ^f		Oe ^g		Op ^h					
	F ⁱ	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%		F	%		
	Campus Ensenada																														
2023-2	106	72	41	28	18	12.24	115	78.23	13	8.84	1	0.68	0	0	0	0	0	0	0	0	147	100	120	81.63	27	18.37	0	0	147		
2023-1	104	71	43	29	11	7.48	118	80.27	16	10.88	1	0.68	1	0.68	0	0	0	0	0	0	147	100	127	86.39	20	13.61	0	0	147		
2022-2	116	73	43	27	8	5.03	135	84.91	14	8.81	1	0.63	1	0.63	0	0	0	0	0	0	159	100	136	85.53	21	13.21	2	1.26	159		
2022-1	115	70	50	30	2	1.21	140	84.85	21	12.73	1	0.61	1	0.61	0	0	0	0	0	0	165	100	141	85.45	20	12.12	4	2.42	165		
2021-2	125	69	56	31	20	1.21	144	79.56	13	7.18	4	2.21	0	0	0	0	0	0	0	0	181	100	156	86.19	22	12.15	3	1.66	181		
2021-1	109	72	42	28	0	0	117	77.48	29	19.21	3	1.99	2	1.32	0	0	0	0	0	0	151	100	130	86.09	17	11.26	4	2.65	151		
2020-2	96	72	38	28	0	0	116	86.57	16	11.94	2	1.49	0	0	0	0	0	0	0	0	134	100	118	88.06	12	8.96	4	2.99	134		
2020-1	87	74	31	26	0	0	88	74.58	28	23.73	2	1.69	0	0	0	0	0	0	0	0	118	100	103	87.29	11	9.32	4	3.39	118		
2019-2	87	74	31	26	0	0	81	68.64	35	29.66	2	1.69	0	0	0	0	0	0	0	0	118	100	101	85.59	12	10.17	5	4.24	118		
Total ⁱ	945		375		59		1,054		185		17		5		0		0		0		1,320		1,132		162		26				
	1,320				1,320												1,320				1,320				1,320						

Nota. ^a Total de frecuencias por periodo. ^b 40 y más. ^c Menos de 18. ^d Ni=Nuevo ingreso. ^e Ri=Reingreso. ^f Baja California. ^g Oe=Otra entidad. ^h Otro país. ⁱ F=Frecuencia. ^j Total de frecuencias por clasificación. Las celdas vacías corresponden a la ausencia de datos. De “Sistema de indicadores y estadísticas institucionales”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2023. CC BY-NC-ND.

2.1.2.2 Presupuesto/recursos del programa educativo

Los ingresos de la FC provienen de diversas fuentes como son las cuotas pagadas por los estudiantes, el Sorteo UABC, y recursos de fondos extraordinarios como el Programa de Fortalecimiento a la Excelencia Educativa (PROFEXCE), el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), las Convocatorias del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y la Convocatoria interna de proyectos. Sin embargo, el apoyo del PROFEXCE y el PRODEP, que contribuían a mejorar la infraestructura y la calidad de los programas, se recibieron hasta el año 2020. Los ingresos obtenidos permiten a la FC emitir gastos correspondientes a compra de materiales, conservación y mantenimiento a equipos diversos, a la infraestructura, vehículos, y becas (UABC, 2024a).

2.1.2.3 Estructura organizacional para operar el programa educativo

La estructura organizacional de la FC se elabora con base en los propósitos compartidos con la UABC; asimismo, la organización del capital humano, los objetivos académicos y financieros responden a la operación de procesos y procedimientos institucionales en atención a la oficina de Planeación y Desarrollo Institucional (UABC, 2024a).

Sustentados en la normatividad universitaria relacionada a las coordinaciones, los cuerpos colegiados institucionales de la FC son cuatro: Consejo universitario, Consejo técnico, Academias, Cuerpos colegiados y Consejo de vinculación (ver Tabla 2.10).

Tabla 2.10

Cuerpos colegiados institucionales de la FC

Cuerpos colegiados	Finalidad
Consejo universitario	Fomentar y regular la toma de decisiones de las escuelas y facultades de la UABC.
Consejo técnico	Consulta y asesoría técnica y científica de la UA.
Academias	Brindar un escenario de análisis, discusión y reflexión para el desarrollo de las funciones sustantivas de las áreas de conocimiento: producción, servicio y administración.
Cuerpos colegiados	Generación y aplicación de nuevos conocimientos; sustentan las funciones académicas institucionales y contribuyen a integrar el sistema de educación superior del país.
Consejo de vinculación	Comunicar y orientar formalmente el programa educativo y su entorno.

Conclusiones Estudio 2.1. Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo

- La LF cuenta con una misión y visión, mismas que desembocan en tres objetivos. En conjunto, la misión, visión y objetivos se articulan de manera coherente.
- Los aspirantes interesados en cursar la LF deben tener conocimientos sobre matemáticas, física y computación; así como habilidades de razonamiento lógico, expresión oral y escrita, búsqueda de información, análisis crítico y pensamiento abstracto, autonomía en el aprendizaje y manejo básico del idioma inglés.
- Concerniente al presupuesto destinado a la LF, los ingresos provienen de diversas fuentes como las cuotas de los estudiantes, Sorteo UABC, Convocatoria del CONAHCYT y Convocatoria interna de proyectos; y de fondos extraordinarios entre los que se enlistan el PROFEXCE y PRODEP; sin embargo, estos dos últimos se recibieron hasta el año 2020.
- La estructura organizacional de la Facultad de Ciencias se elabora con base en los propósitos compartidos con la UABC y su oficina de Planeación y Desarrollo Institucional.

Estudio 2.2. Evaluación del currículo

El objetivo general de la evaluación del currículo del programa educativo de la LF fue evaluar el currículo específico y genérico del programa educativo para fundamentar su modificación o actualización. La estructura se conformó de dos categorías: 2.2.1 Modelo educativo y plan de estudios y 2.2.2 Actividades para la formación integral (ver Tabla 2.11).

Tabla 2.11

Descripción de elementos estructurales de la Evaluación del currículo

Categoría	Objetivo específico	Indicador
2.2.1 Modelo educativo y plan de estudios	Analizar el plan de estudios, el mapa curricular, las asignaturas o UA y la tecnología educativa y de la información para el aprendizaje.	2.2.1.1 Plan de estudios
		2.2.1.2 Mapa curricular
		2.2.1.3 Programas de unidades de aprendizaje
		2.2.1.4 Tecnología educativa y de la información para el aprendizaje
2.2.2 Actividades para la formación integral	Analizar las actividades para la formación integral de los	2.2.2.1 Actividades complementarias para la formación integral

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, *Universidad Autónoma de Baja California*. CC BY-NC-ND.

2.2.1 Modelo educativo y plan de estudios

Objetivo específico. Analizar el plan de estudios, el mapa curricular, las asignaturas o UA y la tecnología educativa y de la información para el aprendizaje.

2.2.1.1 Plan de estudios

El plan de estudios 2017-2 se sustenta en el Modelo Educativo de la UABC, se apega también al Plan de Desarrollo Institucional (PDI) y a la Guía metodológica para la creación y modificación de los programas educativos de la universidad, así como al estatuto escolar (CAPEF, 2019). Por tanto, la LF cuenta con un plan de estudios alineado a las políticas institucionales de la UABC.

2.2.1.2 Mapa curricular

La LF cuenta con tres etapas de formación: Básica, Disciplinaria y Terminal. En la Tabla 2.12 se pueden observar las competencias generales de cada una de estas.

Tabla 2.12

Competencias generales de las etapas de formación de la LF

Etapa Básica	Etapa Disciplinaria	Etapa Terminal
Aplicar los principios unificadores de las diversas áreas de la Física Clásica mediante los conocimientos metodológicos, cuantitativos e instrumentales, para la resolución de problemas básicos de física de manera objetiva y responsable.	Emplear los formalismos de la física mediante la aplicación de metodologías, métodos matemáticos especiales, elementos de cómputo y técnicas experimentales, para resolver problemas elementales de física que expliquen o predigan fenómenos de la naturaleza, con responsabilidad y respeto al ambiente.	Evaluar soluciones a problemas vinculados con la materia y la energía, mediante el modelado teórico, el diseño experimental y las simulaciones computacionales, para realizar interdisciplinariamente tanto investigación básica como aplicada con actitud crítica y responsabilidad social.

Nota. De “Propuesta de modificación de la Licenciatura en Física”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2017-2.

La distribución de los créditos obligatorios por área de conocimiento se encuentra de la siguiente manera: *Física* equivale al 40.77% de estos en el plan de estudios. Por su parte, al área de conocimiento *Matemáticas* le corresponde el 33.73% de los créditos. Al área de conocimiento *Experimental* concierne el 8.24% de los créditos. En lo referente al área *Computacional* le atañe el 10.20% de los mismos. Mientras al área de *Social* abarca el 7.06%. En la tabla 2.13 se presenta la distribución de las asignaturas por áreas del conocimiento y etapas de formación.

Tabla 2.13

Distribución de asignaturas por áreas del conocimiento de la LF

Área del conocimiento/ Semestre	Asignaturas							
	Etapa Básica			Etapa Disciplinaria			Etapa Terminal	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	Tronco común							
Física	-	Mecánica	Sistemas de partículas Ondas y fluidos	Electricidad y Magnetismo	Tensores y relatividad especial Física moderna Óptica	Física térmica Estructura de la materia Mecánica clásica	Teoría electromagnética Medios deformables Mecánica cuántica	Mecánica estadística
Matemáticas	Geometría vectorial	Cálculo integral	Cálculo vectorial	Cálculo avanzado	Variable compleja	Métodos matemáticos de la física	-	-
	Cálculo diferencial	Álgebra lineal	Probabilidad	Ecuaciones diferenciales ordinarias				
	Álgebra superior							
Experimental	-	Métodos experimentales	Laboratorio de física	Laboratorio de electricidad y magnetismo Circuitos eléctricos	Laboratorio de óptica	Laboratorio de termodinámica	Laboratorio avanzado	-
Computacional	Diseño de algoritmos	Introducción a la programación	-	-	Métodos numéricos	-	-	Física computacional
Social	Comunicación oral y escrita Historia e impacto de la ciencia	Formación de valores						Comunicación de la ciencia

La distribución de los créditos por etapa de formación corresponde el 32.00% a la etapa básica, 38.86% a la etapa disciplinaria y 26.29% a la etapa terminal, 2.85% conciernen a las prácticas profesionales (ver tabla 2.14).

Tabla 2.14

Distribución de los créditos por etapa de formación y tipo de asignatura del programa de LF

Etapas	Obligatorias		Optativas		Total	
	A¹	CR²	A²	CR²	A²	%
Básica	17	107	1	5	18	32.00%
Disciplinaria	16	106	2	30	18	38.86%
Terminal	7	42	5	50	12	26.29%
Práctica profesional		10			10	2.85%
Total	40	265	8	85	58	100%

Nota. ¹Asignaturas, ²Créditos

En el siguiente apartado se muestra la distribución de los créditos por área del conocimiento.

2.2.1.3 Programas de unidades de aprendizaje

El plan de estudios del programa de LF se desarrolla a través de cinco áreas de conocimiento: Física, Matemáticas, Experimental, Computacional y Social. La evaluación del aprendizaje se realiza de acuerdo con el título tercero, artículos 63 al 102 del Estatuto Escolar de la UABC (2006) en donde se especifican el objeto de evaluación y las escalas de calificaciones, los tipos de exámenes, evaluaciones institucionales, revisión de exámenes y asistencia a clases (UABC, 2017).

El área de Física se integra por 14 UA obligatorias y cinco optativas, los créditos obligatorios son 109. Es importante mencionar que en esta área seis UA requiere de seriación obligatoria: Mecánica y Sistema de partículas; Electricidad y magnetismo y Tensores y relatividad especial; y Física moderna y Estructura de la materia. Se observó que la bibliografía programada promueve un segundo idioma (ver tabla 2.15).

Adicionalmente, en las evidencias de desempeño de cada UA se especifican: síntesis final, portafolios de evidencias, bitácora de experimentos, diseño de experimento, exposición oral, reporte

de proyecto final, bitácora, trabajo de investigación, reporte de práctica, proyectos basados en animaciones computacionales; se observó que cada evidencia es congruente con las competencias y contenidos temáticos descritos en cada UA (UABC, 2017).

Tabla 2.15

Asignaturas del área de conocimiento Física

Asignatura	HC	HL	HT	HPC	CR	S	% Bibliografía	
							español	inglés
Obligatorias								
Mecánica	02		04		08	II	27	73
Sistema de partículas	02		03		07	III	27	73
Ondas y fluidos	02		02		06	III	37	73
Electricidad y magnetismo	03		03		09	IV	57	43
Óptica	03		03		09	V	8	92
Física moderna	03		02		08	V	20	80
Tensores y relatividad especial			03		03	V	40	60
Física térmica	02		03		07	VI	44	56
Mecánica clásica	03		03		09	VI	0	100
Estructura de la materia	02		02		06	VI	12	88
Medios deformables	02		02		06	VII	0	100
Teoría electromagnética	03		03		09	VII	6	94
Mecánica cuántica	03		03		09	VII	15	85
Mecánica estadística	03		02		08	VIII	12	88
Optativas								
Astronomía general	04				08		11	89
Física para programadores de videojuegos	02		02		07		0	100
Mecánica cuántica II	04		02		10		23	77
Modelos de la interacción luz-materia	04				08		8	92
Reconocimiento de patrones en imágenes digitales	03	03			09		0	100

Nota. De “Propuesta de Modificación de la Licenciatura en Física 2017-2”, UABC, 2017.

El área del conocimiento *Matemáticas* se integra por 11 UA obligatorias y seis optativas, los créditos obligatorios son 80. En esta área las UA no requieren de seriación obligatoria. La bibliografía programada promueve un segundo idioma (ver tabla 2.16).

Como evidencias de desempeño de cada UA se especifican prácticas con solución de problemas y ejercicios detallados, exámenes, portafolio de evidencias, trabajos finales; se observó que las evidencias son congruentes con las competencias y contenidos temáticos descritos en cada UA (UABC, 2017).

Tabla 2.16*Asignaturas del área de conocimiento Matemáticas*

Asignatura	HC	HL	HT	HPC	CR	S	% Bibliografía	
							español	inglés
<i>Obligatorias</i>								
Geometría vectorial	01		03		05	I	25	75
Cálculo diferencial	02		04		02	I	60	40
Álgebra superior	02		03		07	I	43	57
Cálculo integral	02		04		08	II	71	29
Álgebra lineal	02		04		08	II	62	38
Cálculo vectorial	03		02		08	III	33	67
Probabilidad	03		02		08	III	70	30
Cálculo avanzado	03		02		08	IV	15	75
Ecuaciones diferenciales ordinarias	03		03		09	IV	67	33
Variable compleja	03		02		08	V	9	91
Métodos matemáticos de la física	03		03		09	VI	12	88
<i>Optativas</i>								
Álgebra lineal II	03		03		09		70	30
Matemáticas discretas	02		03		07		0	100
Ecuaciones diferenciales parciales	02		03		07		17	83
Estadística	03		03		09		58	42
Análisis matemático	03		03		09		17	83
Geometría	02		02		06		17	83

Nota. De “Propuesta de Modificación de la Licenciatura en Física 2017-2”, UABC, 2017.

El área *Computacional* se integra por cuatro UA obligatorias y cuatro optativas, los créditos obligatorios son 30. En esta área las UA no presentan seriación obligatoria (ver tabla 2.17).

Como evidencias de desempeño de cada UA se especifican diseño de pseudocódigos, diagramas de flujo, reporte final, proyecto final y portafolio de evidencias; se observó que cada de estas es congruente con las competencias y contenidos temáticos descritos en las UA (UABC, 2017).

Tabla 2.17*Asignaturas del área de conocimiento Computacional*

Asignatura	HC	HL	HT	HPC	CR	S	% Bibliografía	
							español	inglés

<i>Obligatorias</i>						
Diseño de algoritmos	02		01	07	I	56 44
Introducción a la programación	02		0	07	II	57 43
Métodos numéricos	02		02	08	V	31 69
Física computacional	02		02	08	VII	18 82
<i>Optativas</i>						
Métodos numéricos II	02	04	0	08		38 62
Programación de sistemas empujados	02	02	01	07		- 100
Modelación lineal	02	0	04	08		19 81

Nota. De “Propuesta de Modificación de la Licenciatura en Física 2017-2”, UABC, 2017.

El área de conocimiento *Social* se integra por cuatro UA obligatorias y seis optativas, los créditos obligatorios son 14. En esta área las UA no requieren de seriación obligatoria. La bibliografía programada promueve un segundo idioma (ver tabla 2.18).

Como evidencias de desempeño de cada UA se especifican redacción de reportes técnicos, exposición oral, síntesis, portafolio de evidencias y cartel científico; se observó que las evidencias son congruentes con las competencias y contenidos temáticos descritos en cada UA (UABC, 2017).

Tabla 2.18

Asignaturas del área de conocimiento Social

Asignatura	HC	HL	HT	HPC	CR	S	% Bibliografía	
							español	inglés
Obligatorias								
Comunicación oral y escrita	01	0	03		01	I	57	43
Historia e impacto de la ciencia	02	0	01		05	I	70	30
Formación en valores	01	0	03		05	II	50	50
Comunicación de la ciencia	0	0	03		03	VIII	70	30
Optativas								
Estructura socioeconómica y política de México	02	0	02		06		58	42
Didáctica	03	0	02		08		81	19
Habilidades del pensamiento y didáctica matemática	02	0	02		06		84	16
Technology enterprise	02	0	03		07		27	73
Introducción a las energías renovables	03	0	0		06		67	33
Emprendedores	02	0	03		07		88	11

Nota. De “Propuesta de Modificación de la Licenciatura en Física 2017-2”, UABC, 2017.

El área *Experimental* se integra por siete UA obligatorias y una optativa, los créditos obligatorios son 21. En esta área las UA no requieren de seriación obligatoria. La bibliografía programada promueve un segundo idioma (ver tabla 2.19).

Como evidencias de desempeño de cada UA se especifican bitácora de experimentos, reporte de prácticas, trabajo final; las evidencias son congruentes con las competencias y contenidos temáticos descritos en cada UA (UABC, 2017).

Tabla 2.19

Asignaturas del área de conocimiento Experimental

Asignatura	HC	HL	HT	HPC	CR	S	% Bibliografía	
							español	inglés
<i>Obligatorias</i>								
Métodos experimentales	0	02			02	II	50	50
Laboratorio de física	0	03	0		03	III	67	33
Laboratorio de electricidad y magnetismo	0	03	0		03	IV	78	22
Circuitos eléctricos	01	02	0		04	IV	0	100
Laboratorio de óptica		03			03	V	8	92
Laboratorio de termodinámica	0	03	0		03	VI	40	60
Laboratorio avanzado	0	03	0		03	VII	60	40
<i>Optativas</i>								
Química	02	03	01		08		36	64

Nota. De “Propuesta de Modificación de la Licenciatura en Física 2017-2”, UABC, 2017.

2.2.1.4 Tecnología educativa y de la información para el aprendizaje

La Facultad de Ciencias de la UABC destina para el programa de LF cinco laboratorios de cómputo los cuales se encuentran equipados con procesadores Intel i5 e i7, 10 computadoras portátiles, 10 proyectores; asimismo, administrativos y docentes cuentan con equipo de cómputo para realizar sus funciones.

En el campus Ensenada de la UABC se encuentra el Departamento de Informática y Bibliotecas (DIB), mismo que cuenta con cinco salas de cómputo para clases provistas con hasta 23 computadoras y una sala general de cómputo que contiene 84 equipos de cómputo, todas estas cuentan con proyector, pantalla, aire acondicionado, y pintarrones (UABC, 2017).

2.2.2 Actividades para la formación integral

Objetivo específico. Analizar las actividades para la formación integral de los estudiantes.

2.2.2.1 Actividades complementarias para la formación integral

El Modelo educativo de la UABC indica tres atributos esenciales como son la flexibilidad curricular, la formación integral y el sistema de créditos. En específico, la formación integral apoya al estudiante a lo largo de las distintas etapas de formación con el objetivo de “incorporarse y adaptarse al entorno escolar; resolver las dificultades que enfrenta en su proceso de enseñanza-aprendizaje; tomar decisiones informadas en el ámbito académico y profesional; vincularse con su medio social, cultural y laboral; y fomentar su salud física y emocional” (UABC, 2013, p. 55). En cada una de las etapas de formación, Básica, Disciplinaria y Terminal, se especifican las actividades que contribuyen a construir el perfil profesional. Además, se establecen actividades complementarias denominadas *ejes transversales*, las cuales permean en todas las etapas, estas son: cultura y deportes; formación valoral; idioma extranjero; tutoría; y, orientación educativa y psicopedagógica (UABC, 2013).

La Facultad de Artes organiza eventos para la comunidad en general como exposiciones de arte, conciertos, obras de teatro, recitales, entre otros. De igual forma, la Facultad de Ciencias cuenta con un grupo de teatro, quienes organizan diversos eventos. En la FC se realizan distintas actividades deportivas tales como el torneo intramuros, torneo interfacultades, pausas activas y carreras atléticas (CAPEF, 2019).

En lo referente a actividades de orientación profesional, en la FC se organizaron Seminarios permanentes, con temas de diversas áreas como la biología, física, computación, matemáticas, y tecnología. A su vez, la LF cuenta con el Sistema Institucional de Tutorías y el Programa de Orientación, Educativa y Psicológica. Este último es impartido por un psicólogo o psicóloga adscrito a la Facultad; la atención está dirigida a los aspirantes, estudiantes de nuevo ingreso, y estudiantes universitarios. Entre las actividades que se realizan se encuentran: adaptación a la universidad, bajo desempeño académico, reprobación y abandono escolar (UABC, 2013).

La comunidad académica de la LF también participó en eventos de divulgación de la ciencia como la Semana de Ciencias, Noche de las Ciencias. La Sociedad Universitaria de Física de Ensenada, organiza publicaciones periódicas para el boletín Gravitón, presentación de diversas

temáticas y experimentos de física, organización de concursos y olimpiadas de física a nivel estatal, nacional e internacional (CAPEF, 2019).

En relación con el tema de Emprendimiento, en la FC se registran dos asignaturas optativas relacionadas directamente con ello: Emprendedores y Negocios Tecnológicos. Igualmente, se cuenta con el programa institucional “Cimarrones emprendedores” en el que se promueve la incubación de empresas. Por último, se reportaron los Concursos de “Expo Emprendedores”, “Feria de emprendedores” y “Creatividad e innovación” (CAPEF, 2019).

2.2.2.2 Enseñanza de lenguas extranjeras

El Modelo educativo de la UABC (2013), reconoce el dominio de la lengua extranjera como parte de la normatividad institucional y se delega a las unidades académicas el grado de conocimiento con base en el perfil profesional de la carrera. Adicionalmente, el Estatuto escolar de la UABC destaca la relevancia del conocimiento de una lengua extranjera en la formación del estudiante; convirtiéndolo en un requisito esencial de todos los planes de estudios de la universidad. El Estatuto escolar también señala el nivel de dominio, opciones y etapas de acreditación, redacción y presentación de cualquier trabajo terminal —tesis u obras similares— en lengua extranjera, mismas que serán establecidas por cada Unidad Académica (UABC, 2021a).

La UABC informó sobre el fortalecimiento de los esquemas institucionales destinados para el aprendizaje del idioma inglés, a través de la impartición de 180 cursos formales en las que participaron 16,537 estudiantes y que fueron realizadas por las unidades académicas y Uniser, A.C.; se ofertaron 88 nuevas unidades de aprendizaje en idioma inglés; y se otorgaron certificados de competencias comunicativas en inglés a 37 estudiantes. Aunado a lo anterior, se señaló la aplicación del Examen Diagnóstico del Idioma Inglés (Exadii) a 11, 311 estudiantes, para evaluar el nivel de dominio del inglés al ingreso en tres áreas específicas: comprensión lectora, redacción y comprensión auditiva (UABC, 2023a).

Es importante destacar que el plan de estudios 2017-2 de la LF indica entre los requisitos de ingreso el dominio básico del idioma inglés (CAPEF, 2019).

Conclusiones Estudio 2.2. Evaluación del currículo

- El plan de estudios 2017-2 de la LF es congruente con la normativa y política institucional de la UABC. El plan de estudios es pertinente.

- Dentro de las actividades para la formación integral de los estudiantes de la LF, se especifica el desarrollo de actividades culturales y deportivas. En lo que se refiere al primer tipo de actividades, la Facultad de Artes organiza eventos para toda la comunidad de la UABC como exposiciones de arte, conciertos, obras de teatro, recitales, encuentros literarios, así como talleres y cursos de diversa índole. Las actividades deportivas son diseñadas y ejecutadas por promotores deportivos de la Facultad de Deportes de la UABC, quienes son asignados a todas las unidades académicas; estas tienen valor en créditos curriculares para los estudiantes. En lo que se refiere al tema del Emprendimiento, se cuenta con dos asignaturas optativas y se ofrecen diversos cursos al respecto.
- Específicamente el tema de formación en un segundo idioma, la UABC ha destinado esfuerzos y recursos para fortalecer los esquemas institucionales destinados para el aprendizaje del idioma inglés, Además, se aplicó el Examen Diagnóstico del Idioma Inglés (Exadii) a estudiantes de nuevo ingreso, para evaluar su nivel de dominio (UABC, 2023a). Cabe señalar que el plan de estudios 2017-2 de la LF establece en el perfil de ingreso el nivel de dominio del idioma inglés (UABC, 2017).

Estudio 2.3 Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes en el programa educativo

El objetivo general de este estudio fue evaluar la trayectoria escolar de los estudiantes para modificar o actualizar el programa educativo. Para tal fin, se consideraron cuatro categorías: 2.3.1 Proceso de ingreso al programa educativo, 2.3.2 Indicadores de trayectoria escolar, 2.3.3 Participación de los estudiantes en programas de apoyo y 2.3.4 Resultados de los estudiantes (ver Tabla 2.20).

Tabla 2.20

Descripción de elementos estructurales de la Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa educativo

Categoría	Objetivo específico	Indicador
2.3.1 Proceso de ingreso	Describir el proceso de ingreso al programa educativo.	2.3.1.1 Estrategias de difusión, promoción y orientación del programa educativo
2.3.2 Indicadores de trayectoria escolar	Analizar indicadores de trayectoria escolar de los estudiantes que cursan el programa educativo.	2.3.2.1 Control del desempeño de los estudiantes en el programa educativo
		2.3.2.2 Eficiencia terminal
		2.3.2.3 Eficiencia en la titulación u obtención

Categoría	Objetivo específico	Indicador
2.3.3 Participación de los estudiantes en programas de apoyo	Analizar la participación de los estudiantes en programas de apoyo.	de grado
		2.3.3.1 Programas de asesoría académica, regularización y acciones de nivelación a los estudiantes
		2.3.3.2 Programa de inclusión
		2.3.3.3 Movilidad e intercambio de estudiantes
		2.3.3.4 Servicios de tutoría
		2.3.3.5 Servicios de orientación educativa y psicopedagógica de apoyo al estudiante
		2.3.3.6 Prácticas profesionales, estancias y visitas en los diversos sectores
2.3.4 Resultados de los estudiantes	Evaluar los resultados de los estudiantes que cursaron el programa educativo, en exámenes, diversos eventos nacionales e internacionales, así como el dominio de otras lenguas.	2.3.3.7 Servicio social
		2.3.4.1 Resultados en exámenes de egreso externos a la institución
		2.3.4.2 Participación de estudiantes en concursos, competencias, exhibiciones y presentaciones nacionales e internacionales
		2.3.4.3 Cumplimiento del perfil de egreso

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, *Universidad Autónoma de Baja California*. CC BY-NC-ND.

2.3.1 Proceso de ingreso al programa educativo

Objetivo específico. Describir el proceso de ingreso al programa educativo.

2.3.1.1 Estrategias de difusión, promoción y orientación del programa educativo

La Facultad de Ciencias difunde el programa de estudios (estructura del plan de estudios, objetivo, perfil, asignaturas, horas, duración, seriación y especialidades), a través de medios impresos como trípticos y en medios electrónicos como la página web de la misma y la página de Facebook.

Entre las actividades de promoción externa del programa educativo, se planifican diversos eventos anuales como la Semana de ciencias, Expo Ciencia y Tecnología, la Noche de Ciencias y Noche de las Estrellas y, en su primera edición 2022, el concurso Niñas y Mujeres en la Ciencia. Asimismo, la FC participa dos veces por año en las jornadas vocacionales gestionadas por el Sistema educativo estatal (UABC, 2024a).

2.3.2 Indicadores de trayectoria escolar

Objetivo específico. Analizar indicadores de trayectoria escolar de los estudiantes que cursan el programa educativo.

2.3.2.1 Control del desempeño de los estudiantes en el programa educativo

En la FC se implementan diversas estrategias para atender las deficiencias académicas de los estudiantes. Por ejemplo, se cuenta con el Sistema Integral de Tutorías, Sistema de Tutoría Inteligente y se designan estudiantes de semestres avanzados para asesorar en los semestres de mayor índice de reprobación; asimismo los docentes de tiempo completo asesoran en todo momento a los estudiantes que lo soliciten (CAPEF, 2019).

Respecto al rezago por reprobación en la LF, las cohortes —año de ingreso del estudiante con calificación— donde se presentaron mayor rezago nivel uno —una UA reprobada— fueron el 2020-2 (10 estudiantes). En el caso del rezago nivel dos —dos UA reprobadas—, la cohorte que ubicó más estudiantes fue el 2021-1 (2 estudiantes). Sobre el rezago nivel tres —tres o más UA reprobadas—, las cohortes con el mayor número de estudiantes fueron el 2017-1 (14 estudiantes), 2019-1 (27 estudiantes) y 2022-1 (9 estudiantes). Así, el nivel de rezago con un promedio general más alto fue el tres con 54%. También, se identificó la cohorte 2022-2 con el mayor número de estudiantes regulares (12 estudiantes) (ver Tabla 2.21).

Tabla 2.21

Rezago por reprobación de la LF

Cohorte	Inscritos				Regulares				Rezago nivel 1				Rezago nivel 2				Rezago nivel 3			
	F ^a		%		F		%		F		%		F		%		F		%	
	M ^b	H ^c	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
2017-1	17		100		1		6		1		6		1		6		14		82	
	7	10	41	59	1	0	6	0	0	1	0	6	1	0	6	0	5	9	29	53
2017-2	22		100		5		23		2		9		2		9		13		59	
	16	16	27	73	2	3	9	14	1	1	5	5	1	1	5	5	1	12	55	5
2018-1	5		100		1		20		0		0		0		0		4		80	
	1	4	20	80	1	0	20	0									0	4	0	80
2018-2	36		100		10		28		4		11		1		13		21		58	
	8	28	22	78	2	8	6	22	2	2	6	6	0	1	0	3	4	17	11	47
2019-1	28		100		0		0		0		0		1		4		27		96	
	11	17	39	61									1	0	4	0	10	17	36	61
2019-2	40		100		4		10		9		23		3		8		24		60	
	14	26	35	65	2	2	5	5	6	3	15	8	0	3	0	8	6	18	15	45
2020-1	21		100		5		24		3		14		2		10		11		52	
	4	17	19	81	1	4	5	19	2	1	10	5	0	2	0	10	1	10	5	48
2020-2	41		100		7		17		10		24		2		5		22		54	
	16	25	39	61	3	4	7	10	3	7	7	17	1	1	2	2	9	13	22	32

Cohorte	Inscritos				Regulares				Rezago nivel 1				Rezago nivel 2				Rezago nivel 3			
	F ^a		%		F		%		F		%		F		%		F		%	
	M ^b	H ^c	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
2021-1	15		100		1		7		1		7		2		13		11		73	
	6	9	40	60	1	0	7	0	0	1	0	7	0	2	0	13	5	6	33	40
2021-2	24		100		8		33		1		4		1		4		14		58	
	8	16	33	67	2	6	8	25	0	1	0	4	1	0	4	0	5	9	21	38
2022-1	10		100		1		10		0		0		0		0		9		90	
	4	6	40	60	0	1	0	10									4	5	40	50
2022-2	17		100		12		71		0		0		1		6		4		24	
	6	11	35	65	4	8	24	47					1	0	6	0	1	3	6	18
2023-1	1		100		1		100		0		0		0		0		0		0	
	0	1	0	100	0	1	0	100												
2023-2	5		100		5		100		0		0		0		0		0		0	
	0	5	0	100	0	5	0	100												
Promedios generales					34.0				7.0				5.0				54.0			
Promedios generales de las cohortes 2021-2 a 2023-2					63.0				0				2.0				34.0			

Nota. De “Indicadores de seguimiento escolar: Rezago por reprobación”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024. CC BY-NC-ND. ^a F=Frecuencia. ^b M=Mujer. ^c H=Hombre.

Respecto a la deserción en la FC, las frecuencias más elevadas fueron de las cohortes 2017-1 y 2019-1 mostraron 14 y 9 bajas académicas, respectivamente. La cohorte 2020-1 presentó 6 estudiantes potenciales a baja académica. (ver Tabla 2.22).

Tabla 2.22

Deserción de la LF

Cohorte	Inscritos				Baja académica				Potenciales a baja académica			
	F ^a		%		F		%		F		%	
	M ^b	H ^c	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
2017-1	17		100		14		82		0		0	
	7	10	41	59	7	7	41	41				
2017-2	22		100		3		14		6		27	
	6	16	27	73	0	3	0	14	1	5	5	23
2018-1	5		100		1		20		1		20	
	1	4	20	80	0	1	0	20	0	1	0	20
2018-2	36		100		3		8		5		14	
	8	28	22	78	2	1	3	6	1	4	3	11
2019-1	28		100		9		32		7		25	
	11	17	39	61	2	7	7	25	3	4	11	14
2019-2	40		100		6		15		6		15	
	14	26	35	65	2	4	5	10	2	4	5	10
2020-1	21		100		5		24		6		29	
	4	17	19	81	0	5	0	24	2	4	10	19
2020-2	41		100		11		27		7		17	

Cohorte	Inscritos				Baja académica				Potenciales a baja académica			
	F ^a		%		F		%		F		%	
	M ^b	H ^c	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
2021-1	16	25	39	61	7	4	10	17	4	3	10	7
	15		100		0		0		2		13	
2021-2	6	9	40	60					1	1	7	7
	24		100		1		4		2		8	
2022-1	8	16	56	44	0	1	0	4	1	1	4	4
	10		100		0		0		0		0	
2022-2	4	6	40	60								
	17		100		--		--		--		--	
2023-1	6	11	35	65								
	1		100		--		--		--		--	
Promedios generales					12.0				14.0			

Nota. De “Indicadores de seguimiento escolar: Deserción (tasa)”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2023. CC BY-NC-ND. ^a F=Frecuencia. ^b M=Mujer. ^c H=Hombre.

2.3.2.2 Eficiencia en la titulación u obtención de grado.

En la UABC, la eficiencia en la titulación se especifica de dos formas: eficiencia terminal de titulación y eficiencia de titulación por egreso. La primera se obtiene de la relación entre el número de estudiantes inscritos por primera vez en una carrera universitaria —cohorte generacional— con los estudiantes titulados durante el transcurso del primer año de su egreso. Por su parte, la eficiencia de titulación por egreso se logra de la misma forma que la anterior, con la única diferencia en la cantidad de semestres que el estudiante requiere para titularse (UABC, 2024b).

Las cohortes generacionales de la LF 2017-2 y 2018-2 fueron las que tuvieron mayor cantidad de estudiantes en eficiencia terminal de titulación y en eficiencia de titulación por egreso (ver Tabla 2.23).

Tabla 2.23

Eficiencia terminal de titulación y eficiencia de titulación por egreso en la LF

Cohorte	Inscritos				ET ^a de titulación				E ^b de titulación por egreso			
	F ^c		%		F		%		F		%	
	M ^d	H ^e	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
2017-1	17		100		1		6		2		12	
	7	10	41	59	0	1	0	6	0	2	0	12
2017-2	22		100		8		36		9		41	
	6	16	27	73	4	4	18	18	5	4	23	18
2018-1	5		100		1		20		1		20	

	1	4	20	80	1	0	20	0	1	0	20	0
2018-2	36		100		12		33		13		36	
	8	28	22	78	3	9	8	25	3	10	8	28
2019-1	28		100		1		4		1		4	
	11	17	39	61	1	0	4	0	1	0	4	0
2019-2	40		100		2		5		2		5	
	14	26	35	65	0	2	0	5	0	2	0	5
Totales y promedios generales												

Nota. De “Indicadores de seguimiento escolar: Eficiencia terminal”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024b. CC BY-NC-ND. ^a ET=Eficiencia terminal. ^b E=Eficiencia. ^c F=Frecuencia. ^d M=Mujer. ^e H=Hombre.

2.3.3 Participación de los estudiantes en programas de apoyo

Objetivo específico. Analizar la participación de los estudiantes en programas de apoyo.

2.3.3.1 Programas de asesoría académica, regularización y acciones de nivelación a los estudiantes

La tutoría se encuentra establecida en el Modelo educativo de la UABC como uno de los ejes transversales en las tres etapas de formación profesional: básica o tronco común, disciplinaria y terminal (UABC, 2013). En la UABC, la tutoría es un proceso en el cual un docente es designado como tutor que ofrece asesoría y orientación al estudiante durante toda su trayectoria escolar en diversos ámbitos, lo que le permitirá alcanzar las competencias básicas, genéricas y específicas de su carrera profesional. El objetivo principal es disminuir los índices de reprobación, deserción y mejorar el índice de eficiencia terminal (UABC, s.f.).

En la FC, el proceso de designación de tutores establece que al inicio del ciclo escolar se asigna un profesor de tiempo completo como tutor de un grupo de estudiantes. El número mínimo de sesiones programadas son tres: durante las reinscripciones, a mitad de semestre y al final del mismo (UABC, s.f.).

2.3.3.2 Programa de inclusión

En la UABC se reconoce que un contexto vulnerable o en desventaja representa un desafío para los estudiantes de educación superior, comprometiendo el aseguramiento de la calidad de los programas educativos, la inclusión y la equidad (UABC, 2013). Por tanto, en apoyo a la población estudiantil en condición de vulnerabilidad, la FC promueve los apoyos extraordinarios que brinda la universidad (UABC, 2023a). La Tabla 2.24 presenta los tipos de becas otorgadas en los periodos 2022-1, 2022-1, 2022-2 a los estudiantes de la Facultad de Ciencias. La beca prórroga es la de

mayor solicitud y consiste en pagos diferidos del costo de inscripción, reinscripción, colegiatura y cuotas específicas; su aplicación es durante el transcurso del periodo semestral a cursar (UABC, 2023c).

Tabla 2.24

Tipos de becas otorgadas a estudiantes de la FC

Tipo de beca	Periodos		
	2021-2	2022-1	2022-2
Prórroga	131	120	115
Promedio	6	4	9
Investigación licenciatura	2	1	0
Económica	16	21	26
Deportiva	3	2	5

Nota. De “Histórico de becas otorgadas,” por Universidad Autónoma de Baja California, 2023c.

2.3.3.3 Movilidad e intercambio de estudiantes

La movilidad y el intercambio estudiantil son todas aquellas acciones que permiten la recepción y envío de estudiantes a universidades nacionales e internacionales, favoreciendo la adquisición de competencias como la autonomía y adaptación de los estudiantes a nuevas circunstancias (UABC, 2013). Algunos estudiantes de la LF realizaron movilidad académica, ya sea en otras instituciones a través del programa de la UABC o a través de otras convocatorias externas (CAPEF, 2019).

2.3.3.4 Servicios de tutoría

La tutoría académica consiste en la asignación de un docente a cada estudiante desde su ingreso al programa y hasta su egreso, el tutor tiene la función de proporcionar información a sus tutorados para que planifiquen su trayecto académico y profesional, y de ser el caso, canalizarlos a las diversas instancias universitarias para su atención específica (UABC, 2013). La UABC cuenta con el sitio Web denominado Sistema Integral de Tutorías (SIT), mismo que permite el registro, seguimiento y evaluación del servicio de tutorías. Asimismo, la UABC cuenta con un sistema de Tutoría Inteligente para asesorar a los estudiantes de nuevo ingreso. Además, en la LF se destinan estudiantes de semestres avanzados para asesorar en los semestres de mayor índice de reprobación (CAPEF, 2019).

2.3.3.5 Servicios de orientación educativa y psicopedagógica de apoyo al estudiante

En la UABC se ofrece el servicio de orientación educativa y psicológica, en cada unidad académica se encuentra un especialista en psicología quien efectúa actividades encaminadas a la atención de situaciones que inciden en la adaptación, integración o trayectoria de los estudiantes (CAPEF, 2019; UABC, 2013). En la tabla 2.25 se desglosa el tipo de atención que se realiza con los aspirantes, estudiantes de nuevo ingreso, estudiantes universitarios y docentes.

Tabla 2.25

Atención del área de Orientación Educativa y Psicopedagógica

Atención	Descripción
Aspirantes	Información profesigráfica a estudiantes de educación media superior, información actual de las carreras que oferta la UABC, así como los lineamientos del concurso de selección.
Estudiantes nuevo ingreso	Información sobre el curso de inducción, servicios que brinda la UABC, participación en la aplicación del examen psicométrico y en la organización de la convivencia estudiantil.
Estudiantes universitarios	Asesoría académica a los estudiantes, orientación vocacional, atención a situaciones personales e información referente a temas diversos.
Docentes	Atención para la mejora de la práctica por medio de conocimientos y técnicas derivadas de la psicología —temas que afectan el proceso de enseñanza aprendizaje, evaluación, cambios en la adolescencia.

Nota. De “Manual de Organización y Procedimientos. Facultad de Ciencias”. UABC, 2021.

2.3.3.6 Prácticas profesionales, estancias y visitas en los diversos sectores

La FC realiza colaboraciones para atender diversas problemáticas, a través de proyectos de vinculación con valor en créditos (PVVC), programas de servicio social profesional (SSP) y prácticas profesionales (PP). Respecto a las prácticas profesionales, la mayor colaboración que se realiza en la LF es con el CICESE y la UNAM (CAPEF, 2019).

2.3.3.7 Servicio social

El modelo educativo de la UABC integra diversas modalidades de aprendizaje y obtención de créditos que permitan promover la formación integral de sus estudiantes. El servicio social es una de estas, y son todas aquéllas actividades formativas y de aplicación del conocimiento dirigidas a los sectores vulnerables. Esta modalidad tiene dos etapas: servicio social comunitario (SSC), con una duración de 300 horas; y servicio social profesional (SSP), con 480 horas. El SSC tiene el objetivo

de fortalecer la formación en valores de los estudiantes, y el SSP busca promover la aplicación de los conocimientos, habilidades, aptitudes y valores obtenidos durante su formación profesional (UABC, 2013).

2.3.4 Resultados de los estudiantes

2.3.4.1 Resultados en exámenes de egreso externos a la institución

El Estatuto escolar menciona que una de las modalidades de titulación con las que cuentan los estudiantes de licenciatura es obtener la constancia de aprobación del Examen General para el Egreso de la Licenciatura, elaborado por la propia universidad o por un organismo externo (UABC, 2021b). El Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL) elabora el Examen General de Egreso de la Licenciatura (EGEL), sin embargo, entre los 42 instrumentos que destina a tal efecto, no cuenta con uno específico para evaluar los conocimientos y habilidades necesarios en la formación de la Licenciatura en Física (CENEVAL, 2023).

2.3.4.2 Participación de estudiantes en concursos, competencias, exhibiciones y presentaciones nacionales e internacionales

Los estudiantes de la LF, cursan dos asignaturas optativas en formación de emprendedores: Emprendedores y Negocios Tecnológicos. La UABC cuenta con el programa de Cimarrones Emprendedores, Feria de Emprendedores y Expo-Emprendedores (CAPEF, 2019).

2.3.4.3 Cumplimiento del perfil de egreso

El plan de estudios de la LF se encuentra alineado con el modelo educativo de la UABC, para garantizar el cumplimiento del perfil de egreso de los estudiantes adscritos al mismo; a su vez, cada una de las UA está diseñada para adquirir los conocimientos, habilidades, actitudes y valores comprometidos en el plan de estudios (CAPEF, 2019).

Conclusiones Estudio 2.3 Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa educativo

- Con respecto a la difusión del programa de estudios, la FC utiliza diversos medios impresos y electrónicos y se organizan diversos eventos.

- Sobre el tema de rezago, en la FC se implementan diversas estrategias para atender las deficiencias académicas de los estudiantes como el Sistema Integral de Tutorías, Sistema de Tutoría Inteligente, y tanto estudiantes de semestres avanzados como docentes ofrecen asesorías.
- En lo referente al rezago por reprobación en la LF, el rezago nivel tres obtuvo el mayor porcentaje de estudiantes, y las cohortes más altas con este nivel de reprobación fueron 2017-1 (14 estudiantes), 2019-1 (27 estudiantes) y 2022-1 (9 estudiantes). En cuanto a la deserción en la LF, las cohortes 2017-1 y 2019-1 mostraron 14 y 9 bajas académicas, respectivamente. La cohorte 2020-1 presentó 6 estudiantes potenciales a baja académica. Por lo tanto, es necesario que la FC y la LF realicen estudios al respecto, junto con el Departamento de Orientación Educativa y Psicológica, que permitan identificar las causas y disminuir este nivel de rezago y prevenir la deserción.
- Referente al tema de eficiencia terminal, las cohortes generacionales 2017-2 y 2018-2 fueron las que tuvieron mayor cantidad de estudiantes en eficiencia terminal de titulación y en eficiencia de titulación por egreso.
- La tutoría se encuentra establecida en el Modelo educativo de la UABC como uno de los ejes transversales en las tres etapas de formación profesional: básica o tronco común, disciplinaria y terminal (UABC, 2013). En la Facultad de Ciencias, se asigna un profesor de tiempo completo como tutor de un grupo de estudiantes, y con un mínimo de tres sesiones programadas al semestre (UABC, s.f.).
- En ayuda a la población estudiantil en condición de vulnerabilidad, la FC promueve los apoyos extraordinarios que brinda la universidad. La beca prórroga destaca como la de mayor solicitud. Dado que esta beca consiste en pagos diferidos del costo de inscripción, reinscripción, colegiatura y cuotas específicas, es necesario ofrecer otras opciones de becas en las cuales los estudiantes no tengan que devolver el dinero, sino que realmente represente un apoyo económico para quienes lo necesitan.
- En el tema de las tutorías, la UABC cuenta con el sitio Web denominado Sistema Integral de Tutorías (SIT), mismo que permite el registro, seguimiento y evaluación de este servicio.
- En la UABC se ofrece el servicio de orientación educativa y psicológica (OEP), y en cada unidad académica se encuentra un especialista en psicología quien atiende situaciones que inciden en la adaptación, integración o trayectoria de los estudiantes.

- La FC realiza colaboraciones para atender diversas problemáticas, a través de proyectos de vinculación con valor en créditos (PVVC), programas de servicio social profesional (SSP) y prácticas profesionales (PP). La LF tiene la mayor colaboración con el sector educativo (CICESE y la UNAM); por lo que es necesario explorar la vinculación con el sector empresarial.
- En la UABC los estudiantes realizan Servicio Social Comunitario (tiene el objetivo de fortalecer la formación en valores de los estudiantes), y el Servicio Social Profesional (busca promover la aplicación de los conocimientos, habilidades, aptitudes y valores obtenidos durante su formación profesional).
- En el Estatuto escolar de la UABC se menciona que una de las modalidades de titulación con las que cuentan los estudiantes de licenciatura es obtener la constancia de aprobación del Examen General de Egreso de Licenciatura, ya sea elaborado por la propia universidad o por algún organismo externo (UABC, 2021b). Actualmente el CENEVAL elabora 42 instrumentos para evaluar el egreso de los estudiantes de licenciatura a nivel nacional, sin embargo, ninguno de estos está destinado para evaluar los conocimientos y habilidades necesarios en la formación de la LF.
- Respecto al tema del emprendimiento, la UABC cuenta con el programa de Cimarrones Emprendedores, Feria de Emprendedores y Expo-Emprendedores.

Estudio 2.4 Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios

El objetivo general de este estudio fue evaluar la suficiencia del personal académico, la infraestructura física y académica y los servicios de apoyo al programa, a fin de fundamentar la modificación o actualización de programas educativos. La organización de este apartado incluyó cuatro categorías: 2.4.1 Personal académico, 2.4.2 Infraestructura académica, 2.4.3 Infraestructura física y 2.4.4 Servicios de apoyo (ver Tabla 2.26).

Tabla 2.26

Descripción de elementos estructurales de la Evaluación del currículo

Categoría	Objetivo específico	Indicador
2.4.1 Personal académico	Describir los niveles de formación del personal académico referentes a la composición actual del cuerpo docente, la superación disciplinaria y habilitación académica, la producción académica para el programa —antecedentes en actividades profesionales y de investigación—, las formas de organización para el trabajo académico, las líneas de generación, aplicación del conocimiento y su transferencia al programa, y la articulación de la investigación con la docencia.	2.4.1.1 Composición actual del cuerpo docente
		2.4.1.2 Desarrollo disciplinario y habilitación académica
		2.4.1.3 Producción académica para el programa
		2.4.1.4 Formas de organización para el trabajo académico
		2.4.1.5 Líneas de generación, aplicación del conocimiento y su transferencia al programa
2.4.2 Infraestructura académica	Describir la infraestructura académica, entendida como aulas y espacios para la docencia, los laboratorios y talleres específicos para la realización de prácticas, la biblioteca, los espacios destinados para profesores, los espacios para encuentros académicos y/o culturales y otras instalaciones fuera de la institución.	2.4.2.1 Aulas y espacios para la docencia y su equipamiento
		2.4.2.2 Laboratorios y talleres específicos para la realización de prácticas, y su equipamiento
		2.4.2.3 Otras instalaciones fuera de la Unidad Académica
		2.4.2.4 Biblioteca
		2.4.2.5 Espacios destinados para profesores
		2.4.2.6 Espacios para eventos académicos y culturales
2.4.3 Infraestructura física	Describir la infraestructura física como los espacios donde se imparte el programa, la seguridad de personas y bienes, las áreas deportivas, de recreación y convivencia, y la conectividad. Incluir la infraestructura para el acceso a personas con necesidades especiales.	2.4.3.1 Infraestructura física del lugar donde se imparte el programa
		2.4.3.2 Seguridad de personas y bienes
		2.4.3.3 Seguridad de personas discapacitadas
		2.4.3.4 Áreas deportivas, de recreación y convivencia
		2.4.3.5 Conectividad
2.4.4 Servicios de apoyo	Describir los servicios de apoyo entre los que se encuentran la administración escolar, los servicios estudiantiles, las becas y la orientación para el tránsito a la vida profesional.	2.4.4.1 Administración escolar
		2.4.4.2 Servicios a estudiantes
		2.4.4.3 Becas estudiantiles
		2.4.4.4 Tránsito a la vida profesional

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, *Universidad Autónoma de Baja California*. CC BY-NC-ND.

2.4.1 Personal académico

Objetivo específico. Describir los niveles de formación del personal académico referentes a la composición actual del cuerpo docente, la superación disciplinaria y habilitación académica, la producción académica para el programa —antecedentes en actividades profesionales y de investigación—, las formas de organización para el trabajo académico, las líneas de generación,

aplicación del conocimiento y su transferencia al programa, y la articulación de la investigación con la docencia.

2.4.1.1 Composición actual del cuerpo docente

La LF cuenta con una planta académica de 8 profesores de tiempo completo (PTC) y 11 profesores de asignatura (PA). El porcentaje de PTC con nivel de estudios de Doctorado corresponde a 100%; seis académicos (75.0%) pertenecen al SNII del Conahcyt; el mismo porcentaje tienen perfil PRODEP (UABC, 2024a).

2.4.1.2 Desarrollo disciplinario y habilitación académica

En la UABC, el Departamento de Formación y Evaluación Docente, en coordinación con el Centro de Investigación para el Aprendizaje Digital, la actualización didáctico-pedagógica y disciplinaria se realiza a través del Programa Flexible de Formación y Desarrollo Docente. Dicho programa despliega una serie de cursos gratuitos para los docentes y abarcan diversas temáticas como: el modelo educativo, competencias para la docencia universitaria, didácticas específicas, innovación educativa, tecnologías de la información, producción académica, entre otros. Durante el periodo 2024-1, los docentes de la FC tuvieron la oportunidad de tomar cursos de diversas temáticas, los de mayor participación fueron los referentes a “Burnout: recomendaciones para enfrentar el desgaste emocional”, “Mental Health First Aid USA”, “Primeros auxilios psicológicos en el entorno escolar”, “Taller de herramientas de evaluación de Blackboard” y “Uso del ChatGPT en la Docencia Universitaria” (UABC, 2024a).

2.4.1.3 Producción académica para el programa

La producción académica de los catedráticos de la LF del 2017 al 2018 fue la siguiente: 10 artículos, la totalidad se publicó en revistas indexadas, un libro, siete participaciones en simposios, cuatro foros de investigación, tres conferencias, dos congresos nacionales, 12 congresos internacionales. De igual forma, los docentes han participado en 10 proyectos de investigación (CAPEF, 2019).

2.4.1.4 Formas de organización para el trabajo académico

La FC tiene una normatividad clara y precisa que relaciona las actividades administrativas con las académicas y se establece en los manuales y reglamentos de organización y procedimientos tales

como el Estatuto del Personal Académico de la UABC, el Reglamento Interior de Trabajo y el Reglamento Interno de la Facultad de Ciencias (UABC, 2024a).

En la FC el organigrama indica tres Coordinadores (Formación profesional, Extensión y Vinculación, e Investigación y Posgrado), y nueve Responsables de área (Programa educativo, Laboratorio, Orientación educativa y psicopedagógica, Servicio social, Prácticas profesionales, Movilidad estudiantil, Difusión, Formación y evaluación docente, y Seguimiento de egresados) (UABC, 2024a).

2.4.1.5 Líneas de generación, aplicación del conocimiento y su transferencia al programa

En la LF se tienen registrados dos Cuerpos Académicos: Física Cuántica (consolidado) y Enseñanza de la Ciencia e Ingeniería (en proceso de consolidación); y cuatro Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento: Efectos ópticos no lineales en fibras de cristal fotónico; Transporte electrónico cuántico; Diseño y aplicación de materiales didácticos para el aprendizaje de las ciencias e ingeniería; y Transporte de nanoestructuras (CAPEF, 2019; UABC, 2017).

2.4.2 Infraestructura académica

Objetivo específico. Describir la infraestructura académica, entendida como aulas y espacios para la docencia, los laboratorios y talleres específicos para la realización de prácticas, la biblioteca, los espacios destinados para profesores, los espacios para encuentros académicos y/o culturales y otras instalaciones fuera de la institución.

2.4.2.1 Aulas y espacios para la docencia y su equipamiento

La LF tiene disponibles 13 aulas con capacidad para atender desde 15 a 40 estudiantes. Estas aulas poseen condiciones adecuadas de mobiliario, higiene, ventilación, iluminación y seguridad (CAPEF, 2019).

2.4.2.2 Laboratorios y talleres específicos para la realización de prácticas, y su equipamiento

Los estudiantes de la LF tienen a su disposición cinco laboratorios de física: mecánica, óptica, sensores, química, y fibras ópticas; un laboratorio de cómputo. Todos los laboratorios mencionados cuentan con el equipo suficiente para ofrecer un servicio adecuado (CAPEF, 2019).

2.4.2.4 Biblioteca

La UABC ofrece a la comunidad académica un sistema de bibliotecas ubicadas en cada campus: Tijuana, Ensenada y Mexicali, además de otras disponibles en diversos institutos, unidades académicas o facultades. En total, se cuenta con un Acervo bibliográfico impreso de 304,739 títulos y 473,256 volúmenes (UABC, 2022).

Además, la UABC pone a disposición de los usuarios una biblioteca digital con 11 editoriales para consulta de libros electrónicos, un repositorio institucional que alberga libros, capítulos de libro, tesis, y distintas revistas entre las que se enlistan la Revista Ciencias Marinas, Revista Culturales, Revista Ciencias Tecnológicas, REDIE, y la Revista Estudios Fronterizos. También cuenta con diversas bases de datos como Clarivate Analytics, Elsevier B.V., JSTOR, Springer-Nature, vlex, entre otras (UABC, 2021c).

En la Biblioteca de la Unidad Punta Morro del campus Ensenada, ubicada a 80 metros del edificio de la LF y con capacidad para atender a 380 usuarios simultáneamente, se cuenta con 41,801 ejemplares de la clasificación LC “Ciencias”. Los usuarios internos pueden realizar consultas en la sala, usar los cubículos de estudio, acceder a la sala de lectura, utilizar equipo de cómputo, solicitar préstamo externo e interbibliotecario, consultar el catálogo en línea, acceder a la biblioteca digital, hacer visita guiada, así como recibir asesoría y capacitación para búsquedas o uso de las distintas fuentes de información (UABC, 2021d).

2.4.2.5 Espacios destinados para profesores

Los docentes de tiempo completo y técnicos académicos de un cubículo personal, además los docentes de asignatura cuentan en total con dos cubículos para que realicen sus labores académicas (CAPEF, 2019).

2.4.2.6 Espacios para eventos académicos y culturales

Las actividades culturales, entre las que se pueden mencionar obras de teatro, eventos musicales, exposiciones de arte, danza, festivales, o conferencias, se realizan en el Teatro Universitario Benito Juárez con 407 localidades; en la Sala audiovisual Francisco Zarco con 150 espacios; en el Andador Cultural ubicado a la orilla del mar en la UABC Campus Ensenada con un aforo para 1000

personas; en las salas de Audiovisual 1 y 2 de la Facultad de Ciencias, con espacios para recibir a 70 y 77 personas, respectivamente. De igual forma, en el Departamento de Informática y Bibliotecas (DIB) de la Unidad Punta Morro del campus Ensenada, se ubican dos salas más para realizar este tipo de eventos, tales como la sala de usos múltiples con capacidad para 250 personas, equipada con aire acondicionado, mobiliario, proyector, pantalla, equipo de sonido y micrófono; y la sala de audiovisual con disponibilidad de 85 espacios.

2.4.3 Infraestructura física

Objetivo específico. Describir la infraestructura física como los espacios donde se imparte el programa, la seguridad de personas y bienes, las áreas deportivas, de recreación y convivencia, y la conectividad. Incluir la infraestructura para el acceso a personas con necesidades especiales.

2.4.3.1 Infraestructura física del lugar donde se imparte el programa

La FC se ubica dentro del Campus Ensenada de la UABC, cuenta con una infraestructura de 10 edificios y tiene disponibles los siguientes espacios: una área de oficinas administrativas, una área de cubículos para los docentes de tiempo completo y de asignatura, una área de cubículos para técnicos académicos y orientación educativa y psicopedagógica, dos áreas de sanitarios, dos salas de audiovisuales, una sala de juntas, un almacén general, 13 aulas de licenciatura, una aula para asesorías, cuatro salones y dos espacios para atención de estudiantes de posgrado, dos espacios de colecciones y jardín botánico, y 35 laboratorios (15 de ciencias exactas y 20 de ciencias naturales) (UABC, 2024a).

2.4.3.2 Seguridad de personas y bienes

La FC mantiene la seguridad y resguardo de personas y bienes a través del Sistema Integral de Seguridad Universitaria (SISU). El SISU tiene a su cargo la contratación de una empresa de seguridad privada, misma que se encarga de realizar las siguientes actividades durante todo el año y en horario continuo: monitoreo del acceso vehicular y peatonal, recorridos de vigilancia y control del sistema de video vigilancia del campus (UABC, 2024a).

En el tema de seguridad e higiene, en esta facultad se cuenta con una brigada multifuncional de emergencias, conformada por personal académico y administrativo que tienen como objetivo la prevención y atención ante diversos eventos, y se integra por cuadrillas de: unidad interna de

protección civil; prevención y combate de incendios; evacuación y resguardo, búsqueda y rescate; primeros auxilios; comunicaciones de emergencia; y derrames de sustancias químicas y residuos peligrosos. Conjuntamente, se ofrece equipo para combatir sismos e incendios como extintores, alarmas contra incendios, detectores de humo, luces de emergencia, botiquines de emergencia, indicaciones para actuar en caso de sismos o incendios, y señalamientos de evacuación y salidas de emergencia (UABC, 2024a).

2.4.3.3 Seguridad de personas discapacitadas

En la Facultad de Ciencias se cuenta con rampas de acceso para personas con discapacidad en los pasillos del primer piso (UABC, 2024a).

2.4.3.4 Áreas deportivas, de recreación y convivencia

Los estudiantes de la Facultad de Ciencias tienen disponibles espacios para la actividad física y el deporte, entre los que se encuentran: el gimnasio universitario de la Unidad Punta Morro, así como canchas de fútbol y de basquetbol; también cuentan con el gimnasio universitario de la Unidad Valle Dorado y el centro deportivo de la UABC. Específicamente, en la Facultad de Ciencias se encuentra un jardín botánico y diversos espacios habilitados para la lectura o el descanso (UABC, 2024a). Es importante mencionar que la Unidad Punta Morro se ubica frente al mar, lo que ofrece una experiencia única a sus estudiantes.

2.4.3.5 Conectividad

El Departamento de Informática y Bibliotecas (DIB) del campus Ensenada, proporciona conectividad a través de fibra óptica. También cuentan con internet alámbrica con velocidad de subida y bajada de 500 Mbps. A lo anterior se añaden dos redes inalámbricas: EduWifi (con 11 puntos de acceso y capacidad para 70 usuarios cada uno) y UABC Extreme (para 250 usuarios) (CAPEF, 2019; UABC, 2024a).

La Facultad de Ciencias también tienen a su disponibilidad un sistema de telefonía a través de dos conmutadores KXTDE 200 y 100 extensiones; además tiene acceso a dos líneas directas y 15 líneas mediante conmutador (CAPEF, 2019).

2.4.4 Servicios de apoyo

Objetivo específico. Describir los servicios de apoyo entre los que se encuentran la administración escolar, los servicios estudiantiles, las becas y la orientación para el tránsito a la vida profesional.

2.4.4.1 Administración escolar

Para ofrecer un servicio de calidad a los usuarios del Campus Ensenada, se actualizó la certificación del ISO-9001:2015 correspondiente a 12 procesos administrativos en tres Departamentos: Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar, Recursos Humanos, y Servicios Administrativos (UABC, 2024a)

3.4.4.2 Servicios a estudiantes

Los estudiantes de la FC disponen de un seguro facultativo del Instituto Mexicano del Seguro Social, el cual atiende diversas enfermedades y la maternidad. De igual manera, en la Unidad Punta Morro, los estudiantes y el personal cuentan con un dispensario médico y de primeros auxilios (CAPEF, 2019).

3.4.4.3 Becas estudiantiles

El programa de becas de la UABC otorga apoyos económicos a los estudiantes en condiciones de vulnerabilidad. Las becas que ofrece esta institución son de diversos tipos, cada una tiene requisitos específicos y son las siguientes: beca prórroga, crédito, patrocinio, promedio, mérito escolar deportiva, artística, de compensación, posgrado, y de vinculación. La beca de mayor solicitud en la FC entre los periodos 2018-1 al 2024-1 es la beca prórroga, la cual consiste en el pago diferido de las cuotas de inscripción (UABC, 2024a).

2.4.4.4 Tránsito a la vida profesional

En la UABC el tránsito de los estudiantes a la vida profesional se promueve a través proyectos de vinculación con valor en créditos, prácticas profesionales, intercambios académicos, bolsa de trabajo, ferias de empleo, talleres de emprendedores, e incubación de empresas.

En cuanto al rubro de emprendimiento, la FC ofrece cursos semestrales de emprendimiento y negocios tecnológicos, y se organiza la conferencia denominada “Redacción de patentes y registro de marcas”. En la UABC campus Ensenada se promueven cursos de búsquedas tecnológicas, y registro de marcas, diversos foros de vinculación, la “Feria de Emprendedores”, así como las funciones y apoyos otorgados a través de la incubadora Cimarrones Emprendedores (UABC, 2023).

Conclusiones Estudio 2.4 Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios

- Los docentes adscritos a la LF son 8 de tiempo completo y 11 de asignatura. La totalidad de profesores de tiempo completo cuenta con estudios de doctorado y el 75% pertenecen al SNII y tienen perfil PRODEP.
- La producción académica en la LF durante se integra por artículos en revistas indexadas, participaciones en simposios, congresos nacionales e internacionales, foros y proyectos de investigación (CAPEF, 2019).
- En la FC, las formas de organización para el trabajo académico se fundamentan en el Estatuto del Personal Académico de la UABC, manuales, reglamentos de organización, organigrama, y en su propio reglamento interno, el cual establece las funciones y actividades a desempeñar por todo el personal. Asimismo, en la LF el trabajo académico se realiza mediante un cuerpo académico con grado consolidado denominado Física Cuántica, así como Enseñanza de la Ciencia e Ingeniería en proceso de consolidación (UABC, 2017).
- En lo referente a la infraestructura, la LF cuenta con 13 aulas con condiciones óptimas para el desarrollo de las actividades académicas.
- La comunidad académica de la LF tiene a su disponibilidad un sistema de bibliotecas físicas ubicadas en cada campus de la UABC, institutos, unidades académicas y facultades. La UABC les ofrece también una biblioteca digital con editoriales, revistas, un repositorio institucional y distintas bases de datos.
- La infraestructura de la FC cuenta con diversos espacios para realizar el trabajo académico – aulas, cubículos, sala de maestros, sala de audiovisuales, aula para asesorías, laboratorios, salas de cómputo para clases–. Los eventos académicos y culturales se realizan en distintos espacios como el Teatro Universitario Benito Juárez, la Sala Audiovisual Francisco Zarco, las salas de audiovisual 1 y 2 de la FC, el Andador Universitario de la UABC campus Ensenada, la sala de usos múltiples y la sala de audiovisual ubicadas en el Departamento de Informática y Bibliotecas del mismo campus.
- La seguridad de las instalaciones se mantiene a través del Sistema Integral de Seguridad Universitaria (SISU), quien se encarga de la contratación de una empresa de seguridad privada. Aunado a ello, la FC integra (con personal académico y administrativo) una brigada

de multifuncional de emergencias, con el objetivo de prevenir y atender diversos eventos de protección civil. En la FC se disponen de rampas de acceso para personas discapacitadas. En lo referente a espacios deportivos, de recreación y convivencia, los estudiantes de esta facultad tienen a su disposición el gimnasio universitario de la Unidad Punta Morro, el de la Unidad Valle Dorado, y el centro deportivo de la UABC; y espacios destinados para la recreación y la lectura como el jardín botánico de la FC (UABC, 2024a).

- La FC cuenta con dos salas de audiovisuales, salas de cómputo para clases y una sala general para la realización de tareas y trabajos académicos.
- En el Campus Ensenada Punta Morro cuenta con servicio médico se proporciona a los estudiantes a través de un seguro facultativo y un dispensario médico y de primeros auxilios.
- En cuanto a las becas, la UABC ofrece una amplia gama de opciones para sus estudiantes, sin embargo, la beca de mayor solicitud es la beca prórroga que consiste en el pago diferido de las cuotas de inscripción durante el semestre en curso (UABC, 2023).
- El tránsito a la vida profesional se promueve a través de proyectos de vinculación con valor en créditos, prácticas profesionales, intercambios académicos con universidades nacionales e internacionales, talleres y cursos semestrales asociados al emprendimiento, incubación de empresas, ferias de empleo y la bolsa de trabajo de la UABC. Asimismo, en la FC se cuenta con un Consejo de Vinculación.

Conclusiones generales de la evaluación interna de la LF

Fundamentos y condiciones de operación del programa educativo

- La estructura organizacional de la FC se elabora con base en los propósitos compartidos con la UABC y la oficina de Planeación y Desarrollo Institucional.
- En la LF, los requisitos solicitados a los aspirantes mantienen relación con las competencias a desarrollar durante el plan de estudios.
- En la LF, el presupuesto proviene de diversas fuentes, sin embargo, a partir del 2020, dos fondos extraordinarios dejaron de recibirse, situación que debe analizarse para evitar su impacto en la operación idónea del programa educativo.

Currículo

- En la LF, el plan de estudios es pertinente y congruente con la normativa y política de la UABC.
- En la LF el plan de estudios propicia los espacios curriculares necesarios para el desarrollo de la habilidad para la comunicación oral, escrita o gráfica en inglés. Asimismo, el nivel y formación que se exige es insuficiente de acuerdo con las demandas del mercado laboral.
- En la LF se promueven actividades y espacios para la formación integral de los estudiantes.

Trayectoria escolar de los estudiantes en el programa educativo

- En la LF existe y se aplica el proceso de ingreso al programa educativo.
- En la LF el nivel con mayor rezago por reprobación es el tres, por lo tanto, es necesario identificar y revisar el contexto pedagógico de las UA que tienen esta condición.
- En la LF, las cohortes 2017-1 y 2019-1 mostraron 14 y 9 bajas académicas, respectivamente; y la cohorte 2020-1 presentó 6 estudiantes potenciales a baja académica.
- En la LF las actividades de asesoría y apoyo académico para los estudiantes son adecuadas, sin embargo, es necesario identificar y reforzar estrategias de las materias con mayor reprobación. De igual forma, es importante identificar y reforzar las técnicas de estudio utilizadas por los estudiantes de esta licenciatura, la gestión del tiempo; así como variables de contexto relacionadas con su rendimiento académico, tales como el nivel socioeconómico, vocación por las matemáticas, la motivación y bienestar físico y psicológico.
- En la LF considerar otras estrategias de apoyo a estudiantes en condición de vulnerabilidad.
- En la LF, promover el intercambio y movilidad estudiantil nacional e internacional.
- En la LF fortalecer y promover el servicio de tutoría comunitaria.
- En la LF el Departamento de Orientación Educativa y Psicopedagógica debe realizar más actividades en beneficio del proceso formativo de los estudiantes; para ello, es necesaria la participación de más profesionistas de esta área.
- En la LF las prácticas profesionales contribuyen con el fortalecimiento profesional de los estudiantes.
- En la LF no cuenta con examen general de egreso, por lo cual, los estudiantes no tienen esta modalidad de titulación.

Personal académico, infraestructura y servicios

- En la LF realizar convenios con UNAM y CICESE para compartir laboratorios y biblioteca con la FC de la UABC.
- En la LF promover en los académicos cursos de formación pedagógica que brinda la UABC.
- En la LF analizar la idoneidad del equipo de cómputo y software.
- En la LF el acceso al segundo piso es limitado para personas con discapacidad.

Referencias

- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2023). *Anuarios Estadísticos de Educación Superior: Ciclo escolar 2021-2022*. ANUIES <http://www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Academia Mexicana de Ciencias. (2024). *Líneas Generales para una Agenda Nacional en Ciencia y Tecnología 2024-2050*. AMC. <https://amc.edu.mx/amc/AgendaCTI-AMC.pdf>
- Banco Mundial. (2023). *Empleo y desarrollo: Descripción general*. <https://www.worldbank.org/en/topic/jobsanddevelopment/overview>
- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla [BUAP]. (2024). *Licenciatura en Física Aplicada. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas*. <https://www.fcfm.buap.mx/docencia/licenciatura-fisica-aplicada>
- Buenrostro, H. E. (2019). Agenda de políticas públicas y convergencia del conocimiento. Diálogo y sinergias entre la comunidad científica y empresarial para la industria 4.0. En A. Oropeza-García [Coord.], *Desarrollo industrial 2050. Hacia una industria del futuro* (págs. 193-214). UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- California Institute of Technology [CALTECH]. (2024). *Physics Undergraduate Program Description*. The Division of Physics, Mathematics and Astronomy. CALTECH. <https://pma.caltech.edu/research-and-academics/physics/physics-undergraduate-studies/physics-undergraduate-program-description>
- Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior. (2021, 15 de octubre). *Sobre Ceneval*. https://ceneval.edu.mx/sobre_el_ceneval-perfil_institucional/
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías [CONAHCYT]. (2021). *Informe general de Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación 2021*. <https://www.siicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/informe-general/informe-general-2021/5015-informe-general-2021-1/file>
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías [CONAHCYT]. (2023). *Reglamento del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores*. https://conahcyt.mx/wp-content/uploads/sni/marco_legal/2023_Reglamento_de_SNII_11jul2023_CONAMER.pdf
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías [CONAHCYT]. (2024). *Tabulador de becas nacionales 2024*. https://conahcyt.mx/wp-content/uploads/convocatorias/becas_nacionales/2024/TABBN-24.pdf
- Consejo Nacional de Población [CONAPO]. (2019). *Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas. Baja California*. Secretaría de Gobernación. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/487402/02_BCN.pdf
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL]. (2022). *Medición multidimensional de la pobreza en México, 2016-2020*.

https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/MMP_2018_2020/Pobreza_multidimensional_2016_2020_CONEVAL.pdf

Consejo para la Acreditación de la Educación Superior. (2023). *¿Qué es COPAES?*

<https://www.copaes.org/copaes.html#mision>

Dell Technologies (2018). *Realizing 2030: A divided vision of the future*.

<https://www.delltechnologies.com/content/dam/delltechnologies/assets/perspectives/2030/pdf/Realizing-2030-A-Divided-Vision-of-the-Future-Summary.pdf> . [Consultado el 24 de octubre 2023].

Deloitte (2022). *Striving for balance, advocating for change. The Deloitte global 2022 Gen Z & millennial survey*. <https://www.deloitte.com/content/dam/assets-shared/docs/deloitte-2022-genz-millennial-survey.pdf>

EVb Consulting & Learning. (2023). *Megatendencias 2023: Hacia dónde vamos*.

<https://ebvconsultores.com/megatendencias-2023-hacia-donde-vamos/> [Consultado el 23 de octubre 2023].

Ferreira, M. M., Avitabile, C., Botero, J., Haimovich, F. y Urzua, S. (2017). *Momento decisivo. América Latina y el Caribe. Resumen*. Banco Mundial.

<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/26489/211014ovSP.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Flores, J. (2016). Medio siglo de la física mexicana. En F. Ramos y A. Morales (Eds.), *Sobre los inicios de la profesionalización de la física en México*. Sociedad Mexicana de Física.

<https://drive.google.com/file/d/1DdHWof8Ugm9eg5BUhANvKrPf4hheFsd6/view>

Fundación SM. (2019). *Encuesta de jóvenes en México 2019*. México Fundación SM, A.C.

http://www.voluntarios.cij.gob.mx/src/recursos/publicaciones/Encuesta_de_j%C3%B3venes_en_M%C3%A9xico_2019.pdf

Gobierno de México (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*.

<https://www.gob.mx/agricultura/documentos/plan-nacional-de-desarrollo-gobierno-de-mexico-2019-2024>

Gobierno de México. (2023). *Tendencias del empleo profesional: primer trimestre 2023*.

Observatorio laboral-Servicio Nacional del Empleo-Gobierno de México.

https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias_empleo.html

Grant, A. Hill, H., & Mulvey, P. (2022). Physicists in government, by the numbers. *Physics Today*.

DOI:<https://doi.org/10.1063/PT.6.5.20221031a>

Harvard University. (2024). *Department of Physics*. <https://www.physics.harvard.edu/undergrad>

Hays. (2023). *Hallazgos del mercado*. <https://www.hays.com.mx/hallazgos-del-mercado/articulo/transformacion-digital-en-las-empresas-elementos-esenciales-que-necesitas-saber> [Consultado el 05 de octubre 2023].

- Hernández-Laos [Coord.]. (2012). *Mercado laboral de profesionistas en México*. ANUIES.
- Instituto Politécnico Nacional. (2023). *Licenciatura en Física y Matemáticas*.
<https://www.esfm.ipn.mx/unidades-aprendizaje.html>
- IEEE. (2023). *Technology Predictions 2023*. IEEE Computer Society. <https://ieeecs-media.computer.org/media/tech-news/tech-predictions-report-2023.pdf>
- INEGI (2019). *Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones 2019*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
https://www.snieg.mx/Documentos/Normatividad/Vigente/SINCO_2019.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). *Demografía y sociedad*.
<https://www.inegi.org.mx/temas/>
- Instituto Politécnico Nacional. (2024). *Licenciatura en Física y Matemáticas*.
<https://www.ipn.mx/oferta-educativa/educacion-superior/ver-carrera.html?lg=es&id=30&nombre=Licenciatura-en-F%C3%ADsica-y-Matem%C3%A1ticas>
- Massachusetts Institute of Technology. (2024). *Physics. Undergraduate program*.
<https://physics.mit.edu/academic-programs/undergrads/>
- Ministerio de Educación. (2022). *Sistema Nacional de Información para la Educación Superior en Colombia*. <https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/programas>
- Ministerio de Educación de Argentina. Departamento de Información Universitaria. (2023). *Guía de Carreras –Universitarias. Carreras de Pregrado y Grado*.
https://guiadecarreras.siu.edu.ar/carreras_de_pregrado_y_grado.php
- Ministerio de Educación de Chile. (2023). *¿Dónde y qué estudiar? Subsecretaría de Educación Superior*. <https://www.mifuturo.cl/buscador-de-carreras/?tipo=carrera>
- Ministerio de Educación de España. (2023). *Qué estudiar y dónde en la universidad*.
<http://siiu.universidades.gob.es/QEDU/>
- MIT. (2024, junio 4). Physicists create five-lane superhighway for electron. MIT News on campus and around the world. <https://news.mit.edu/2024/physicists-create-five-lane-superhighway-electrons-0604>
- MIT. (2024, febrero 28). MIT Technology Review. <https://physics.mit.edu/news/helping-move-medical-research-out-of-the-lab-and-into-the-clinic/>
- Naciones Unidas (2019). Noticias ONU. *¿Qué puede hacer la tecnología en beneficio del desarrollo?* <https://news.un.org/es/story/2019/06/1457461>
- Naciones Unidas. (2024). *ONU-Habitat*. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/ya-somos-8-mil-millones-de-personas>
- Nature. (2024, septiembre 18). Science-policy advisers shape programmes that solve real-world problems. <https://www.nature.com/articles/d41586-024-03040-x>

- Nobel Prize. (2023a). *Andrea Ghez, 2020*. NobelPrize.org.
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2020/ghez/facts/>
- Nobel Prize. (2023b). *John Clauser, 2022*. NobelPrize.org.
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2022/clauser/facts/>
- Observatorio Laboral (2024). *Información estadística para el futuro académico y laboral de México*. <https://www.observatoriolaboral.gob.mx/#/> [consultado 01 de julio 2024].
- OCDE. (2022). México. In *Education at a Glance 2022: OECD Indicators*. OECD,
https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2022_de781390-es
- OCDE. (2023). *Resultados PISA 2022 (Volumen I y II). Notas de país: México*.
https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/mexico_519eaf88-en.html
- Oropeza-García, A. [Coord.]. (2019). *Desarrollo industrial 2050. Hacia una industria del futuro*. UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- Oxford Internet Institute [OII]. (2023). *Dar sentido a la inteligencia artificial*.
<https://atozofai.withgoogle.com/intl/en-US/> [Consultado en 16 de octubre del 2023].
- Princeton University. (2024). *Undergraduate program*. <https://phy.princeton.edu/undergraduate-program>
- Quacquarelli Symons. (2024). *QS World University Rankings 2024: Top Global Universities*.
<https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2024>
- Sociedad Mexicana de Física. (2023). *Programas de Licenciatura*.
<https://smf.mx/publicaciones/programas-de-licenciatura/>
- Serna, A., y Castro, A. (2018). Metodología para realizar estudios que fundamentan la creación, modificación o actualización de programas educativos. En *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura* (pp. 24-73). Universidad Autónoma de Baja California.
http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/metodologia_con_ficha.pdf
- Universidad Autónoma de Baja California. (2013). *Modelo educativo de la UABC*.
<https://www.uabc.mx/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2021/04/ModeloEducativodelaUABC.pdf>
- Universidad Autónoma de Baja California. (s.f.). *Manual de tutorías de la Facultad de Ciencias*. Facultad de Ciencias.
- Universidad Autónoma de Baja California. (2017). *Licenciatura en Física, Plan 2017-2*.
http://web.uabc.mx/formacionbasica/FichasPE/Licenciatura_en_Fisica.pdf
- Universidad Autónoma de Baja California. (2020a). *Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de*

- Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios).*
http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/documento_con_instrumentos.pdf
- Universidad Autónoma de Baja California. (2020b). *Estudio de preferencias vocacionales y demanda de carreras profesionales de los estudiantes de educación media superior de Baja California*. UABC.
- Universidad Autónoma de Baja California. (2020c). *Teatros*. Coordinación General de Extensión de la Cultura y Divulgación de la Ciencia. <https://cultura.uabc.mx/teatros/>
- Universidad Autónoma de Baja California. (2021a). *Estatuto escolar de la Universidad Autónoma de Baja California*.
http://sriagral.uabc.mx/Externos/AbogadoGeneral/Reglamentos/Estatutos/03_EstatutoEscolarUABC_Reforma_May_202021.pdf
- Universidad Autónoma de Baja California. (2021b). *Sistema de indicadores y estadísticas institucionales*. UABC. <http://indicadores.uabc.mx/indicadores/alumnos/>
- Universidad Autónoma de Baja California. (2021c). *Coordinación General de Informática y Bibliotecas*. <https://bibliotecas.uabc.mx/acerca-de-la-cgib/>
- Universidad Autónoma de Baja California. (2021d). *Reglamento General de Bibliotecas de la UABC. Gaceta Universitaria*. https://bibliotecas.uabc.mx/wp-content/uploads/2021/02/10_REGL_BIBLIO-1.pdf
- Universidad Autónoma de Baja California. (2021e). *Manual de Organización y Procedimientos. Facultad de Ciencias*. UABC.
- Universidad Autónoma de Baja California. (2022). *Acervo bibliográfico*. Coordinación General de Informática y Bibliotecas. UABC. <https://bibliotecas.uabc.mx/wp-content/uploads/2022/12/Acervo-bibliografico.pdf>
- Universidad Autónoma de Baja California. (2023a). *Primer informe de actividades 2023-2024*. Dr. Luis Enrique Palafox Maestre. UABC.
- Universidad Autónoma de Baja California. (2023b). *Plan de Desarrollo Institucional 2023-2027*. UABC. https://planeacion.uabc.mx/pdi2023/docs/UABC_PDI_2023-2027_Extendido.pdf
- Universidad Autónoma de Baja California. (2023c). *Histórico de becas otorgadas*. Coordinación General de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar. UABC.
<http://cgsege.uabc.mx/web/cgsege/becas>
- Universidad Autónoma de Baja California. (2024a). *Cuarto informe de actividades. Facultad de Ciencias 2023-2024*. UABC.
<https://ciencias.ens.uabc.mx/documentos/informes/CuartoInformeActividades2023-2024.pdf>
- Universidad Autónoma de Baja California. (2024b). *Indicadores de seguimiento e-trayecto*. [Consultado en 22 de octubre del 2024]. <https://sindi.uabc.mx/etrayecto-web/app?opcion=seguimiento-etrayecto>

- Universidad Nacional Autónoma de México. (2021). *Oferta académica. Física*.
<http://oferta.unam.mx/fisica.html>
- Universidad de Guanajuato. (s.f.) (2023). *Licenciatura en Física*.
<https://www.ugto.mx/licenciaturas/por-area-del-conocimiento/ciencias-naturales-y-exactas/fisica>
- Universidad de Sonora. (2023). *Licenciatura en Física*. <https://ofertaeducativa.unison.mx/division-de-ciencias-exactas-y-naturales/licenciatura-en-fisica/>
- Universidad Tecnológica de la Mixteca. (2018). *Ingeniería en Física Aplicada*.
https://www.utm.mx/ing_fisica_aplicada.html
- Vallaes, F. (2014). La responsabilidad social universitaria: Un nuevo modelo universitario contra la mercantilización. *Revista Iberoamericana de la Educación Superior*, 12(5), 105-117.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/ries/v5n12/v5n12a6.pdf>
- Villar, E. (2012). *Breve historia de la física: sus artífices*. Ediciones Universidad Cantabria.
- World Economic Forum. (2021). *Top 10 tech trends that will shape the coming decade, according to McKinsey*. <https://www.weforum.org/agenda/2021/10/technology-trends-top-10-mckinsey/>
- World Economic Forum. (2023). *Future of Jobs Report 2023*.
https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf
- WEF. (2024, September 16). 10 new tech trends transforming Earth observation and climate intelligence. <https://www.weforum.org/agenda/2024/09/10-ways-tech-is-transforming-earth-observation-and-boosting-climate-intelligence/>

Apéndices

Apéndice A. Cuestionario dirigido a académicos para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de Licenciatura en Física



Universidad Autónoma de Baja California

Cuestionario dirigido a académicos para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de Licenciatura en Física

Estimado académico,

Le informamos que la UABC desea identificar su percepción respecto al proceso de enseñanza y aprendizaje, la organización del plan de estudios, el proceso formativo y el perfil de egreso del plan de estudios de Física.

La información que proporcione es estrictamente confidencial, será utilizada únicamente para valorar el plan de estudios vigente, y con ello incidir en la mejora de la formación profesional que ofrecemos. Le pedimos que responda de manera honesta y objetiva.

Agradecemos su participación

Instrucciones: Seleccione la opción de respuesta que corresponda a su situación.

I. Datos generales

1.1 Seleccione su sexo

☐ a) Femenino

☐ b) Masculino

1.2 Seleccione su edad

☐ a) 25 años o menos

☐ c) Entre 31 y 35 años

☐ e) Entre 41 y 45 años

☐ g) Entre 51 y 55 años

☐ b) Entre 26 y 30 años

☐ d) Entre 36 y 40 años

☐ f) Entre 46 y 50 años

☐ h) 56 años o más

1.3 Seleccione su máximo nivel de estudios que ha adquirido

☐ a) Licenciatura o ingeniería

☐ c) Doctorado

☐ b) Maestría

☐ d) Postdoctorado

1.4 Actualmente, ¿en qué sector realiza su actividad profesional?

☐ a) Público

☐ b) Privado

☐ c) Ambos

1.5 Indique los años de experiencia profesional con los que cuenta:

☐ a) Entre 1 y 5 años

☐ d) Entre 16 y 20 años

☐ b) Entre 6 y 10 años

☐ e) Mas de 20 años

☐ c) Entre 11 y 15 años

1.6 Indique la facultad en la que labora como docente de UABC:

☐ Facultad de Ciencias

1.7 Indique los años de experiencia como docente en UABC:

☐ a) Entre 1 y 5 años	☐ b) Entre 6 y 10 años
☐ c) Entre 11 y 15 años	☐ d) Entre 16 y 20 años
☐ e) Mas de 20 años	OTRO: _____

1.8 Indique el tipo de contratación que tiene como docente en UABC:

- | |
|--|
| ☐ a) Profesor de carrera de tiempo completo |
| ☐ b) Profesor de carrera de medio tiempo |
| ☐ c) Profesor de asignatura |
| ☐ d) Técnico académico |

1.9 Desempeña alguna actividad relacionada con la organización académica de la escuela o facultad en la que labora en UABC:

☐ a) No	☐ b) Coordinador de carrera
☐ c) Coordinador de un área del conocimiento	☐ d) Coordinador del área básica
☐ e) Coordinador de Formación Profesional y Vinculación	☐ f) Coordinador de investigación

1.10 Actualmente, pertenece a alguna de las siguientes instancias (marque las que correspondan):

- | |
|--|
| ☐ a) Sí, a un colegio o asociación de mi gremio profesional |
| ☐ b) Sí, al Sistema Nacional de Investigadores de CONACYT |
| ☐ c) No |

1.11 ¿En qué medida conoce el programa educativo de la UABC?

☐ a) Nada	☐ b) Poco
☐ c) Regular	☐ d) Completamente

1.12 En los últimos dos años, ¿en cuántos cursos de formación pedagógica o didáctica ha participado?

☐ a) Ninguno	☐ b) Entre 1 y 2	☐ c) Entre 3 y 5
☐ d) Entre 6 y 8	☐ e) Más de 8	

1.13 En los últimos tres años, ¿ha participado en el diseño de programas bajo el enfoque por competencias?

☐ a) Sí	☐ b) No

1.14 Seleccione las opciones que reflejen la importancia que otorga a su trabajo como docente en UABC:

☐ a) Autonomía en el trabajo	☐ b) Estabilidad laboral
☐ c) Oportunidad de aprender cosas nuevas	☐ d) Ingresos elevados
☐ e) Afrontar nuevos retos	☐ f) Buenas perspectivas profesionales
☐ g) Tener tiempo para actividades de ocio y recreativas	☐ h) Reconocimiento/prestigio social
☐ i) Oportunidad de hacer algo útil para la sociedad	☐ j) Facilidad para combinar trabajo y familia
☐ k) Otro, especifique: _____	

II. Proceso de enseñanza-aprendizaje

2.1 En mi experiencia, como docente de esta Facultad, considero que:

	Opciones de respuesta				
	No requiero este apoyo en mi materia	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El personal docente de apoyo es adecuado para lograr los objetivos de los contenidos de la(s) unidad de aprendizaje que imparto					
El personal administrativo de la Facultad de Ciencias que brinda apoyos es adecuado para lograr los objetivos de los contenidos de la(s) unidad de aprendizaje que imparto					
El acervo bibliográfico (libros, revistas, bases de datos electrónicas y tesis) es adecuado, ya que responden a los requerimientos de las unidades de aprendizaje que imparto en la carrera					
El equipo de cómputo y software es adecuado, ya que responde a los requerimientos de las unidades de aprendizaje que imparto en la carrera					
El Internet es adecuado, ya que responde a los requerimientos de las unidades de aprendizaje que imparto en la carrera					
Los cañones de video son adecuados, ya que responden a los requerimientos de las unidades de aprendizaje que imparto en la carrera					
El equipo de laboratorio es adecuado, ya que responde a los requerimientos de las unidades de aprendizaje que imparto en la carrera					
Los salones de clases son adecuados, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios					
Los laboratorios son adecuados, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios					
Los talleres de mantenimiento son adecuados, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios					
Las salas audiovisuales son adecuadas, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios					
La biblioteca es adecuada, ya que permite lograr los objetivos del plan de estudios					
Las oficinas son adecuadas, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios					
Las salas de consulta y atención a estudiantes son adecuadas (Salas de asesorías), ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios					

2.2 En mi experiencia, como docente de esta institución, considero que:

Opciones de respuesta

	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Cuento con el apoyo y asesoría para el desarrollo de actividades didácticas en las unidades de aprendizaje que imparto					
Tengo suficientes recursos didácticos o tecnológicos para el desarrollo de las unidades de aprendizaje que imparto					
Se han realizado los cambios y actualizaciones suficientes en los contenidos temáticos de las unidades de aprendizaje que imparto					
Se evalúa de manera sistemática mi trabajo					
Cuento con el apoyo de la coordinación del programa para la planificación y ejecución de los programas de las unidades de aprendizaje que imparto					
La coordinación del programa educativo otorga seguimiento y evaluación del cumplimiento de los contenidos temáticos de las unidades de aprendizaje					
Las actividades de asesoría y apoyo académico para los estudiantes resultan adecuadas					
La coordinación del programa educativo adquiere de manera suficiente recursos para el desarrollo de las actividades de enseñanza-aprendizaje					
La coordinación del programa educativo realiza actividades para la formación de equipos de trabajo por unidades de aprendizaje					
La coordinación del programa educativo contribuye en la capacitación pedagógica (formación docente, formación disciplinaria para docentes).					
La coordinación del programa educativo contribuye en la capacitación científica o tecnológica en áreas específicas del plan de estudios					
Las unidades de aprendizaje del plan de estudios son pertinentes, ya que se corresponden con el perfil de egreso de la carrera					
Los créditos y horas otorgadas a las unidades de aprendizaje son pertinentes					
En los grupos de clase, la cantidad de estudiantes es adecuada para el desarrollo de sus actividades didácticas					

La mayoría de los estudiantes cuentan con suficiente información respecto al perfil profesional y plan de estudios de sus carreras
Se involucra a los estudiantes en actividades de vinculación y actividades de investigación

2.3 Seleccione las formas de trabajo que suele planear para la impartición de sus clases:

☐ a) Clases teóricas	☐ b) Atención personalizada a los estudiantes
☐ c) Seminarios- talleres	☐ d) Trabajo en grupo
☐ e) Clases prácticas	☐ f) Trabajo autónomo e individual
☐ g) Prácticas externas	☐ h) Otro(s), especifique: _____

2.4 En sus clases, ¿en qué medida otorga valor o pone en práctica lo siguiente?

	Opciones de respuesta				
	Nada/ No aplica	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
Asistencia a clase					
Puntualidad					
Aprendizaje cooperativo					
Contrato de aprendizaje					
Participación en proyectos de investigación					
Método expositivo					
Estudios de caso					
Resolución de ejercicios y problemas					
Prácticas en empresas instituciones o similares					
Conocimientos prácticos y metodológicos					
Teorías, conceptos o paradigmas					
Aprendizaje orientado en proyectos					
Trabajos escritos					
Aprendizaje basado en problemas					
Exposiciones orales					
Aplicación de pruebas tipo test para medir el aprendizaje					
Aplicación de evaluaciones de preguntas abiertas					
Otro, especifique: _____					

2.5 De los siguientes materiales de apoyo y recursos, indique la frecuencia con la que los utiliza en sus clases:

	Opciones de respuesta				
	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca/No aplica
Ilustraciones					
Apuntes					
Pizarrón					
Pizarrón electrónico					
Presentaciones en <i>Power Point</i> o similares					
Material auditivo					
Material audiovisual					
Sitios de internet					
Consulta de bases de datos especializadas					

Otro. Especifique: _____

2.6 En mis clases, suelo programar actividades para fomentar que los estudiantes sean:

	Opciones de respuesta				
	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca/No aplica
Disciplinados					
Propositivos					
Creativos					
Emprendedores					
Respetuosos					
Tolerantes					
Dispuestos al diálogo					
Dispuestos a aprender					
Responsables de su propio aprendizaje					
Abiertos al cambio					
Interesados en encontrar soluciones					
Interesados en superar sus limitaciones					
Interesados en lograr metas					
Sensibles a las manifestaciones del grupo					
Interesados en conocer nuevas formas de enseñanza utilizando las TIC					
Creativos para optimizar recursos					
Interesados por mantenerse informados mediante lectura de periódicos, revistas y libros de interés general					
Más participativos en asuntos de interés público					
Promotores de iniciativas benéficas para la colectividad					
Sensibles a los problemas ambientales					
Respetuosos a los derechos de autor					
Solidarios con los compañeros de clase					

III. Organización del plan de estudios

3.1 Como docente, respecto al plan de estudios actual, considero que:

	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Es pertinente la secuencia de las unidades de aprendizaje o materias					
Es adecuada la proporción de teoría y práctica					
Es pertinente la etapa de formación básica					
Es pertinente la etapa disciplinar					
Es pertinente la etapa terminal					
Es suficiente la oferta de unidades de aprendizaje, ya que permite que los estudiantes elijan las que son de su interés					
Suelo satisfacer las necesidades de los estudiantes					

Suelo satisfacer las necesidades de la institución					
Suelo satisfacer las demandas del campo laboral					
Tiendo a satisfacer las demandas de los sectores productivos					
Me caracterizo por diversificar la formación de los estudiantes					
Me caracterizo por promover la formación integral					
Me caracterizo por promover conocimientos generales de naturaleza científica					
Cumplo con las demandas de la formación de graduados/egresados de la carrera					

Opciones de respuesta

3.2 Como docente, considero que el plan de estudios propicia o promueve:

	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Conocimientos generales de naturaleza científica					
Conocimientos generales de naturaleza humanística					
Los espacios curriculares necesarios para el desarrollo de la habilidad para la comunicación oral, escrita o gráfica en español					
Los espacios curriculares necesarios para el desarrollo de la habilidad para la comunicación oral, escrita o gráfica en inglés					
Conocimientos técnicos de la disciplina					
Conocimientos teóricos amplios y actualizados del campo profesional					
Capacidad analítica y lógica					
Desarrollo del pensamiento crítico					
Toma de decisiones y resolución de problemas					
Capacidad para aplicar conocimientos adquiridos durante la carrera					
La flexibilidad curricular para el desarrollo de la autonomía de los estudiantes en su formación					
Habilidad para el manejo de métodos y técnicas de trabajo en su área profesional					
La utilización de las TIC					
La formación de los valores universales					

3.3 Como docente, considero que el perfil de egreso de la carrera en la cual participo corresponde o atiende:

	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La aplicación de las teorías fundamentales que rigen el universo físico para resolver problemas del sector público y privado					
El manejo del lenguaje de las matemáticas, técnicas experimentales y computacionales, y herramientas metodológicas adecuadas para explicar los fenómenos de la naturaleza con rigor y disciplina					

3.4 De las competencias que conforman el perfil de egreso del programa de Física, valore los puntos fuertes y puntos débiles en la formación de los estudiantes	Puntos fuertes	Puntos débiles	No tengo bases para opinar
Resolver problemas de física mediante la utilización de métodos analíticos para explicar y comprender los fenómenos de la naturaleza, con responsabilidad y honestidad, en los ámbitos local, nacional e internacional.			
Aplicar el lenguaje de las matemáticas utilizando los principios fundamentales de la física para resolver problemas vinculados con las propiedades de la materia, la energía y sus interacciones, con rigor científico.			
Desarrollar y utilizar programas computacionales aplicando los principios fundamentales de la física para la simulación o modelado de procesos físicos, con responsabilidad y honestidad.			
Diseñar e implementar dispositivos experimentales, mediante la aplicación de métodos y técnicas apropiadas para resolver problemas del área de física, con honestidad, trabajo en equipo, respeto a las medidas de seguridad y al medio ambiente.			

Otra: especifique: _____

3.5 De la siguiente lista, seleccione las principales causas que impiden que los estudiantes alcancen el perfil de egreso:

☐	A los estudiantes no les interesa el programa
☐	La selección de ingreso es inadecuada
☐	Los estudiantes tienen un rendimiento o implicación en su aprendizaje deficiente
☐	Actitudes paternalistas por parte de los docentes o de las autoridades educativas
☐	Los créditos obligatorios son insuficientes
☐	Falta de actualización del profesorado
☐	Falta de integración de unidades de aprendizaje
☐	El programa educativo actual no forma a los estudiantes para cubrir el perfil
☐	Considero que los estudiantes sí alcanzan su perfil de egreso

Otras, especifique: _____

3.6 Como docente, considero que:	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La formación valoral que reciben los estudiantes en su carrera promueve que conformen sus proyectos de vida					
El nivel y formación que se exige en el plan de estudios respecto al idioma inglés es suficiente de acuerdo con las demandas laborales del campo profesional de la carrera					
Las actividades culturales, deportivas, formativas y competitivas que ofrece la Unidad o el Campus son suficientes para incidir en la formación integral de los estudiantes					
La función del tutor beneficia la formación académica de los estudiantes					
El servicio social contribuye positivamente en la formación profesional de los estudiantes					
La movilidad estudiantil nacional o internacional son experiencias que contribuyen a la formación profesional de los estudiantes					
Los programas y acciones que emprende el Departamento de Orientación Educativa y Psicopedagógica beneficia el proceso formativo de los estudiantes					

3.7 Por favor, agregue todos los comentarios que considere necesarios para mejorar, ya sea el plan de estudios, las condiciones del docente para un mejor desempeño o la formación profesional del estudiante:

Apéndice B. Cuestionario dirigido a egresados para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de Licenciatura en Física



Universidad Autónoma de Baja California

Cuestionario dirigido a egresados para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de Licenciatura en Física

Estimado egresado de la Facultad de Ciencias. Le informamos que la UABC requiere conocer su percepción y satisfacción respecto a la formación profesional recibida.

La información que nos proporcione en este cuestionario es estrictamente confidencial, misma que será utilizada únicamente para valorar el plan de estudios vigente, y con ello incidir en la mejora de la formación profesional que ofrecemos. Le pedimos que responda de manera honesta y objetiva.

Agradecemos su participación

Instrucciones: Seleccione la opción de respuesta que corresponda a su situación.

I. Datos generales

1.1 Seleccione su sexo:

☐

a) Femenino

☐

b) Masculino

1.2 Seleccione su edad:

☐

a) 25 años o menos

☐

c) Entre 31 y 35 años

☐

e) Entre 41 y 45 años

☐

g) Entre 51 y 55 años

☐

b) Entre 26 y 30 años

☐

d) Entre 36 y 40 años

☐

f) Entre 46 y 50 años

☐

h) 56 años o más

1.3 Seleccione su nacionalidad:

☐

a) Mexicana

☐

b) Extranjero, especifique: _____

1.4 Lugar de residencia actual:

☐

a) Baja California

☐

c) Fuera de México, especifique: _____

☐

b) Otro estado de la república mexicana

1.5 Señale su estado civil actual:

☐

a) Casado(a)

☐

c) Divorciado(a)

☐

b) Soltero(a)

☐

d) Unión libre

1.6 ¿Tiene hijos?

☐

a) Sí

☐

b) No

En caso de sí tener hijos, mencione cuántos: _____

1.7 Indique el año de ingreso a la UABC: _____

1.8 Indique el año de egreso a la UABC: _____

1.9 Correo electrónico: _____

1.10 Matrícula como estudiante de UABC: _____

II. Experiencia laboral

2.1 ¿Se encuentra trabajando actualmente?

☐ a) Sí

☐ b) No

2.2 Si actualmente se encuentra trabajando, indique su situación:

☐ a) En mi trabajo ejerzo mi carrera

☐ b) Mi trabajo no tiene que ver con mi carrera

2.3 Si actualmente no se encuentra trabajando, indique la razón:

☐ a) No tengo necesidad de trabajar

☐ b) No he encontrado un trabajo acorde a la carrera que tengo desde que me gradué

☐ c) Actualmente estoy buscando

Otra (especifique): _____

Nota: Si no está trabajando, pase a la sección “Experiencia académica y expectativas profesionales”

2.4 ¿Trabaja desde que terminó su carrera?

☐ a) Sí

☐ b) No

2.5 Señale su modalidad de trabajo:

☐ a) Trabajo por mi cuenta; es decir, de manera independiente

☐ b) Trabajo como empleado en una empresa o institución

2.6 Señale el sector económico al que pertenece la empresa o institución en que trabaja:

☐ Alimentos y bebidas

☐ Investigación

☐ Industria

☐ Servicios profesionales y técnicos

☐ Medios de comunicación

☐ Educación

☐ Gobierno

☐ Comercio

☐ Productor independiente

☐ Otro, especifique: _____

2.7 Señale el régimen jurídico de la empresa/institución en que trabaja:

☐ a) Público

☐ b) Privado

2.8 Indique el nombre de la empresa, organización o institución en la que trabaja (como empleado o de manera independiente) y describa brevemente las actividades que realiza:

2.9 Indique su ingreso mensual neto actual (incluyendo bonos y prestaciones):

☐ a) Entre 5,000 y 8,000 pesos

☐ b) Entre 9,000 y 12,000 pesos

☐ c) Entre 13,000 y 16,000 pesos

☐ d) Entre 17,000 y 20,000 pesos

☐ e) Más de 20,000 pesos

2.10 Indique si el ingreso que percibe es suficiente para cubrir sus necesidades:

☐ a) Sí

☐ b) No

2.11 Señale el tipo de contratación que tiene en su trabajo actual:

- ☐ a) Por tiempo indeterminado ☐ b) Por obra/proyecto determinado

☐ c) Por tiempo determinado ☐ d) Otro, especifique _____

2.12 Indique el número de horas que labora a la semana:

- ☐ a) Menos de 40 horas ☐ b) Entre 40 y 48 horas
- ☐ c) Más de 48 horas

2.13 ¿Cuántos años tiene laborando en su trabajo actual?

☐ a) Menos de 1 año ☐ c) Entre 4 y 6 años ☐ e) Más de 10 años	☐ b) Entre 1 y 3 años ☐ d) Entre 7 y 10 años

2.14 ¿En qué medida coincide su actividad laboral con sus estudios de licenciatura?

☐	a) Mucho	☐	b) Parcialmente
☐	c) Poco	☐	d) Muy poco

2.15 ¿Tiene posibilidades de ascenso en su trabajo?

- ☐ a) Sí ☐ b) No
- ☐ c) No estoy seguro(a)

2.16 Una vez que egresó de la carrera, ¿en cuánto tiempo obtuvo su primer empleo profesional?

☐	a) Menos de 1 año	☐	b) Entre 1 y 2 años
☐	c) Entre 3 y 4 años	☐	d) 5 años o más

2.17 En su opinión, ¿cuál es el nivel de estudios más adecuado para su trabajo actual?

☐	a) No es necesario tener estudios universitarios	☐	b) Licenciatura
☐	c) Maestría	☐	d) Doctorado

III. Experiencia académica y expectativas profesionales

3.1 Actualmente, ¿cuál es su condición de egreso de la licenciatura?

- ☐ a) Titulado Indique el medio por el que se tituló: Promedio (automático) _____
CENEVAL _____
Otro, especifique: _____
- ☐ b) Aún no obtengo mi título Especifique la razón: _____

3.2 ¿Conoce los requisitos y opciones de titulación?

- ☐ a) Sí ☐ b) No ☐ c) No por completo

3.3 Actualmente, ¿tiene planes estudiar algún posgrado?

- ☐ a) Sí ☐ b) No

3.4 Actualmente, ¿qué nivel de manejo tiene del idioma inglés?

- ☐ a) Alto ☐ b) Intermedio ☐ c) Bajo
☐ d) Muy bajo ☐ e) Nulo

3.5 ¿Domina otro idioma distinto al inglés y español?

- ☐ a) Sí Indique cuál: ☐ b) No

3.6 ¿Ha recibido algún reconocimiento o distinción durante su ejercicio profesional?

- ☐ a) Sí Indique cuál: ☐ b) No

3.7 Actualmente, ¿pertenece a alguna asociación o colegio de su gremio profesional?

☐ a) Sí Indique cuál: _____ ☐ b) No

3.8 ¿Ha residido en el extranjero por motivos de estudio o trabajo?

☐ a) Sí, por motivos de trabajo ☐ b) Sí, por motivos de estudio ☐ c) No

IV. Formación académica y profesional

4.1 ¿Cómo calificaría el servicio que le brindó la Coordinación de Servicio Social de la escuela durante su formación profesional?

☐ a) Muy bueno ☐ b) Bueno ☐ c) Regular
☐ d) Malo ☐ e) Muy malo

4.2 ¿Considera que el servicio social comunitario fortaleció su formación valoral? Es decir, ¿puso en práctica valores como la justicia, libertad, solidaridad, convivencia y respeto?

☐ a) Sí ☐ b) Parcialmente ☐ c) No
☐ d) No estoy seguro

4.3 ¿Considera que, en las actividades de servicio social profesional que realizó, aplicó los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que hasta entonces había adquirido en su formación profesional?

☐ a) Sí ☐ b) Parcialmente ☐ c) No
☐ d) No estoy seguro

4.4 ¿El trabajo que desempeña actualmente tiene relación con su servicio social profesional?

☐ a) Sí ☐ b) No

4.5 ¿Conoció los programas de prácticas profesionales y el reglamento de las mismas antes de tomar su decisión sobre dónde realizarlas?

☐ a) Sí ☐ b) No ☐ c) No me acuerdo

4.6 ¿La unidad receptora donde realizó sus prácticas profesionales ya tenía un convenio con la Facultad?

☐ a) Sí ☐ b) No

4.7 Califique su experiencia dentro del programa de prácticas profesionales donde las llevó a cabo

☐ a) Muy buena ☐ b) Buena ☐ c) Regular
☐ d) Mala ☐ e) Muy mala

4.8 Califique el servicio que se brindó por parte de la persona encargada de prácticas profesionales de la escuela

☐ a) Muy bueno ☐ b) Bueno ☐ c) Regular
☐ d) Malo ☐ e) Muy malo

4.9 ¿Considera que la unidad donde realizó sus prácticas profesionales le ayudó a especializarse en el área de su interés?

☐ a) Sí ☐ b) No

4.10 Durante sus estudios, ¿participó en algún estudio de investigación o de desarrollo tecnológico?

☐ a) Sí

☐ b) No

4.11 ¿Realizó alguna acción o actividad de movilidad estudiantil?

☐ a) Sí

☐ b) No

4.12 En la etapa terminal de su carrera, ¿participó en algún proyecto de vinculación con valor en créditos?

☐ a) Sí

☐ b) No

4.13 En caso de haber participado en un proyecto de vinculación en créditos, indique qué tan importante fue para su formación integral:

☐ a) Muy importante

☐ b) Importante

☐ c) Poco importante

☐ d) Nada importante

4.14 Durante sus estudios, ¿participó en ayudantías o estancias de investigación?

☐

☐

4.15 Durante su formación profesional, ¿considera que se fomentó el emprendedurismo?

☐ a) No sabía que el emprendedurismo era parte de mi formación

☐ b) No se fomentó

☐ c) Se fomentó poco

☐ d) Se fomentó, pero de manera limitada

☐ e) Sí se fomentó

☐ f) No tengo idea de qué es el emprendedurismo

4.16 ¿Considera que, para el ejercicio de su carrera profesional, el perfil de emprendedor es relevante?

☐ a) Sí

☐ b) No

4.17 ¿Considera que el nivel de inglés que se le exigió en tu carrera es acorde al que se demanda en el campo laboral de su profesión?

☐ a) Totalmente de acuerdo

☐ b) De acuerdo

☐ c) Ni en acuerdo ni en desacuerdo

☐ d) En desacuerdo

☐ e) Totalmente en desacuerdo

4.18 Seleccione el tipo de actividades en las que participó durante su formación en la carrera:

☐ a) Cursos y talleres culturales

☐ b) Cursos deportivos

☐ c) Cursos para el aprendizaje de un idioma

☐ d) No participé en ninguno

4.19 Durante su formación en la carrera, ¿participó en actividades en las que haya tenido la oportunidad de reflexionar sobre sus valores y su importancia para la convivencia social?

☐ a) Sí

☐ b) No

4.20 En qué medida, ¿las actividades para fomentar los valores en las que participó durante la carrera le han resultado útiles para la conformación de su proyecto de vida?

☐ a) Muy útiles

☐ b) Bastante útiles

☐ c) Poco útiles

☐ d) Nada útiles

4.21 En caso de que haya participado en alguna actividad cultural artística, recreativa o deportiva durante su formación en la carrera, valore cómo fue su experiencia:

☐ a) Muy buena

☐ b) Buena

☐ c) Regular

☐ d) Mala

☐ e) Muy mala

4.22 Indique qué tan satisfecho (a) se encuentra respecto al programa de tutoría académica que recibió durante su carrera:

☐	a) Totalmente satisfecho	☐	b) Satisfecho
☐	c) Ni satisfecho ni insatisfecho	☐	d) Insatisfecho
☐	e) Totalmente insatisfecho	☐	f) No tengo bases para opinar; no participé en ninguna actividad de tutoría o no identifiqué a mi tutor

4.23 Indique qué tan satisfecho (a) se encuentra respecto a la orientación educativa o psicopedagógica que recibió durante su carrera:

☐	a) Totalmente satisfecho	☐	b) Satisfecho
☐	c) Ni satisfecho ni insatisfecho	☐	d) Insatisfecho
☐	e) Totalmente insatisfecho	☐	f) No tengo bases para opinar; no participé en ninguna actividad de tutoría o no identifiqué a mi tutor

4.24 Seleccione y clasifique las tres materias de la etapa básica que le han resultado más útiles y las tres menos útiles para su desempeño profesional

Listado de materias de la etapa básica	Opciones de respuesta	
	Más útiles	Menos útiles
Comunicación Oral y Escrita		
Diseño de Algoritmos		
Cálculo Diferencia		
Geometría Vectorial		
Álgebra Superior		
Historia e Impacto de la Ciencia		
Formación de Valores		
Introducción a la Programación		
Cálculo Integral		
Álgebra Lineal		
Mecánica		
Métodos Experimentales		
Cálculo Vectorial		
Probabilidad		
Ondas y Fluidos		
Sistema de Partículas		
Laboratorio de Física		

4.25 Seleccione y clasifique las tres materias de la etapa disciplinar que le han resultado más útiles y las tres menos útiles para su desempeño profesional

Listado de materias de la etapa disciplinar	Opciones de respuesta	
	Más útiles	Menos útiles
Ecuaciones Diferenciales Ordinarias		
Métodos Numéricos		
Circuitos Eléctricos		
Cálculo Avanzado		
Variable Compleja		
Electricidad y Magnetismo		

Laboratorio de Electricidad y Magnetismo
 Óptica
 Laboratorio de Óptica
 Física Moderna
 Física Térmica
 Laboratorio de Termodinámica
 Métodos Matemáticos de la Física
 Mecánica Clásica
 Estructura de la Materia
 Tensores y Relatividad Especial

4.26 Seleccione y clasifique las tres materias de la etapa terminal que le han resultado más útiles y las tres menos útiles para su desempeño profesional

Listado de materias de la etapa terminal	Opciones de respuesta	
	Más útiles	Menos útiles
Teoría Electromagnética		
Comunicación de la Ciencia		
Mecánica Cuántica		
Laboratorio Avanzado		
Física Computacional		
Mecánica Estadística		
Medios Deformables		
Prácticas Profesionales		

4.27 ¿Considera que la formación interdisciplinaria es útil para el desempeño de su profesión?

☐ a) Totalmente de acuerdo	☐ b) De acuerdo
☐ c) Ni en acuerdo ni en desacuerdo	☐ d) En desacuerdo
☐ e) Totalmente en desacuerdo	

4.28 Considera que gracias a su carrera tiene una buena base para: [puede elegir más de una respuesta]

	Opciones de respuesta				
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Empezar a trabajar					
Aprender en el trabajo					
Realizar las tareas de su trabajo actual					
Mejorar sus perspectivas profesionales					
Mejorar su desarrollo personal					
Otra (especifique):					

4.29 Considera que en su carrera. [Puede elegir más de una respuesta]

	Opciones de respuesta				
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

Había que trabajar o estudiar mucho para aprobar las asignaturas					
El enfoque del plan de estudios es general					
El enfoque del plan de estudios es especializado					
Cuenta con prestigio académico					
La secuencia de las asignaturas o materias del plan de estudios es adecuada					
La proporción de teoría y práctica del programa educativo es adecuada					
Otra (especifique):					

4.30 ¿Qué sugerencias haría para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje? [Puede elegir más de una respuesta]

Marque su opción de respuesta para cada enunciado

Aumente	Disminuya	Siga igual

Que el número de horas clase...			
Que el número de horas de taller...			
Que el número de horas de laboratorio...			
Que el material de apoyo...			
Que la tecnología de la enseñanza...			
Que el área de tutorías...			
Otra (especifique):			

4.31 ¿En qué medida se hizo énfasis en su carrera en los siguientes métodos de enseñanza y aprendizaje? [Puede elegir más de una respuesta]

Marque su opción de respuesta para cada enunciado

Mucho Bastante Poco Muy poco Nada

Asistencia a clase					
Trabajos en grupo					
Participación en proyectos de investigación					
Prácticas en empresas, instituciones o similares					
Conocimientos prácticos y metodológicos					
Teorías, conceptos y paradigmas					
El profesor es la principal fuente de información					
Aprendizaje basado en proyectos o problemas					
Trabajos escritos					
Exposiciones orales					
Realización de exámenes de preguntas libres					
Realización de exámenes de opción múltiple					
Otra (especifique):					

4.32 ¿Cómo considera la calidad del grupo de docentes que le dieron clases en su carrera?

☐
☐

a) Muy buena
d) Mala

☐
☐

b) Buena
e) Muy mala

☐

c) Regular

4.33 En qué medida el plan de estudios ha

Marque su opción de respuesta para cada enunciado

contribuido en el desarrollo de sus...

Mucho Bastante Poco Muy poco Nada

Competencias profesionales					
Competencia de liderazgo					
Competencia para el trabajo en equipo					
Capacidad para la resolución de conflictos					
Habilidades de pensamiento crítico					
Creatividad					

4.34 ¿Conocía el perfil de egreso de su carrera?

☐

a) Sí

☐

b) No

4.35 Agradecemos el tiempo que ha dedicado para resolver este cuestionario y apreciamos cualquier opinión adicional que desee agregar y que ayude en la mejora de la formación profesional de la carrera de la cual egresó:

Apéndice C. Cuestionario dirigido a empleadores para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de Licenciatura en Física



Universidad Autónoma de Baja California

Cuestionario dirigido a empleadores para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de Licenciatura en Física

Estimado empleador:

Usted ha sido invitado (a) a participar en una encuesta que forma parte de una Evaluación Externa e Interna del Programa educativo de la Licenciatura en Física de la UABC.

Esta evaluación tiene el propósito de identificar las fortalezas y oportunidades de mejora de dicho programa educativo.

Su participación es invaluable ya que nos permitirá conocer su perspectiva sobre el plan de estudios.

La información que nos proporcione en este cuestionario es estrictamente confidencial, misma que será utilizada únicamente para valorar el plan de estudios vigente, y con ello incidir en la mejora de la formación profesional que ofrecemos. Le pedimos que responda de manera honesta y objetiva.

Agradecemos su participación

Dudas o comentarios: Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo (evaluacionsed@uabc.edu.mx)

Instrucciones: Seleccione la opción de respuesta que corresponda a su situación.

I. Datos generales

1.1 Seleccione su sexo

☐

a) Femenino

☐

b) Masculino

1.2 Seleccione su edad

☐

a) 25 años o menos

☐

c) Entre 31 y 35 años

☐

e) Entre 41 y 45 años

☐

g) Entre 51 y 55 años

☐

b) Entre 26 y 30 años

☐

d) Entre 36 y 40 años

☐

f) Entre 46 y 50 años

☐

h) 56 años o más

1.3 Seleccione su máximo nivel de estudios que ha adquirido

☐

a) Licenciatura

☐

c) Doctorado

☐

b) Maestría

☐

d) Postdoctorado

1.4 Su empresa u organización pertenece al sector:

☐

a) Público

☐

b) Privado sin ánimo de lucro (Asociación)

☐

c) Privado

☐

d) Otro, especifique:

1.5 Indique el nombre de la empresa y organización:

1.6 Lugar donde se ubica el centro de trabajo

Municipio: _____ Estado: _____ País: _____

1.7 Indique su cargo actual:

1.8 Refiera el tamaño de la empresa u organización:

☐

a) Micro (1 a 10 empleados)

☐

c) Mediana (De 51 a 250 empleados)

☐

e) No aplica

☐

b) Pequeña (De 11 a 50 empleados)

☐

d) Empresa grande (Más de 250 empleados)

1.9 Indique la cantidad aproximada de egresados de la UABC de la carrera en Licenciatura en Física que prestan servicio social profesional, realizan prácticas profesionales o proyectos de vinculación en su empresa u organización:

☐

a) de 1 a 3

☐

b) de 4 a 6

☐

c) de 6 a 9

☐

d) de 9 a 11

☐

e) más de 11

II. Pertinencia del plan de estudios

2.1 Indique qué nivel de estudios requiere la empresa u organización de los egresados de la carrera en Licenciatura en Física (seleccione todos los que aplique):

☐

a) Licenciatura

☐

c) Doctorado

☐

b) Maestría

☐

d) Posdoctorado

2.2 ¿Qué tan relevante es que los egresados de la carrera en Licenciatura en Física manejen y dominen el idioma inglés para la relación del ejercicio profesional que realizan en su empresa u organización?

- ☐ a) Totalmente relevante
☐ c) Medianeramente relevante
☐ e) Irrelevante

- ☐ b) Relevante
☐ d) Poco relevante

2.3 Indique la importancia que tienen para la empresa u organización las siguientes actitudes y valores para que los egresados de la carrera en Licenciatura en Física desempeñen de manera óptima su trabajo:

Marca tu opción de respuesta para cada enunciado

	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Autonomía en el trabajo	☐	☐	☐	☐
Respeto a la diversidad cultural	☐	☐	☐	☐
Respeto a la autoridad	☐	☐	☐	☐
Buena actitud para afrontar nuevos retos	☐	☐	☐	☐
Responsable con el equipo y la organización del tiempo	☐	☐	☐	☐
Liderazgo en los equipos de trabajo	☐	☐	☐	☐
Cumplir con las metas del trabajo	☐	☐	☐	☐
Puntualidad en el trabajo	☐	☐	☐	☐
Incrementar la competitividad de la empresa	☐	☐	☐	☐
Facilidad para combinar trabajo y familia	☐	☐	☐	☐
Oportunidad de aprender cosas nuevas	☐	☐	☐	☐

Indique qué tan de acuerdo se encuentra con las siguientes afirmaciones:

2.4 La formación profesional de los egresados de la carrera en Licenciatura en Física es acorde a las demandas del mercado laboral actual:

- ☐ a) Totalmente de acuerdo
☐ c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ e) Totalmente en desacuerdo

- ☐ b) De acuerdo
☐ d) En desacuerdo

Si está en desacuerdo, indique el por qué: _____

2.5 La formación profesional de los egresados de la carrera en Licenciatura en Física es acorde a las demandas del mercado laboral futuro:

- ☐ a) Totalmente de acuerdo
☐ c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ e) Totalmente en desacuerdo

- ☐ b) De acuerdo
☐ d) En desacuerdo

Si está en desacuerdo, indique el por qué: _____

2.6 Los egresados que laboran en su empresa u organización cumplen con el perfil de egreso de la carrera:

El egresado de la Licenciatura en Física, aplica las teorías fundamentales que rigen el universo físico para resolver problemas en los sectores público y privado en los ámbitos: local, estatal, regional, nacional e internacional. Adicionalmente, maneja el lenguaje de las matemáticas, técnicas experimentales y computacionales, así como las herramientas metodológicas adecuadas para explicar los fenómenos de la naturaleza con rigor y disciplina científica.

- Resolver problemas de física mediante la utilización de métodos analíticos para explicar y comprender los fenómenos de la naturaleza, con responsabilidad y honestidad, en los ámbitos local, nacional e internacional.
- Aplicar el lenguaje de las matemáticas utilizando los principios fundamentales de la física para resolver problemas vinculados con las propiedades de la materia, la energía y sus interacciones, con rigor científico.

- Desarrollar y utilizar programas computacionales aplicando los principios fundamentales de la física para la simulación o modelado de procesos físicos, con responsabilidad y honestidad.
- Diseñar e implementar dispositivos experimentales, mediante la aplicación de métodos y técnicas apropiadas para resolver problemas del área de física, con honestidad, trabajo en equipo, respeto a las medidas de seguridad y al medio ambiente.

☐	a) Totalmente de acuerdo	☐	b) De acuerdo
☐	c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo	☐	d) En desacuerdo
☐	e) Totalmente en desacuerdo		

Si está en desacuerdo, indique el por qué: _____

2.7 Considero que los egresados en la carrera de Licenciatura en Física tienen un nivel de formación en:

Marca tu opción de respuesta para cada enunciado

	Pésimo	Deficiente	Mejorable	Aceptable	Excelente
Conocimientos teóricos					
Habilidades prácticas					
Competencias contextualizadas al campo laboral					

III. Desempeño laboral

3.1 Actualmente, ¿en su empresa se ofrece un programa de capacitación previo a la contratación de los egresados de la carrera en Licenciatura en Física?

- ☐ a) Sí ☐ b) No

3.2 En la actualidad, considera que la demanda de la carrera en Licenciatura en Física es:

- ☐ a) Alta ☐ b) Media ☐ c) Baja

3.3 En el futuro, considera que la demanda de la carrera en Licenciatura en Física será:

- ☐ a) Alta ☐ b) Media ☐ c) Baja

3.4 ¿En qué medida, el trabajo actual requiere más conocimientos y habilidades de los egresados de la carrera en Licenciatura en Física?

- ☐ a) Nada ☐ b) Poco
☐ c) Bastante ☐ d) Mucho

3.5 En general, indique su grado de satisfacción con el trabajo que los egresados de la carrera en Licenciatura en Física desempeñan en la empresa u organización:

- ☐ a) Muy insatisfecho ☐ b) Insatisfecho
☐ c) Ni satisfecho ni insatisfecho ☐ d) Satisfecho
☐ Muy satisfecho

Por favor, agregue todos los comentarios o sugerencias que, en su opinión, pueden ser de utilidad para favorecer la formación profesional de excelencia de los estudiantes del programa educativo:

Si desea recibir un resumen de los resultados, por favor escriba su correo electrónico:

¡Gracias por su invaluable apoyo!

Apéndice D. Cuestionario dirigido a instituciones educativas para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de Licenciatura en Física



Universidad Autónoma de Baja California

Cuestionario dirigido a instituciones educativas para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de Licenciatura en Física

Estimado Coordinador de Posgrado:

En la Facultad de Ciencias de la UABC necesitamos identificar su satisfacción respecto a la formación profesional de los egresados de la Licenciatura en Física, así como la pertinencia del plan de estudios ante las demandas del posgrado.

La información que nos proporcione en este cuestionario es estrictamente confidencial, misma que será utilizada únicamente para valorar el plan de estudios vigente, y con ello incidir en la mejora de la formación profesional que ofrecemos. Le pedimos que responda de manera honesta y objetiva.

Agradecemos su participación

Instrucciones: Seleccione la opción de respuesta que corresponda a su situación.

I. Datos generales

1.1 Seleccione su sexo

☐

a) Femenino

☐

b) Masculino

1.2 Indique el nombre de la institución:

1.3 Lugar donde se ubica la institución

Municipio: _____ Estado: _____ País: _____

1.4 Indique su cargo actual: _____

1.5 Seleccione su máximo nivel de estudios que ha adquirido

☐

a) Licenciatura

☐

b) Maestría

☐

c) Doctorado

☐

d) Postdoctorado

1.6 Indique la cantidad aproximada de egresados de la Licenciatura en Física que estudian el posgrado en su institución: _____

☐

a) de 1 a 3

☐

b) de 4 a 6

☐

c) de 6 a 9

☐

d) de 9 a 11

☐

e) más de 11

II. Pertinencia del plan de estudios

2.1 ¿Qué tan relevante es que los egresados de la Licenciatura en Física manejen y dominen el idioma inglés para estudiar el posgrado en su institución?

☐ a) Totalmente relevante	☐ b) Relevante
☐ c) Medianeramente relevante	☐ d) Poco relevante
☐ e) Irrelevante	

2.2 Indique la importancia que tienen los siguientes aspectos para que los egresados de la Licenciatura en Física se desempeñen de manera óptima en el posgrado:

Marca tu opción de respuesta para cada enunciado

Nada Poco Bastante Mucho

Domino de las competencias para modelar sistemas físicos con herramientas de la Física Teórica.				
Domino de las competencias para diseñar experimentos de sistemas físicos mediante técnicas de laboratorio.				
Domino de las competencias para examinar procesos industriales y generar diagnósticos en este sector				
Pensamiento analítico.				
Perseverancia académica.				
Rendimiento bajo presión.				
Manejo efectivo del tiempo.				
Trabajo en equipos multidisciplinarios.				
Disposición para cuestionar ideas propias o ajenas.				
Capacidad para presentar en público resultados académicos.				
Capacidad para identificar problemas y buscar soluciones				
Capacidad para redactar informes o documentos.				
Capacidad para redactar textos científicos.				
Capacidad para realizar divulgación de la ciencia.				
Capacidad para leer textos científicos.				
Capacidad para realizar divulgación de la ciencia.				
Capacidad para utilizar software especializado o herramientas tecnológicas.				

2.3 Indique qué tan de acuerdo se encuentra con las siguientes afirmaciones:

La formación profesional de los egresados de la Licenciatura en Física se ajusta al perfil de ingreso del programa de posgrado:

☐ a) Totalmente de acuerdo	☐ b) De acuerdo
☐ c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo	☐ d) En desacuerdo
☐ e) Totalmente en desacuerdo	

Si está en desacuerdo, indique el por qué: _____

2.4 La formación profesional de los egresados de la Licenciatura en Física es adecuada para el desarrollo exitoso del proyecto académico a lo largo del programa de posgrado:

- ☐ a) Totalmente de acuerdo
☐ c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ e) Totalmente en desacuerdo

- ☐ b) De acuerdo
☐ d) En desacuerdo

Si está en desacuerdo, indique el por qué: _____

2.5 El perfil de egreso de la Licenciatura en Física de la UABC es:

El egresado de la Licenciatura en Física, aplica las teorías fundamentales que rigen el universo físico para resolver problemas en los sectores público y privado en los ámbitos: local, estatal, regional, nacional e internacional. Adicionalmente, maneja el lenguaje de las matemáticas, técnicas experimentales y computacionales, así como las herramientas metodológicas adecuadas para explicar los fenómenos de la naturaleza con rigor y disciplina científica.

¿Considera que este perfil de egreso es adecuado para el posgrado?

- ☐ a) Totalmente de acuerdo
☐ c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ e) Totalmente en desacuerdo

- ☐ b) De acuerdo
☐ d) En desacuerdo

2.6 Considero que los egresados de la Licenciatura en Física tienen un nivel de formación en:

Marca tu opción de respuesta para cada enunciado

	Pésimo	Deficiente	Mejorable	Aceptable	Excelente
Conocimientos teóricos	☐	☐	☐	☐	☐
Habilidades prácticas	☐	☐	☐	☐	☐
Competencias necesarias para desempeñarse adecuadamente en el posgrado	☐	☐	☐	☐	☐

2.7 Considero que los egresados de la Licenciatura en Física tienen un nivel de formación en:

Marca tu opción de respuesta para cada enunciado

	Pésimo	Deficiente	Mejorable	Aceptable	Excelente
Mecánica clásica	☐	☐	☐	☐	☐
Electromagnetismo	☐	☐	☐	☐	☐
Mecánica cuántica	☐	☐	☐	☐	☐
Mecánica estadística	☐	☐	☐	☐	☐
Termodinámica	☐	☐	☐	☐	☐
Óptica	☐	☐	☐	☐	☐
Física atómica y molecular	☐	☐	☐	☐	☐
Relatividad especial	☐	☐	☐	☐	☐

III. Desempeño

3.1 Actualmente, ¿en su institución se ofrece un curso propedéutico para los egresados de la Licenciatura en Física?

- ☐ a) Sí ☐ b) No

3.1.1 ¿En qué consiste?_____

3.2 ¿En qué medida, el posgrado requiere más conocimientos y habilidades de los egresados de la Licenciatura en Física de la UABC?

- ☐ a) Nada ☐ b) Poco
☐ c) Bastante ☐ d) Mucho

3.2.1 [En su caso, indique cuáles conocimientos y habilidades requieren los egresados de la Licenciatura en Física de la UABC]:_

3.3 En general, indique su grado de satisfacción con el trabajo que los egresados de la Licenciatura en Física de la UABC desempeñan en su institución:

- ☐ a) Muy insatisfecho ☐ b) Insatisfecho
☐ c) Ni satisfecho ni insatisfecho ☐ d) Satisfecho
☐ Muy satisfecho

3.4 Por favor, agregue todos los comentarios o sugerencias que, en su opinión, pueden ser de utilidad para favorecer la formación profesional de excelencia de los estudiantes de la Licenciatura en Física de la UABC:

¡Gracias por su invaluable apoyo!