COMISIÓN PERMANENTE DE ASUNTOS TÉCNICOS

ASUNTO: SE RINDE INFORME Y DICTAMEN

DR. LUIS ENRIQUE PALAFOX MAESTRE
PRESIDENTE DEL CONSEJO UNIVERSITARIO
P r e s e n t e.

Siendo las 9:00 horas del día 10 de noviembre de 2026, se reunieron de manera virtual —por la plataforma Google Meet— quienes integran la COMISIÓN PERMANENTE DE ASUNTOS TÉCNICOS del Honorable Consejo Universitario de la Universidad Autónoma de Baja California, en acatamiento al citatorio girado por la M. I. EDITH MONTIEL AYALA, Secretaria de dicho cuerpo colegiado.

RESULTANDO:

Que por acuerdo del pleno del H. Consejo Universitario, tomado en su sesión ordinaria del 6 de octubre de 2026, se encomendó a esta Comisión, acorde con lo establecido en el artículo 67 del *Estatuto General*, emitir dictamen respecto a la **propuesta de creación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, en modalidad semipresencial, que presenta el Rector, por solicitud del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería.** Revisado el proyecto por quienes participaron en la sesión —que forman parte de esta Comisión— y por integrantes de las unidades académicas proponentes, de la Coordinación General de Formación Profesional, así como de los departamentos respectivos, se formulan las presentes:

CONSIDERACIONES:

1. Una vez analizada la propuesta, se discutió con las personas funcionarias y académicas responsables.
2. Se realizaron las observaciones y recomendaciones pertinentes.
3. Dichas observaciones y recomendaciones fueron incorporadas a la propuesta.

Por tanto, la Comisión Permanente de Asuntos Técnicos emite el siguiente:

DICTAMEN:

ÚNICO.- Se aprueba la creación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, en modalidad semipresencial, que presenta el Rector, por solicitud del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, cuya vigencia iniciará a partir del ciclo escolar 2027-6.

A T E N T A M E N T E
Mexicali Baja California, a 10 de noviembre de 2026
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"

INTEGRANTES DE LA COMISIÓN PERMANENTE DE ASUNTOS TÉCNICOS

Heidy Anhely Zuniga Amaya (23 nov. 2026 16:43:57 PST)

JESÚS ANTONIO PADILLA SÁNCHEZ
Director de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales

HEIDY ANHELY ZÚÑIGA AMAYA
Directora de la Facultad de Ciencias Humanas

GRICELDA MENDÍVIL ROSAS
Directora de la Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa

LETICIA GABRIELA RODRÍGUEZ PEDRAZA
Directora de la Facultad de Enfermería

EDNA LUNA SERRANO
Directora del Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo

DAVID ABDEL MEJÍA MEDINA
Director de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología

DIANA DENISSE MERCHANT LEY
Directora de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales

MARIO ALBERTO CURIEL ÁLVAREZ
Director del Instituto de Ingeniería

ENRIQUE RENÉ BASTIDAS PUGA
Profesor de la Facultad de Ingeniería

MARÍA JOSSÉ NAVARRO IBARRA
Profesora de la Facultad de Medicina y Nutrición

MANUEL ALEJANDRO GARDEA GONZÁLEZ
Profesor de la Facultad de Idiomas Tijuana

ANGÉLICA REYES MENDOZA
Profesora de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Administrativas y Sociales

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

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

Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivo Médicos, en modalidad semipresencial.

Propuesta de creación de programa educativo que presenta la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana.



Tijuana, Baja California, México. Diciembre de 2026

Propuesta de creación del programa educativo Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, en modalidad semipresencial y oferta cuatrimestral

Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería

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. José Jaime Esqueda Elizondo
Director de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería

Dr. Antelmo Castro López
Jefe del Departamento de Diseño Curricular

PROYECTO DE CREACIÓN CURRICULAR

Coordinadora
Dra. Karla Frida Madrigal Estrada

Comité de Diseño Curricular
Dra. Teresa Carrillo Gutiérrez
Dra. Karla Frida Madrigal Estrada
M.C. Roberto Alejandro Reyes Martínez

Coordinación metodológica y técnica del diseño curricular
Dr. Antelmo Castro López
Dra. Yessica Espinosa Díaz
Dr. Jorge Eduardo Perezchica
Mtra. Ana Luisa Ramírez Jiménez

Diseño de programas de unidad de aprendizaje
Dra. Quetzalli Aguilar Virgen
Dra. Giovana Andrés Garfias
Dra. Erika Beltrán Salomón
Dra. Claudia Camargo Wilson
Dra. Teresa Carrillo Gutiérrez
M.C. Alma Delia Corrales Orozco
Dr. José Jaime Esqueda Elizondo
Lic. Vivían de la Caridad Fernández Fernández
Dr. Luis Antonio Flores Sánchez
Ing. Víctor Manuel García Rosas
Dr. Carlos Uriel Gastelum Acosta
Ing. Fernando Omar Gavilanez Morales
Ing. Julio César Gómez Franco
Lic. Leticia González Granado
Dr. José Luis González Vázquez
Dr. Ricardo Jesús Renato Guerra Fraustro
Ing. Joel Jasso Morales
Lic. Israel Jasso Piña

Dr. Jorge Limón Romero
Dr. Juan Andrés López Barreras
M.I. Wulfrano López Bolán
M.C. Juan Jesús López García
Dr. Ricardo López Zavala
Dra. Karla Frida Madrigal Estrada
Ing. Erika Elizabeth Marín Vaca
Ing. Raquel Mascareñas Gutiérrez
Ing. Sergio Medina Aguirre
Ing. Luis Felipe Medina Robles
M.I. Nora Edra Moreno Ramìrez
Ing. Carlos Bernardino Moya Ochoa
Dra. Mydory Oyuky Nakasima López
Dra. Sukey Sayonara Nakasima López
Dr. Jesús Everardo Olguín Tiznado
Dra. Judith Marisela Paz Delgadillo
Mtro. Luis Peña Meda
Dr. Juan Ramón Pérez Morales
M.C. Marco Antonio Pinto Ramos
Lic. Karla Fabiola Reyes Hernández
Lic. Lorena Haydee Reynoso Osuna
Dr. Oscar Ruíz Galindo
Dra. María Jesús Ruiz Soto
Dr. Rafael Eduardo Saavedra Leyva
M.I. Juan Irving Serrano Lemus
Dra. María Marcela Solis Quinteros
Dr. Paul Adolfo Taboada González
Dr. Diego Armando Trujillo Toledo
Lic. Erika Alejandra Valdés Sánchez
Dr. José Luis Villegas Chávez

Asesoría en el diseño de programas de unidad de aprendizaje

Lic. Verónica Elizabeth Rosas Rojas
Lic. Ana Luisa Ramírez Jiménez
Mtra. Itzel Ashanty Moreno Heras
Mtra. Brianda Guadalupe García Guerrero
Mtra. Melissa Zuno Bolaños
Dra. Ananda Aracely Navarro Barrera
Lic. Claudia Vidaña Jiménez

Índice

1. Introducción 8
2. Justificación 13
2.1. Fundamentación social 13
2.2. Fundamentación de la profesión 17
2.3. Fundamentación institucional 21
3. Filosofía y enfoque educativo 33
4. Plan de estudios de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos 42
4.1. Perfil de ingreso 42
4.2. Perfil de egreso 44
4.3. Campo profesional 45
4.4. Mapa curricular 47
4.5. Distribución de créditos y de unidades de aprendizaje 50
4.6. Características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación 51
4.7. Características de las unidades de aprendizaje por áreas de conocimiento 53
4.8. Tipología de las unidades de aprendizaje 55
5. Estructura y componentes formativos del plan de estudios 60
5.1. Etapas de formación 61
5.1.1. Etapa básica 61
5.1.2. Etapa disciplinaria 63
5.1.3. Etapa terminal 65
5.2. Modalidad semipresencial de impartición del programa educativo 67
5.3. Características de impartición de las unidades de aprendizaje del plan de estudios 69
5.4. Operación del programa educativo semipresencial en la unidad académica y en la empresa 70
5.5. Experiencias formativas en idioma inglés 73
5.6. Incorporación de tecnologías de la información e inteligencia artificial 75
5.7. Promoción transversal de habilidades blandas 80
5.8. Bienestar estudiantil 88
6. Modalidades de aprendizaje y obtención de créditos 90
6.1. Modalidades curriculares (ruta estructurada del plan de estudios) 90
6.1.1. Unidades de aprendizaje obligatorias 91

6.1.2. Unidades de aprendizaje optativas 92
6.2. Otras Modalidades de Aprendizaje y Obtención de Créditos (OMAS) 92
6.2.1. Unidades de aprendizaje por asesoría académica 93
6.3. Modalidades obligatorias y requisitos institucionales de egreso 94
6.3.1. Servicio social profesional 94
6.3.2. Lengua extranjera 96
6.3.3. Estrategia curricular para la titulación 96
7. Condiciones para la operación del plan de estudios 101
7.1. Recursos bibliográficos y de información 101
7.2. Programa de Tutoría Académica 103
7.3. Servicios de apoyo al estudiantado 106
7.4 Esquema de participación y disponibilidad del personal docente 107
7.5. Delimitación de responsabilidades laborales y académicas del estudiantado 108
7.6. Alcance de la convocatoria y proceso de selección y admisión de aspirantes. 108
7.7 Alternativas de regularización y continuidad académica del estudiantado 110
7.8 Estrategia de continuidad y viabilidad operativa del programa educativo. 111
8. Sistema de evaluación y aseguramiento de la calidad 114
8.1. Evaluación del plan de estudios 115
8.2. Evaluación del aprendizaje 116
8.3. Uso de resultados y mejora continua 118
9. Proceso de validación curricular del plan de estudios 120
9.1. Validación por la Coordinación General de Formación Profesional 122
9.2. Opinión del sector productivo FLEX 123
9.3. Validación técnica por el Centro de Investigación para el Aprendizaje Digital 124
9.4. Aprobación del Consejo Técnico 125
10. Referencias 127
11. Anexos 131
11.1. Anexo 1. Formatos metodológicos 131
11.2. Anexo 2. Programas de unidad de aprendizaje 136
11.3. Anexo 3. Estudio de pertinencia social, factibilidad y referentes 137

1. Introducción

La formación en ingeniería se desarrolla en un contexto caracterizado por la aceleración del cambio tecnológico, la automatización de los procesos productivos y la incorporación de nuevas formas de organización del trabajo. Estas transformaciones han modificado el mercado laboral, redefinido las competencias requeridas por los sectores productivos y ampliado los ámbitos de actuación profesional. En este escenario, además del dominio técnico, se requieren personas capaces de comprender sistemas complejos, utilizar tecnologías emergentes, gestionar recursos, colaborar en equipos multidisciplinarios y tomar decisiones sustentadas en información. Ante estas condiciones, las instituciones de educación superior enfrentan el desafío de impulsar alternativas formativas flexibles, pertinentes y vinculadas con las necesidades sociales, económicas y productivas de su entorno.

La industria de dispositivos médicos presenta requerimientos particularmente rigurosos, debido a la relación directa de sus productos con la salud y la seguridad de las personas usuarias. Su fabricación exige el cumplimiento de disposiciones normativas y estándares específicos en materia de calidad, seguridad, trazabilidad, gestión de riesgos y control de los procesos. Por ello, el sector demanda profesionales que comprendan integralmente los sistemas productivos y cuenten con conocimientos para intervenir en la introducción de nuevos dispositivos, la planeación y validación de procesos, el control de cambios, la aplicación de la normativa y la mejora continua. Esta preparación resulta indispensable para asegurar procesos confiables, eficientes y capaces de responder a las transformaciones tecnológicas y regulatorias de la industria.

En Baja California, particularmente en Tijuana, la industria manufacturera mantiene una participación relevante en la economía y en la generación de empleos. La ubicación fronteriza, la proximidad con Estados Unidos, la infraestructura industrial y la integración de la región en las cadenas internacionales de suministro han favorecido la instalación y consolidación de organizaciones dedicadas a la manufactura avanzada. En este entorno, la industria de dispositivos médicos se ha convertido en uno de los sectores estratégicos de la entidad, cuyo crecimiento demanda personal especializado en ingeniería, calidad, productividad, automatización, innovación tecnológica y cumplimiento regulatorio.

La competitividad y el desarrollo sostenible de este sector dependen, en buena medida, de la disponibilidad de talento especializado y de la capacidad de las instituciones educativas para responder oportunamente a las transformaciones del ámbito laboral. En este sentido, la colaboración entre la Universidad y el sector productivo adquiere especial relevancia, pues permite relacionar la formación académica con los procesos, problemas y necesidades reales de las organizaciones, así como generar alternativas educativas acordes con las características de la población a la que se dirigen.

A esta demanda profesional se suma una necesidad social concreta. Un número importante de personas que trabajan en la industria manufacturera posee experiencia técnica, conoce los procesos productivos y ha desarrollado competencias valiosas a lo largo de su trayectoria laboral. Sin embargo, los horarios de trabajo, las responsabilidades familiares y otras condiciones personales pueden dificultar su ingreso o permanencia en una opción universitaria convencional. Para esta población, disponer de una alternativa flexible de educación superior representa una oportunidad para fortalecer su formación, obtener el reconocimiento académico correspondiente, ampliar sus posibilidades de desarrollo y movilidad laboral y mejorar sus condiciones profesionales y personales.

En respuesta a estas condiciones, la vinculación entre la Universidad Autónoma de Baja California, a través de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, y Flex Tijuana Industrial permitió identificar el interés de una parte de su personal por continuar su formación profesional en el campo de la ingeniería. A partir de esta necesidad se diseñó una propuesta curricular a la medida, que articula los requerimientos formativos de la industria de dispositivos médicos con las características laborales de la población a la que se dirige. Su alcance no se limita a trasladar las actividades universitarias a las instalaciones de la organización, sino que busca articular un proceso formativo que reconozca la experiencia laboral del estudiantado y la incorpore como un recurso para el aprendizaje, el análisis de problemas y la aplicación contextualizada de los conocimientos.

La propuesta se relaciona con el compromiso de la UABC de ampliar las oportunidades de acceso a la educación superior, diversificar las trayectorias formativas y fortalecer su vinculación con los sectores estratégicos de Baja California. Asimismo, mantiene correspondencia con las orientaciones del Plan de Desarrollo Institucional 2023-2027 y del Plan de Desarrollo de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería 2022-2026,

particularmente en materia de innovación educativa, flexibilidad curricular, vinculación y atención de las necesidades regionales. De esta manera, la Universidad acerca sus servicios educativos a una población laboralmente activa y consolida su colaboración con la industria mediante una propuesta académica vinculada con el desarrollo económico, tecnológico y social de la entidad.

A partir de estos elementos, se propone la creación del programa educativo **Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos**. Su denominación expresa una formación orientada al análisis y la gestión integral de los procesos, las personas, los materiales, los equipos, la información y las tecnologías que intervienen en los sistemas productivos. La referencia a los dispositivos médicos delimita su principal campo de aplicación y reconoce la importancia que adquieren en esta industria la calidad, la seguridad, la trazabilidad, la validación de procesos y el cumplimiento de la normativa aplicable.

El diseño curricular retoma los fundamentos de la ingeniería industrial y los particulariza de acuerdo con las características y exigencias de la industria de dispositivos médicos. Su estructura integra conocimientos científicos y tecnológicos, métodos cuantitativos, diseño y optimización de procesos, sistemas de producción, automatización, tecnologías emergentes, gestión de la calidad, validación y metodologías de mejora continua. Este enfoque permitirá formar profesionales capaces de comprender los requerimientos propios de la manufactura de dispositivos médicos, sin restringir sus posibilidades de participación en otros sectores industriales que demanden procesos eficientes, controlados, innovadores y sustentables.

En consonancia con este enfoque, quienes egresen podrán diseñar, analizar, gestionar, optimizar e innovar procesos y sistemas productivos mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial, tecnologías emergentes y metodologías de mejora continua. Asimismo, estarán en condiciones de intervenir en la solución de problemas, la administración de proyectos, la coordinación de equipos multidisciplinarios y la generación de iniciativas orientadas a fortalecer la productividad, la calidad y la competitividad de las organizaciones. Estas funciones se desempeñarán con pensamiento crítico, responsabilidad ética, compromiso social y respeto por el ambiente.

El plan de estudios comprende 300 créditos distribuidos en nueve cuatrimestres, con una duración de tres años, y se impartirá en modalidad semipresencial. Esta organización articula sesiones presenciales, actividades virtuales y experiencias vinculadas con el entorno laboral. El componente presencial se desarrollará principalmente en las instalaciones de Flex Tijuana Industrial; no obstante, podrán utilizarse los laboratorios, talleres y recursos especializados de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería cuando las características de las actividades formativas lo requieran. Por su parte, el trabajo en línea favorecerá el aprendizaje autónomo, el análisis de contenidos, la comunicación académica, el acompañamiento docente y el seguimiento de las evidencias de aprendizaje.

La modalidad semipresencial busca favorecer que las personas participantes continúen atendiendo sus responsabilidades laborales mientras cursan sus estudios universitarios. Al mismo tiempo, permitirá aprovechar situaciones y problemáticas del entorno de trabajo como referentes para analizar procesos, aplicar herramientas de ingeniería y desarrollar proyectos de mejora. De esta manera, la experiencia profesional previa no se concibe como un elemento externo a la formación, sino como un recurso que enriquece el aprendizaje y fortalece la relación entre los conocimientos académicos y su aplicación práctica.

Una característica distintiva del plan de estudios es la incorporación de la titulación a la propia trayectoria curricular. Durante la etapa terminal, el estudiantado cursará de manera secuencial Proyecto Integrador I, Proyecto Integrador II y Seminario de Integración de Proyecto, unidades de aprendizaje obligatorias mediante las cuales desarrollará progresivamente un proyecto vinculado con problemáticas del campo profesional hasta su formalización como trabajo de titulación en modalidad de tesina. Esta estrategia busca que, al concluir los nueve cuatrimestres del plan de estudios, el estudiantado cuente con el trabajo académico requerido para avanzar en su proceso de titulación, favoreciendo así la titulación oportuna y evitando que su elaboración se postergue como una actividad posterior y desvinculada de la trayectoria formativa. Lo anterior se realizará conforme a los procedimientos establecidos por la unidad académica, el Comité de Titulación y la normativa universitaria vigente.

La operación del programa se organizará inicialmente mediante un esquema de oferta generacional. Para su puesta en marcha se contempla una primera cohorte de hasta

30 estudiantes, integrada por personal de Flex Tijuana Industrial, que cursará de manera continua los nueve cuatrimestres correspondientes a los tres años de duración del plan de estudios. Durante este ciclo formativo no se prevé la apertura de cohortes adicionales. Una vez concluido, y previa valoración de los resultados de la operación, la demanda existente y las condiciones académicas, administrativas y operativas, podrá determinarse la apertura de una nueva cohorte. En consecuencia, el programa se ofertará inicialmente bajo el criterio de una cohorte generacional cada tres años.

El presente documento integra la propuesta curricular para la creación de la Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, en modalidad semipresencial. En sus apartados se desarrollan la fundamentación que sustenta su creación; los perfiles de ingreso y egreso y el campo profesional; la estructura y organización curricular del plan de estudios; las estrategias y modalidades de aprendizaje; así como los mecanismos y condiciones previstos para su implementación, operación, seguimiento y evaluación. En conjunto, estos componentes dan sustento a un programa educativo diseñado en vinculación con Flex Tijuana Industrial, con una trayectoria formativa de tres años, una estrategia de titulación integrada al currículo y un esquema de oferta generacional, en respuesta a las necesidades de formación profesional especializada en la industria de dispositivos médicos.

2. Justificación

2.1. Fundamentación social

En México, la educación superior constituye un componente relevante para ampliar las oportunidades de desarrollo personal y profesional y fortalecer las capacidades de la población para participar en un mercado laboral en transformación. No obstante, los resultados asociados con la formación universitaria pueden variar de acuerdo con factores como el género, la edad, el campo de estudio y las condiciones del mercado laboral. En este contexto, la OCDE (2019) ha señalado la existencia de brechas entre las competencias requeridas por los empleadores y aquellas desarrolladas en la educación superior, lo que refuerza la importancia de favorecer una mayor articulación entre la formación profesional y las necesidades cambiantes de la economía.

El desarrollo humano ofrece otro referente para comprender la relevancia social de ampliar las oportunidades educativas. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) integra las dimensiones de ingreso, salud y educación y permite valorar las condiciones de desarrollo de los territorios. De acuerdo con el Informe sobre Desarrollo Humano 2023/2024, el comportamiento mundial del IDH mostró durante las décadas previas una tendencia general de crecimiento, aunque acompañada de desigualdades y desafíos que requieren fortalecer las capacidades de las personas y las instituciones (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2024).

En 2022, Baja California registró un IDH de 0.811, valor que la ubicó entre las entidades con mayores niveles de desarrollo humano del país (Global Data Lab [GDL], s. f.). En el ámbito municipal, la información disponible muestra diferencias en la evolución de este indicador y evidencia la necesidad de mantener acciones orientadas al fortalecimiento de las capacidades de la población. En este sentido, las recomendaciones formuladas por el PNUD han destacado, entre otros aspectos, la importancia de invertir en capacidades humanas, impulsar la innovación con intención y promover decisiones responsables frente a las transformaciones tecnológicas como la IA (PNUD, 2024).

En este marco, la creación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos adquiere relevancia social al constituir una alternativa orientada al fortalecimiento de las capacidades humanas en un sector

estratégico para Baja California. La propuesta reconoce que una parte de la población laboralmente activa cuenta con experiencia y conocimientos desarrollados en el ámbito productivo, pero enfrenta condiciones de tiempo y disponibilidad que pueden limitar su acceso y permanencia en programas educativos organizados bajo esquemas convencionales. En respuesta a ello, el programa articula una modalidad semipresencial con experiencias formativas vinculadas al entorno laboral, ampliando las oportunidades para acceder a una formación profesional sin desvincularse de la actividad productiva.

La vinculación entre las instituciones de educación superior y el sector productivo constituye un referente relevante para responder a este tipo de necesidades. El estudio sobre mejores prácticas internacionales de vinculación para las carreras de ingeniería realizado por la Alianza para la Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México (Alianza FiiDEM, 2014) identificó distintas formas de colaboración entre las instituciones educativas y las organizaciones, entre ellas la participación de las empresas en actividades de formación académica, el desarrollo de proyectos vinculados con el entorno productivo y la oferta de servicios educativos orientados a las necesidades del sector. Estos antecedentes permiten reconocer la vinculación universidad-empresa como un mecanismo que puede favorecer la pertinencia de la formación profesional, la empleabilidad, la innovación y el desarrollo económico.

El mismo estudio mostró que la vinculación entre las instituciones de educación superior y el sector productivo puede adoptar distintos niveles de alcance, desde prácticas profesionales y proyectos específicos con empresas hasta esquemas de formación dual, programas vinculados con la industria y modalidades educativas apoyadas en tecnologías. Estos referentes permiten reconocer la pertinencia de avanzar hacia formas de colaboración en las que la participación del sector productivo trascienda acciones aisladas y se articule con procesos formativos estructurados de educación superior (Alianza FiiDEM, 2014).

En este contexto se ubica la vinculación entre la Universidad Autónoma de Baja California, a través de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, y Flex Tijuana Industrial, empresa de manufactura avanzada perteneciente a un sector estratégico para la región. La empresa identificó entre sus colaboradores una población con interés en continuar su formación profesional en ingeniería y con experiencia desarrollada en el propio

entorno productivo, pero cuyas condiciones laborales dificultan su incorporación a esquemas universitarios convencionales. Esta necesidad dio origen a una propuesta curricular a la medida, orientada a acercar la formación universitaria al lugar de trabajo y a generar condiciones que permitan compatibilizar la trayectoria académica con las responsabilidades laborales.

Flex Tijuana Industrial desarrolla actividades relacionadas con la manufactura avanzada para la industria de dispositivos médicos, entre ellas el desarrollo de maquinaria y fixturas para procesos de producción, el armado y prueba de circuitos y dispositivos tecnológicos y el moldeo de piezas plásticas utilizadas por empresas del sector. Estas actividades comprenden productos y componentes vinculados con catéteres, dispositivos para el tratamiento de la visión, jeringas, partes plásticas para dispositivos médicos y bolsas de alimentación para tratamientos patológicos, entre otros. Las características de su actividad productiva configuran un entorno en el que convergen procesos de ingeniería, manufactura, calidad, tecnología y cumplimiento de requerimientos propios de la industria de dispositivos médicos.

El programa educativo se dirige principalmente a personal de Flex Tijuana Industrial que cuente con educación media superior concluida y que desempeñe funciones técnicas o participe en otras áreas de la organización con interés en formarse profesionalmente en el campo de la ingeniería. Asimismo, la existencia de personas con estudios universitarios inconclusos representa una población que puede encontrar en esta propuesta una alternativa para retomar una trayectoria de educación superior. Desde la perspectiva social, el programa busca generar condiciones para que la formación universitaria sea compatible con las responsabilidades laborales de sus participantes y contribuya a ampliar sus posibilidades de desarrollo académico y movilidad profesional.

La implementación de actividades formativas principalmente en las instalaciones de Flex Tijuana Industrial, complementadas con los recursos académicos y especializados de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, permite aproximar la educación superior al entorno cotidiano de la población destinataria. La modalidad semipresencial contribuye a esta finalidad al combinar actividades presenciales y virtuales y aprovechar la experiencia laboral como referente para el análisis de problemas, la aplicación de conocimientos y el desarrollo de proyectos. De esta manera, la relación entre formación y trabajo no se limita

a la ubicación física de las actividades académicas, sino que constituye un componente de la experiencia formativa.

Para la operación inicial del programa se contempla una primera cohorte de hasta 30 estudiantes, integrada por personal de Flex Tijuana Industrial. En correspondencia con los tres años de duración del plan de estudios, la oferta se organizará inicialmente bajo un esquema generacional, de manera que durante el desarrollo de esta primera cohorte no se prevé la apertura de grupos adicionales. Una vez concluido el ciclo formativo, y previa valoración de la demanda y de las condiciones académicas, administrativas y operativas, podrá determinarse la apertura de una nueva cohorte.

La contribución social de las personas egresadas se relacionará principalmente con el fortalecimiento de los sistemas productivos de un sector estrechamente vinculado con la salud y la seguridad de las personas. Mediante la optimización de procesos, la gestión eficiente de recursos, la mejora de la calidad, la incorporación de tecnologías y el desarrollo de sistemas productivos confiables y sustentables, podrán contribuir al desempeño de las organizaciones de la industria de dispositivos médicos y de otros ámbitos manufactureros. Asimismo, la formación profesional podrá favorecer las oportunidades de desarrollo y movilidad laboral de quienes participen en el programa, particularmente en una región fronteriza caracterizada por una alta concentración de actividades manufactureras y su integración con cadenas internacionales de suministro.

En conjunto, los elementos expuestos permiten identificar una necesidad social y formativa concreta: ampliar las oportunidades de acceso a la educación superior de una población laboralmente activa que cuenta con experiencia en el sector manufacturero y que requiere alternativas compatibles con sus condiciones de trabajo. La vinculación entre la UABC y Flex Tijuana Industrial, la modalidad semipresencial y el aprovechamiento del entorno laboral como espacio formativo configuran una respuesta diferenciada a esta necesidad. De esta manera, la creación del programa educativo contribuye al fortalecimiento de las capacidades humanas, al desarrollo y la movilidad profesional de sus participantes y a la formación de talento especializado para un sector estratégico de Baja California.

2.2. Fundamentación de la profesión

El ejercicio profesional de la ingeniería se desarrolla en un entorno caracterizado por la transformación tecnológica, la internacionalización de los procesos productivos, la reorganización de las cadenas de suministro y la incorporación creciente de sistemas automatizados y digitales. En este escenario, las ingenierías mantienen una función estratégica en la generación y aplicación de conocimiento, la innovación, la modernización de los procesos y la formación de capacidades especializadas para responder a sistemas productivos cada vez más complejos.

En Baja California, estas transformaciones adquieren particular relevancia por la participación de la manufactura en la economía estatal y por su integración con cadenas globales de valor. El Panorama económico de Baja California señala que la producción manufacturera ha mantenido una participación destacada en el desempeño económico de la entidad y que los ingresos provenientes del mercado extranjero de los establecimientos pertenecientes a la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación muestran la importancia de su articulación con mercados internacionales (Secretaría de Economía e Innovación de Baja California [SEI], 2025). La ubicación fronteriza y la proximidad con Estados Unidos fortalecen, además, las condiciones para la operación de procesos industriales vinculados con manufactura avanzada, logística, innovación y relocalización de actividades productivas.

La evolución del campo profesional está acompañada por cambios en las capacidades requeridas para el trabajo. El World Economic Forum (WEF, 2025) advierte que hacia 2030 los avances tecnológicos, la fragmentación geoeconómica, la incertidumbre económica, los cambios demográficos y la transición verde transformarán de manera significativa el mercado laboral y las habilidades demandadas por las organizaciones. En el mismo sentido, un estudio conjunto del Banco Mundial, la Organización Internacional del Trabajo y la UNESCO señala que los sistemas de educación y formación técnica y profesional deben responder a los cambios tecnológicos, demográficos, económicos y ambientales y mantener correspondencia con las necesidades del mercado laboral (Levin et al., 2023).

Estas transformaciones plantean implicaciones directas para la formación profesional en ingeniería. Entre las capacidades identificadas en los referentes revisados

se encuentran las habilidades digitales (Instituto Mexicano para la Competitividad [IMCO], 2025; ManpowerGroup, 2018), las competencias técnicas avanzadas (ManpowerGroup, 2018), la formación continua (Gontero y Novella, 2021; ManpowerGroup, 2018), la especialización del conocimiento (Observatorio Laboral, s. f.) y las habilidades blandas (IMCO, 2025; ManpowerGroup, 2018). Asimismo, la Encuesta de Escasez de Talento 2026 señala que las organizaciones demandan una combinación de capacidades técnicas y humanas, entre las que destacan el profesionalismo y la ética laboral, la comunicación, la colaboración, la adaptabilidad, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el liderazgo (ManpowerGroup, 2026). En consecuencia, los procesos formativos requieren articular conocimientos especializados, aplicación práctica, capacidades digitales y habilidades interpersonales.

En el ámbito de los sistemas industriales, la transformación tecnológica exige profesionales capaces de analizar integralmente los procesos productivos, gestionar recursos, incorporar tecnologías, utilizar información para la toma de decisiones y promover procesos de innovación y mejora continua. La automatización y la digitalización modifican tanto la operación de los sistemas de producción como las funciones de quienes intervienen en ellos, por lo que la formación en ingeniería debe favorecer la comprensión de sistemas complejos, la capacidad de adaptación tecnológica y el aprendizaje permanente. Esta orientación coincide con el Estudio de vocaciones y demanda de carreras profesionales de la UABC (2020), en el que organizaciones del sector manufacturero señalaron la importancia de contar con personal con conocimientos y habilidades tecnológicas para enfrentar retos relacionados con la automatización, la digitalización, el cumplimiento normativo y el uso eficiente de la tecnología.

La industria de dispositivos médicos añade requerimientos particulares a estas tendencias generales de la ingeniería y la manufactura. Debido a la naturaleza de los productos que genera y a su relación con la salud y la seguridad de las personas, el ejercicio profesional en este sector requiere comprender y gestionar procesos sujetos a exigencias de calidad, seguridad, trazabilidad, validación y cumplimiento normativo. A ello se suman la introducción y transferencia de nuevos productos y procesos, el control de cambios, la gestión de riesgos, la mejora continua y la incorporación de tecnologías que permitan mantener procesos productivos confiables, eficientes y competitivos.

En el contexto regional, la presencia de la industria de dispositivos médicos refuerza la necesidad de que estas tendencias sean consideradas en la formación profesional. La información incorporada en el diagnóstico identifica a este sector como estratégico para Baja California y señala una concentración importante de empresas en Tijuana. Más que constituir únicamente un indicador de demanda, esta presencia configura un entorno profesional en el que convergen manufactura avanzada, procesos regulados, sistemas de calidad, tecnologías emergentes y cadenas internacionales de suministro, aspectos que deben ser considerados en la definición del currículo.

El diagnóstico realizado por Flex Tijuana Industrial aporta un referente específico del entorno en el que se desarrollará inicialmente el programa. El sondeo efectuado entre sus distintas áreas identificó como principal necesidad de formación profesional el campo de la Ingeniería Industrial, posteriormente particularizado de acuerdo con las características y requerimientos de la industria de dispositivos médicos. La experiencia del personal que actualmente participa en estos procesos permite reconocer necesidades relacionadas con la comprensión integral de los sistemas productivos, la mejora continua, la coordinación de equipos, la toma de decisiones y el cumplimiento de requerimientos técnicos, normativos y de calidad. De esta manera, el diagnóstico local guarda correspondencia con las tendencias profesionales identificadas en los referentes nacionales e internacionales.

A partir de esta convergencia, la formación en Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos requiere articular los fundamentos de la Ingeniería Industrial con conocimientos y capacidades vinculados con manufactura avanzada, automatización y tecnologías emergentes; diseño, análisis y optimización de procesos; gestión de la calidad; validación y cumplimiento normativo; gestión de proyectos; mejora continua; sustentabilidad; y toma de decisiones sustentada en información. De manera complementaria, la formación debe favorecer capacidades humanas para la comunicación, la colaboración, el liderazgo, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la adaptabilidad y la actuación ética en entornos profesionales multidisciplinarios.

Estas tendencias no se incorporan como elementos aislados, sino como orientaciones para la organización del currículo (Tabla 1). Su atención implica establecer correspondencia entre las transformaciones del campo profesional y el perfil de egreso, las competencias profesionales, las unidades de aprendizaje, las experiencias formativas y los

proyectos integradores del plan de estudios. Particularmente, la vinculación con el entorno laboral permite que el estudiantado analice situaciones propias de los sistemas productivos, aplique herramientas de ingeniería y desarrolle propuestas de mejora en contextos relacionados con su ejercicio profesional.

Tabla 1. *Tendencias de la profesión e implicaciones para la formación*

Tendencia del campo profesional	Implicación para la formación	Orientación curricular
Transformación tecnológica, automatización y digitalización	Comprender e intervenir en sistemas productivos tecnológicamente complejos y adaptarse a su evolución.	Integración de automatización, tecnologías emergentes, análisis de procesos y uso de información para la toma de decisiones.
Manufactura avanzada y cadenas globales de valor	Gestionar procesos, recursos y operaciones bajo condiciones de eficiencia, calidad, innovación y competitividad.	Formación en sistemas de producción, diseño, análisis y optimización de procesos, gestión de recursos y mejora continua.
Exigencias de la industria de dispositivos médicos	Actuar en procesos sujetos a requerimientos de calidad, seguridad, trazabilidad, validación, gestión de riesgos y cumplimiento normativo.	Incorporación de gestión de la calidad, validación de procesos, normativa aplicable, control de cambios y requerimientos propios del sector.
Innovación y transformación permanente del campo profesional	Actualizar conocimientos, incorporar tecnologías y responder a escenarios productivos cambiantes.	Desarrollo de capacidades digitales, aprendizaje permanente, adaptabilidad e integración de tecnologías emergentes.
Sustentabilidad y uso eficiente de recursos	Considerar los efectos técnicos, económicos y ambientales de las decisiones de ingeniería.	Incorporación de criterios de sustentabilidad y eficiencia en el análisis, diseño y mejora de sistemas productivos.
Trabajo multidisciplinario y gestión de proyectos	Comunicar, colaborar, coordinar equipos y conducir proyectos en entornos organizacionales complejos.	Desarrollo transversal de comunicación, colaboración, liderazgo, gestión de proyectos y responsabilidad ética.
Solución de problemas y toma de decisiones	Analizar situaciones complejas, integrar información y proponer soluciones viables.	Proyectos integradores, pensamiento crítico, resolución de problemas y aplicación contextualizada de herramientas de ingeniería.

Nota. Elaboración a partir de los referentes nacionales, internacionales y regionales analizados en la fundamentación de la profesión.

En conjunto, las tendencias identificadas permiten establecer las orientaciones que debe asumir la formación profesional en Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos. Su incorporación al currículo requiere articular los fundamentos de la Ingeniería Industrial con la manufactura avanzada, la automatización y las tecnologías emergentes; la gestión de la calidad, la validación y el cumplimiento normativo; la optimización y mejora continua de los sistemas productivos; así como el desarrollo de capacidades para la solución de problemas, la toma de decisiones, el trabajo multidisciplinario, la adaptabilidad y el aprendizaje permanente. Estas orientaciones se concretan en el perfil de egreso, las competencias profesionales, la estructura curricular, las unidades de aprendizaje y las experiencias integradoras que conforman el plan de estudios, procurando la consonancia entre la evolución del campo profesional y la formación propuesta.

2.3. Fundamentación institucional

La factibilidad institucional del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos se sustenta en las condiciones académicas, humanas, tecnológicas, físicas, administrativas y de vinculación previstas para su implementación y operación. La Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería (FCQI) cuenta con experiencia en la formación de profesionales de la ingeniería y dispone de personal académico, infraestructura, servicios universitarios y mecanismos de gestión que pueden articularse con los recursos y condiciones que aportará Flex Tijuana Industrial. En conjunto, estos elementos permiten establecer un esquema de operación acorde con las características del plan de estudios, su modalidad semipresencial y el esquema de oferta generacional previsto.

La propuesta se vincula con los procesos de ampliación y diversificación de la oferta educativa previstos por la FCQI y con las orientaciones institucionales de la UABC dirigidas a favorecer trayectorias formativas flexibles y pertinentes. Desde esta perspectiva, la fundamentación institucional no se limita a identificar recursos disponibles, sino que precisa las condiciones que deberán mantenerse o asegurarse para atender favorablemente la trayectoria académica de cada cohorte.

Condiciones académicas y organización de la operación

El plan de estudios comprende 300 créditos distribuidos en nueve cuatrimestres, con una duración de tres años, y se operará en modalidad semipresencial. Las actividades presenciales se desarrollarán principalmente en las instalaciones de Flex Tijuana Industrial, mientras que la FCQI dispondrá de sus aulas, laboratorios, talleres, salas de cómputo y otros espacios especializados cuando la naturaleza de las unidades de aprendizaje o de las actividades formativas requiera equipamiento e infraestructura universitaria específica.

La operación inicial considera una cohorte de hasta 30 estudiantes y un solo grupo activo durante los nueve cuatrimestres de la trayectoria. Esta organización permite dimensionar con anticipación los requerimientos de docencia, coordinación, acompañamiento, infraestructura y recursos tecnológicos.

Como parte de las condiciones de ingreso y acompañamiento académico, la FCQI contempla acciones de preparación y nivelación que favorezcan la incorporación del estudiantado a la formación universitaria, particularmente en matemáticas y en el uso de las tecnologías requeridas para el trabajo académico en modalidad semipresencial. Estas acciones se complementarán con los mecanismos institucionales de tutoría, orientación, asesoría y seguimiento de la trayectoria escolar.

Para garantizar la operación académica del programa, la docencia se sustentará inicialmente en la participación de personal docente de asignatura con perfil académico, experiencia profesional y trayectoria docente acordes con las unidades de aprendizaje a impartir. Considerando que en cada cuatrimestre se ofertarán cuatro unidades de aprendizaje, se prevé la participación de hasta cuatro docentes de asignatura, sin perjuicio de que una misma persona pueda atender más de una unidad de aprendizaje cuando su perfil y área de especialización sean congruentes con los requerimientos formativos correspondientes.

La planta académica disponible permite iniciar la operación del programa bajo este esquema, con el apoyo del personal de tiempo completo de la FCQI para las funciones académicas y de coordinación que correspondan. Conforme avance la primera cohorte, se prevé fortalecer progresivamente la planta académica mediante la incorporación de dos

profesores de tiempo completo (PTC): el primero en 2028-6 y el segundo en 2029-6, de acuerdo con la proyección presentada en la Tabla 2.

Tabla 2. *Proyección de matrícula y fortalecimiento de la planta académica para la operación del programa educativo*

	2027-6	2027-7	2027-8	2028-6	2028-7	2028-8	2029-6	2029-7	2029-8
Proyección de la Matrícula	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Horas [a]	256	256	256	256	256	256	256	256	256
PTC				1			1		

Nota. Elaboración propia. Las horas corresponden a las impartidas por personal docente de asignatura. La incorporación de PTC corresponde a las nuevas contrataciones previstas para fortalecer progresivamente la planta académica del programa.

La proyección presentada en la Tabla 2 muestra que la operación puede iniciar con personal docente de asignatura y con el apoyo de la planta académica disponible en la FCQI, mientras que el fortalecimiento mediante nuevas plazas de tiempo completo se realizará conforme avance la trayectoria formativa. El primer PTC se incorporará en 2028-6, para apoyar la docencia de la etapa disciplinaria y asumir la coordinación del programa educativo; el segundo se incorporará en 2029-6, para fortalecer la atención de las unidades de aprendizaje de la etapa disciplinaria y el acompañamiento de los proyectos orientados a la titulación. De esta manera, la previsión de nuevas contrataciones responde al desarrollo progresivo de las necesidades académicas de la primera cohorte.

Factibilidad de la modalidad semipresencial y recursos tecnológicos

Todas las unidades de aprendizaje que conforman el plan de estudios se impartirán en modalidad semipresencial y, por tanto, contarán con el diseño instruccional correspondiente. En cada una se articularán actividades presenciales y virtuales de acuerdo con la naturaleza de los aprendizajes previstos. Las sesiones presenciales se destinarán prioritariamente a actividades que requieran interacción directa, resolución de problemas, prácticas, uso de equipamiento, laboratorios, talleres y desarrollo de proyectos; el componente virtual favorecerá el acceso a contenidos, la realización y entrega de

actividades, la comunicación académica, la retroalimentación y el seguimiento del aprendizaje mediante la plataforma institucional Blackboard.

La operación semipresencial contará con el acompañamiento institucional del Centro de Investigación para el Aprendizaje Digital (CIAD), instancia que ha validado la viabilidad y estrategia de operación del programa en esta modalidad y ha manifestado su compromiso de colaboración en su implementación. En este marco, su participación apoyará el desarrollo de los diseños instruccionales requeridos para todas las unidades de aprendizaje que integran el plan de estudios y la adecuada mediación de los procesos formativos mediante la plataforma institucional Blackboard. La validación emitida por el CIAD se integra en el capítulo 9 de esta propuesta curricular.

La FCQI cuenta, además, con experiencia institucional en la operación de cursos semipresenciales y virtuales y dispone de personal académico con formación para el trabajo en línea (Tabla 3). La conectividad de la Universidad y el acceso a la plataforma institucional constituyen recursos disponibles para la operación; de manera complementaria podrán utilizarse las herramientas digitales institucionalmente autorizadas que resulten pertinentes para el desarrollo de las actividades académicas.

Tabla 3. *Formación mínima de habilitación docente para cursos a distancia*

Número	Nombre	BBTL[a]	DICL[a]	CCL[a]
21364	Aguilar Virgen Quetzalli	x	x	x
19311	Andrés Garfias Giovana	x	x	x
34179	Balderas López Silvia María			
26513	Beltrán Salomón Erika	x	x	x
13035	Bravo Islas Norma Olivia			
33423	Campos Díaz Gilberto Alonso			
31705	Carmona Escalante Marcel Rafael			
30939	Carrillo Cedillo Adriana	x	x	x
14533	Carrillo Gutiérrez Teresa	x	x	x
24157	Corales Orozco Alma Delia			
25484	Fernández Fernández Vivían de la Caridad			
17872	Gallarzo López Liliana	x	x	x

Número	Nombre	BBTL[a]	DICL[a]	CCL[a]
28943	García García Domini Norma			
31551	García Rosas Víctor Manuel			
29978	Gastelum Acosta Carlos Uriel	x	x	x
19445	Guerra Fraustro Ricardo Jesús Renato			
20003	López Bolan Wulfrano			
21554	López Barreras José María			
20252	López Barreras Juan Andrés			
26943	Madrigal Estrada Karla Frida	x	x	x
32693	Marín Vaca Erika Elizabeth			
13589	Martínez Huato Sebastián			
29347	Medina Robles Luis Felipe			
21441	Moreno Ramírez Nora Edra	x	x	x
27704	Nakasima López Mydory Oyuky	x	x	x
28185	Nakasima López Sukey Sayonara	x	x	x
14620	Peña Meda Luis			
21555	Pérez Morales Juan Ramón	x	x	x
28862	Saavedra Leyva Rafael Eduardo	x	x	x
29701	Sauceda Hernández Elia marlene			
32431	Serrano Lemus Juan Irving			
32315	Soto Orduño Alfredo de Jesús			
21365	Taboada González Paul Adolfo	x	x	x
24158	Villegas Chávez José Luis			
24345	Yahuaca Terrazas Ángel Mauricio			
26571	Zambrano Rosas José Gustavo			

Nota. BBTL = Blackboard para el Trabajo en Línea; CCL = Conducción de Cursos en Línea; DICL = Diseño Instruccional para Cursos en Línea. Los tres cursos señalados constituyen la formación institucional mínima requerida para impartir cursos en las modalidades semipresencial y no presencial.

La información anterior permite identificar personal con habilitación institucional para participar en ambientes de aprendizaje mediados por tecnologías. En la implementación del programa, esta capacidad se fortalecerá mediante el acompañamiento del CIAD y el desarrollo de los diseños instruccionales correspondientes, de manera que la modalidad

semipresencial se sustente en una planeación pedagógica explícita y no únicamente en la distribución de horas presenciales y virtuales.

Recursos humanos y acompañamiento académico

La operación académica requerirá personal docente con perfiles congruentes con las unidades de aprendizaje, experiencia profesional y, cuando corresponda, conocimientos especializados en manufactura, producción, calidad, automatización, procesos industriales y ámbitos relacionados con la industria de dispositivos médicos. La FCQI dispone de personal de tiempo completo y de asignatura con experiencia en estas áreas, lo que constituye una base para integrar la planta académica del programa. Para contenidos de alta especialización podrán incorporarse profesionales que acrediten el perfil requerido, incluida la participación de especialistas del sector productivo conforme a los mecanismos institucionales aplicables.

La docencia se complementará con funciones de coordinación, tutoría, orientación académica, asesoría y acompañamiento de los proyectos integradores y de titulación. Se prevé una persona responsable del programa educativo que actúe como enlace entre la FCQI y Flex Tijuana Industrial, dé seguimiento a la operación de los cursos y canalice las necesidades académicas y administrativas a las instancias correspondientes. La participación del personal académico de tiempo completo (Tabla 4) permitirá, además, sostener las acciones de tutoría y acompañamiento durante la trayectoria.

Tabla 4. *Relación del personal académico de la FCQI considerado para apoyar el programa educativo*

Nombre	Grado	Cargo	SNII	Área	PRODEP	CA	Nivel CA	PREDEPA
Aguilar Virgen Quetzalli	Doctorado	PTC	1	Diseño de Experimentos	Si	Sistemas de Producción Sustentables	Consolidado	Si
Andrés Garfias Giovana	Doctorado	PA	No	Matemáticas	No	No	No aplica	No
Balderas López Silvia María	Maestría	PA	No	Ambiental	No	No	No aplica	No
Beltrán Salomón Erika	Doctorado	PTC	No	Proveeduría	Si	Innovación de Procesos y Productos	Consolidado	Si
Bravo Islas Norma Olivia	Doctorado	PA	No	Matemáticas	No	No	No aplica	No
Campos Díaz Gilberto Alonso	Licenciatura	PA	No	Higiene y Seguridad Industrial	No	No	No aplica	No
Carmona Escalante Marcel Rafael	Licenciatura	PA	No	Higiene y Seguridad Industrial	No	No	No aplica	No
Carrillo Cedillo Adriana	Maestría	PA	No	Administración	No	No	No aplica	No
Carrillo Gutiérrez Teresa	Doctorado	PTC	No	Manufactura, Producción y Calidad	Si	Innovación de Procesos y Productos	Consolidado	Si
Corrales Orozco Alma Delia	Licenciatura	PA	No	Manufactura, Procesos	No	No	No aplica	No
Fernández Fernández Vivían de la Caridad	Licenciatura	PA	No	Física	No	No	No aplica	No
Gallarzo López Liliana	Maestría	PA	No	Administración	No	No	No aplica	No
García García Domini Norma	Licenciatura	PA	No	Metrología	No	No	No aplica	No
García Rosas Víctor Manuel	Licenciatura	PA	No	Manufactura	No	No	No aplica	No

Nombre	Grado	Cargo	SNII	Área	PRODEP	CA	Nivel CA	PREDEPA
Gastelum Acosta Carlos Uriel	Doctorado	PTC	1	Calidad y Productividad	Si	Innovación de Procesos y Productos	Consolidado	Si
Guerra Fraustro Ricardo Jesús Renato	Doctorado	PTC	No	Automatización y Robótica	No	Sistemas electrónicos aplicados	En consolidación	Si
López Bolan Wulfrano	Licenciatura	PA	No	Circuitos, Automatización, Metrología	No	No	No aplica	No
López Barreras José María	Maestría	PA	No	Estadística, Ergonomía	No	No	No aplica	No
López Barreras Juan Andrés	Doctorado	PTC	1	Ergonomía y Salud Ocupacional	Si	Optimización de recursos	En consolidación	Si
Madrigal Estrada Karla Frida	Doctorado	PTC	No	Optimización de Procesos Productivos y de Servicios	Si	Valorización de residuos sólidos urbanos	En formación	Si
Marin Vaca Erika Elizabeth	Licenciatura	PA	No	Calidad, Salud Ocupacional	No	No	No aplica	No
Martínez Huato Sebastian	Licenciatura	PA	No	Física, Materiales	No	No	No aplica	No
Medina Robles Luis Felipe	Licenciatura	PA	No	Procesos y Manufactura	No	No	No aplica	No
Moreno Ramírez Nora Edra	Maestría	PA	No	Calidad, Procesos	No	No	No aplica	No
Nakasima López Mydory Oyuky	Doctorado	PTC	C	Procesos Industriales Sostenibles	Si	Valorización de residuos sólidos urbanos	En formación	Si
Nakasima López Sukey Sayonara	Doctorado	PA	No	Tecnologías de la Información	No	No	No aplica	No

Nombre	Grado	Cargo	SNII	Área	PRODEP	CA	Nivel CA	PREDEPA
Peña Meda Luis	Maestría	PA	No	Cadena de Suministros, Gestión del Mantenimiento	No	No	No aplica	No
Pérez Morales Juan Ramón	Doctorado	PA	No	Manufactura	No	No	No aplica	No
Saavedra Leyva Rafael Eduardo	Doctorado	PTC	1	Emprendimiento y Desarrollo de Empresas	Si	Innovación de Procesos y Productos	Consolidado	Si
Sauceda Hernández Elia Marlene	Licenciatura	PA	No	Calidad, Procesos Industriales	No	No	No aplica	No
Serrano Lemus Juan Irving	Maestría	PA	No	Procesos Industriales	No	No	No aplica	No
Soto Orduño Alfredo de Jesús	Licenciatura	PA	No	Producción	No	No	No aplica	No
Taboada González Paul Adolfo	Doctorado	PTC	1	Manufactura, Producción y Calidad	Si	Sistemas de Producción Sustentables	Consolidado	Si
Villegas Chávez José Luis	Doctorado	PA	No	Física, Materiales	No	No	No aplica	No
Yahuaca Terrazas Ángel Mauricio	Maestría	PA	No	Legislación Laboral	No	No	No aplica	No
Zambrano Rosas José Gustavo	Licenciatura	PA	No	Calidad	No	No	No aplica	No

Fuente. Elaboración propia.

La diversidad de perfiles consignada en la tabla muestra capacidades académicas relacionadas con áreas fundamentales del plan de estudios, entre ellas manufactura, producción, calidad, automatización, metrología, optimización, sustentabilidad, tecnologías de la información, cadena de suministros, seguridad y gestión. La asignación definitiva de cada unidad de aprendizaje deberá realizarse con base en la correspondencia entre el perfil docente y los contenidos y resultados de aprendizaje previstos.

Infraestructura, equipamiento y servicios

La factibilidad física se sustenta en la disponibilidad complementaria de espacios de Flex Tijuana Industrial y de la FCQI. Flex proporcionará los espacios destinados a las sesiones presenciales que se desarrollen en la organización, así como el mobiliario, equipo de cómputo y licencias de software que se establezcan en el convenio específico de colaboración. Por su parte, la FCQI dispone de aulas, laboratorios, salas de cómputo, laboratorios de investigación, espacios especializados y salas audiovisuales (Tabla 5) que podrán utilizarse cuando las actividades académicas lo requieran.

Tabla 5. *Relación de aulas, laboratorios, salas de cómputo y audiovisuales con equipo audiovisual instalado*

Edificio/ Espacio	Aulas/ Almacén	Lab Química	Sala de Cómputo	Lab de Investigación	Lab Especializado	Sala Audiovisual
6A	1	2	0	0	0	0
6B	0	0	0	0	2	0
6C	3	4	0	0	2	0
6D	2	6	0	10	4	1
6E	8	0	0	0	2	1
6F	5	0	0	0	0	0
6G	8	0	1	0	2	0
6H	6	0	2	1	3	0
6I	0	0	0	1	0	0
6J	2	0	7	9	7	2
6K	7	0	0	3	0	0
Totales	42	12	10	24	22	4

Fuente. Elaboración propia.

Los espacios especializados de la FCQI permiten atender prácticas y actividades que no resulte pertinente desarrollar en las instalaciones de la organización. Para una cohorte de hasta 30 estudiantes, la capacidad de algunos laboratorios podrá requerir la división del grupo en sesiones escalonadas, condición que deberá considerarse en la programación académica. Asimismo, la Facultad cuenta con conectividad mediante la red UABC, recursos audiovisuales, servicios de apoyo, medidas de protección civil y mecanismos de asignación de espacios para atender requerimientos de accesibilidad.

Condiciones administrativas, de vinculación y sostenibilidad operativa

La operación del programa se formalizará mediante un convenio específico de colaboración entre la UABC y Flex Tijuana Industrial, en el que deberán establecerse con precisión las responsabilidades de las partes, los recursos comprometidos, las condiciones para el desarrollo de las actividades académicas, los apoyos al estudiantado, el uso de instalaciones y equipamiento, así como los mecanismos administrativos y financieros necesarios para sostener la oferta.

El ingreso se realizará mediante una convocatoria dirigida al personal de Flex, sin menoscabo de los criterios y procedimientos institucionales de admisión aplicables. La FCQI será responsable de la programación y oferta de las unidades de aprendizaje, los procesos escolares, el seguimiento académico y los servicios universitarios correspondientes; Flex, por su parte, facilitará las condiciones laborales, físicas y tecnológicas que se formalicen para posibilitar la participación de su personal en las actividades presenciales y virtuales.

El esquema generacional permite planear los recursos académicos, humanos, tecnológicos, administrativos y financieros requeridos para atender la trayectoria completa de la cohorte durante los nueve cuatrimestres. En este sentido, el convenio específico de colaboración deberá establecer las condiciones y responsabilidades que permitan sostener la operación del programa durante los tres años de duración del plan de estudios.

Valoración de la factibilidad institucional

En conjunto, la FCQI dispone de una base académica, de infraestructura y de servicios universitarios que, articulada con los recursos y compromisos de Flex Tijuana Industrial y con el acompañamiento especializado del CIAD para la modalidad semipresencial, permite sustentar la factibilidad institucional del programa educativo. La disponibilidad de personal académico con perfiles afines, espacios especializados, conectividad, plataforma institucional, mecanismos de tutoría y seguimiento, así como la previsión de un convenio específico para regular las condiciones de operación, configuran un esquema viable para iniciar y desarrollar la primera cohorte.

La operación favorable del programa dependerá de mantener estas condiciones durante los nueve cuatrimestres de la trayectoria. En consecuencia, la factibilidad institucional se entiende como una condición que deberá acompañarse y evaluarse de manera continua, con el propósito de preservar la calidad académica, la pertinencia de la modalidad semipresencial y la atención adecuada de las trayectorias del estudiantado.

3. Filosofía y enfoque educativo

Filosofía y enfoque educativo

El nuevo plan de estudios del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos 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 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 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.

Referentes institucionales y del programa educativo

En correspondencia con la filosofía y el enfoque educativo que sustentan la propuesta curricular, se presentan como referentes la misión y visión de la Universidad Autónoma de Baja California y de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, así como la misión, visión y objetivos de la Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos. Estos elementos expresan los propósitos institucionales y académicos que orientan la formación profesional y enmarcan el desarrollo del programa educativo.

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 Químicas e Ingeniería

Misión

Formación Integral de recursos humanos en las áreas de las ciencias químicas y las ingenierías, con perfiles pertinentes que contribuyan a la solución de problemáticas regionales, a su desarrollo personal y el de su entorno social, económico, científico y tecnológico con enfoque y competencias globales, socialmente responsables, proactivos e innovadores; así como la generación, aplicación y difusión del conocimiento científico y del desarrollo tecnológico en las áreas de la ciencias químicas y las ingenierías, enmarcado en valores universitarios y culturales centrados en la justicia, la sustentabilidad, la equidad, y los derechos humanos y los ambientales.

Visión

En el 2035, la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería es una Unidad Académica altamente integrada a su entorno social, económico y científico, mediante funciones

sustantivas de la docencia, investigación, extensión y vinculación en las áreas de las ciencias químicas y las ingenierías e implementadas en programas de trabajo en constante innovación y transdisciplinario, que le han ganado por su impacto, calidad y pertinencia el reconocimiento de organismos acreditadores nacionales y extranjeros así como la amplia aceptación de los sectores estudiantil, industrial, de servicios, gubernamental y sociedad en general por el capital humano, científico, y tecnológico que pone al servicio con un alto sentido de responsabilidad social y ambiental. El desempeño de la Facultad se sustenta en los constantes esfuerzos por fortalecer su capital humano, su infraestructura académica, y sus modelos y planes del trabajo, que mediante actualización permanente aseguren su pertinencia y son reflejo de una cultura laboral y de servicio que trasciende sus disciplinas para sumarse al desarrollo integral de la sociedad con las acciones de cada uno de sus miembros: personal docente, estudiantes, personal administrativo y egresados

Sus programas de licenciatura y de posgrado se encuentran reconocidos por su calidad y están acreditados, y contribuyen a la formación disciplinaria e integral de sus estudiantes con enfoque global e incluyente; sus prácticas didácticas son actualizadas periódicamente logrando atraer a estudiantes gracias los programas STEM que oferta, y egresando profesionistas con altas tasas de aceptación en el mercado laboral y aptitudes proactivas, innovadoras y emprendedoras que generan éxitos y oportunidades de desarrollo profesional y personal.

Su planta docente, tienen altos niveles de especialización, así como productividad científica de nivel internacional que se pone constantemente al servicio de las necesidades regionales, entablando colaboraciones para la transferencia tecnológica, la profesionalización de los servicios de salud, ambientales e industriales, en un modelo económico rentable y sustentable para los participantes externos y la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería.

Misión y visión del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos

Misión

Formar profesionales competentes en Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, mediante un modelo educativo flexible y vinculado con el entorno laboral, que integre conocimientos científicos y tecnológicos, herramientas de ingeniería industrial, innovación y mejora continua para la solución de problemas y la optimización sustentable de los procesos y sistemas productivos. El programa promueve el cumplimiento de los estándares de calidad y la normatividad aplicable, así como el ejercicio profesional con pensamiento crítico, responsabilidad ética y social, compromiso ambiental y orientación al desarrollo regional.

Visión

Para el año 2035, el programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos será reconocido por la calidad y pertinencia de la formación de profesionales capaces de diseñar, gestionar y mejorar procesos y sistemas productivos mediante herramientas de ingeniería industrial, tecnologías emergentes, innovación y mejora continua, con apego a los estándares de calidad y la normatividad aplicable. Se distinguirá por su modelo educativo flexible, su vinculación con el entorno laboral y la integración de experiencias formativas orientadas a la solución de problemas del sector, contribuyendo a su productividad, competitividad y desarrollo sustentable con responsabilidad ética, social y ambiental.

Objetivo general

Formar profesionales competentes en Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, capaces de diseñar, analizar, gestionar, optimizar e innovar procesos y sistemas productivos mediante la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos, herramientas de ingeniería industrial, tecnologías emergentes y metodologías de mejora continua, con apego a los estándares de calidad y la normatividad aplicable, para contribuir a la productividad, competitividad y desarrollo

sustentable del sector, con pensamiento crítico y responsabilidad ética, social y ambiental.

Objetivos específicos

1. Proporcionar una formación científica, tecnológica y metodológica que permita analizar y resolver problemas relacionados con los procesos y sistemas productivos de la industria de dispositivos médicos.
2. Desarrollar competencias para diseñar, implementar, gestionar y optimizar sistemas industriales mediante herramientas de ingeniería industrial, métodos cuantitativos, automatización y tecnologías emergentes.
3. Desarrollar capacidades para establecer, implementar, mantener y mejorar sistemas de gestión de la calidad, mediante metodologías de mejora continua y con apego a la normatividad nacional e internacional aplicable a la industria de dispositivos médicos.
4. Fortalecer las capacidades para gestionar proyectos, coordinar equipos multidisciplinarios y desarrollar soluciones innovadoras y sustentables que contribuyan a incrementar la productividad, la seguridad y la competitividad del sector.
5. Articular la formación académica con la experiencia laboral mediante un modelo educativo flexible y vinculado con la industria, que favorezca el pensamiento crítico, la aplicación del conocimiento y el ejercicio profesional con ética, responsabilidad social y compromiso ambiental.

4. Plan de estudios de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos

El plan de estudios constituye la organización académica y curricular mediante la cual se concretan los propósitos formativos del programa educativo y se orienta el desarrollo progresivo de las competencias profesionales previstas en el perfil de egreso. Su estructura articula los conocimientos científicos y tecnológicos con las herramientas y métodos de la ingeniería industrial, la automatización, las tecnologías emergentes, la gestión de la calidad, la mejora continua y el cumplimiento normativo, en correspondencia con las características y necesidades de la industria de dispositivos médicos.

En congruencia con la naturaleza del programa, la trayectoria formativa se organiza con periodicidad cuatrimestral y en modalidad semipresencial, favoreciendo la articulación entre la formación académica y la experiencia laboral del estudiantado. Esta organización permite integrar de manera progresiva los fundamentos de la ingeniería, la formación disciplinaria y las experiencias de aplicación e integración profesional vinculadas con problemáticas y procesos propios del entorno productivo.

El presente capítulo comprende el perfil de ingreso, perfil de egreso, campo profesional, organización de las unidades de aprendizaje por etapas de formación y áreas de conocimiento, mapa curricular, descripción cuantitativa del plan de estudios y tipología de las unidades de aprendizaje, elementos que en conjunto definen la trayectoria formativa y la organización académica del programa educativo.

4.1. Perfil de ingreso[1]

El perfil de ingreso establece los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que constituyen referentes para favorecer el desarrollo de la trayectoria formativa prevista en el plan de estudios. En atención a la naturaleza del programa educativo y a las

[1] El perfil de ingreso descrito no constituye un requisito excluyente, sino un referente para orientar los procesos de selección, inducción y acompañamiento del estudiantado, así como para el diseño de estrategias institucionales de nivelación que favorezcan su permanencia y éxito académico.

características de la población a la que se dirige, considera tanto los fundamentos requeridos para iniciar la formación en ingeniería como las disposiciones necesarias para el aprendizaje autónomo, el trabajo colaborativo y la articulación de las actividades académicas con el entorno laboral.

En este sentido, quien desee ingresar a la Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos deberá contar preferentemente con las siguientes características:

Conocimientos básicos en:

- Matemáticas
- Física y química
- Herramientas digitales

Habilidades:

- Analizar, interpretar y resolver problemas
- Aplicar el razonamiento lógico y numérico
- Utilizar equipos de cómputo y herramientas digitales
- Comunicar ideas de forma oral y escrita
- Seguir instrucciones y procedimientos técnicos
- Integrarse y colaborar en equipos de trabajo
- Organizar su tiempo para combinar las actividades académicas y laborales

Actitudes

- Pensamiento analítico y orientación hacia la optimización de procesos
- Interés por los aspectos científicos y tecnológicos de la producción de dispositivos médicos
- Disposición para el aprendizaje autónomo y continuo
- Iniciativa, creatividad y sentido de superación profesional
- Interés por la calidad, la seguridad, la sustentabilidad y el cumplimiento normativo
- Apertura al trabajo colaborativo, la innovación y el uso de tecnologías emergentes

Valores

- Responsabilidad
- Honestidad
- Ética profesional
- Respeto
- Disciplina
- Compromiso social y ambiental

4.2. Perfil de egreso

El perfil de egreso expresa las competencias profesionales que el estudiantado desarrollará a lo largo de su trayectoria formativa y que orientan su intervención en los distintos ámbitos de desempeño de la Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos. Estas competencias articulan los fundamentos científicos y tecnológicos con las herramientas de la ingeniería industrial, la automatización, las tecnologías emergentes, la mejora continua, la gestión de la calidad y el cumplimiento normativo, para atender problemáticas y necesidades de los procesos y sistemas productivos del sector.

En congruencia con la misión, los objetivos del programa educativo y las necesidades del campo profesional, las personas egresadas serán competentes para:

1. Crear e implementar herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, uso de herramientas, y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos, con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.
2. Diseñar, innovar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y de mejora continua con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

3. Establecer, implementar, mantener y mejorar sistemas integrales de gestión en apego a la normatividad nacional e internacional para garantizar la calidad de bienes en un marco de sustentabilidad, con objetividad, respeto y profesionalismo.

4.3. Campo profesional

El campo profesional delimita los sectores, ámbitos y actividades en los que las personas egresadas podrán aplicar las competencias desarrolladas durante su formación. De acuerdo con la naturaleza del programa educativo, su actuación se vincula principalmente con el análisis, diseño, implementación, gestión, evaluación y mejora de procesos y sistemas productivos relacionados con la industria de dispositivos médicos, sin limitarse exclusivamente a este ámbito de desempeño.

Las personas egresadas podrán incorporarse a organizaciones de los sectores público y privado, así como ejercer de manera independiente, mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial, métodos cuantitativos, tecnologías emergentes y metodologías de mejora continua. Su ejercicio profesional se orientará al cumplimiento de los estándares de calidad y de la normatividad nacional e internacional aplicable, así como a la optimización de recursos, la seguridad de los procesos, la sustentabilidad y la competitividad de las organizaciones.

En consecuencia, el campo de actuación comprenderá contextos regionales, nacionales e internacionales. De manera particular, quienes egresen podrán desempeñarse en los siguientes sectores y actividades profesionales:

Sector público

- Desempeño en dependencias y organismos gubernamentales relacionados con la regulación, la vigilancia y el control sanitario, mediante el apoyo en la evaluación del cumplimiento de requisitos técnicos, sistemas de calidad y procesos de fabricación.
- Gestión y mejora de procesos administrativos, operativos y logísticos en instituciones públicas, con apoyo de herramientas de ingeniería industrial, análisis estadístico y tecnologías digitales.

- Intervención en programas gubernamentales orientados al fortalecimiento de la industria de dispositivos médicos, el desarrollo de proveedores, la competitividad regional y la formación de talento especializado.
- Participación en la formulación, ejecución y evaluación de políticas, programas y proyectos relacionados con la calidad, la manufactura, la sustentabilidad, la seguridad industrial y el desarrollo tecnológico en la industria de dispositivos médicos.

Sector privado

- Desempeño en organizaciones dedicadas a la manufactura de dispositivos médicos, componentes, materiales y equipos, así como a la prestación de servicios relacionados.
- Diseño, documentación, implementación y mejora de procesos de manufactura, ensamble, inspección y empaque de dispositivos médicos.
- Planeación, programación y control de la producción mediante la administración eficiente de materiales, equipos, instalaciones, información y personal.
- Aplicación de estudios del trabajo, ergonomía, balanceo de líneas, distribución de planta y análisis de capacidad para incrementar la productividad y mejorar las condiciones de operación.
- Incorporación de metodologías de manufactura esbelta, Six Sigma y mejora continua para reducir desperdicios, variabilidad, tiempos de ciclo y costos operativos.
- Desarrollo y mejora de sistemas de gestión de la calidad, incluidos el aseguramiento y control de la calidad, la gestión de riesgos, el control de cambios, las acciones correctivas y preventivas (CAPA), el control documental, las auditorías y el desarrollo de proveedores.
- Planeación y ejecución de la validación de equipos, procesos, métodos, sistemas computarizados e instalaciones, conforme a los requisitos técnicos y regulatorios aplicables.
- Intervención en proyectos de introducción de nuevos dispositivos, transferencia de procesos, certificaciones de calidad y administración de proyectos industriales,

mediante la coordinación de equipos multidisciplinarios y el cumplimiento de objetivos de calidad, costo, tiempo, seguridad y desempeño.

Ejercicio profesional independiente

- Prestación de servicios para elaborar y mejorar procedimientos, instrucciones de trabajo, planes de control, análisis de riesgos y documentación técnica.
- Asesoría para implementar y dar seguimiento a sistemas de acciones correctivas y preventivas, control de cambios, gestión de riesgos y desarrollo de proveedores.
- Diseño e impartición de actividades de capacitación relacionadas con ingeniería industrial, calidad, normativa, validación, productividad, seguridad y mejora continua.
- Acompañamiento técnico a pequeñas y medianas empresas interesadas en incorporarse a la cadena de suministro de la industria de dispositivos médicos, mediante el fortalecimiento de sus procesos, capacidades y sistemas de gestión.

4.4. Mapa curricular

El mapa curricular representa la organización y secuencia de las unidades de aprendizaje que integran el plan de estudios y permite visualizar la trayectoria prevista para el desarrollo progresivo de las competencias profesionales del perfil de egreso. Su estructuración responde a criterios de articulación, secuencia y gradualidad de los aprendizajes, en correspondencia con los propósitos formativos y las características del programa educativo.

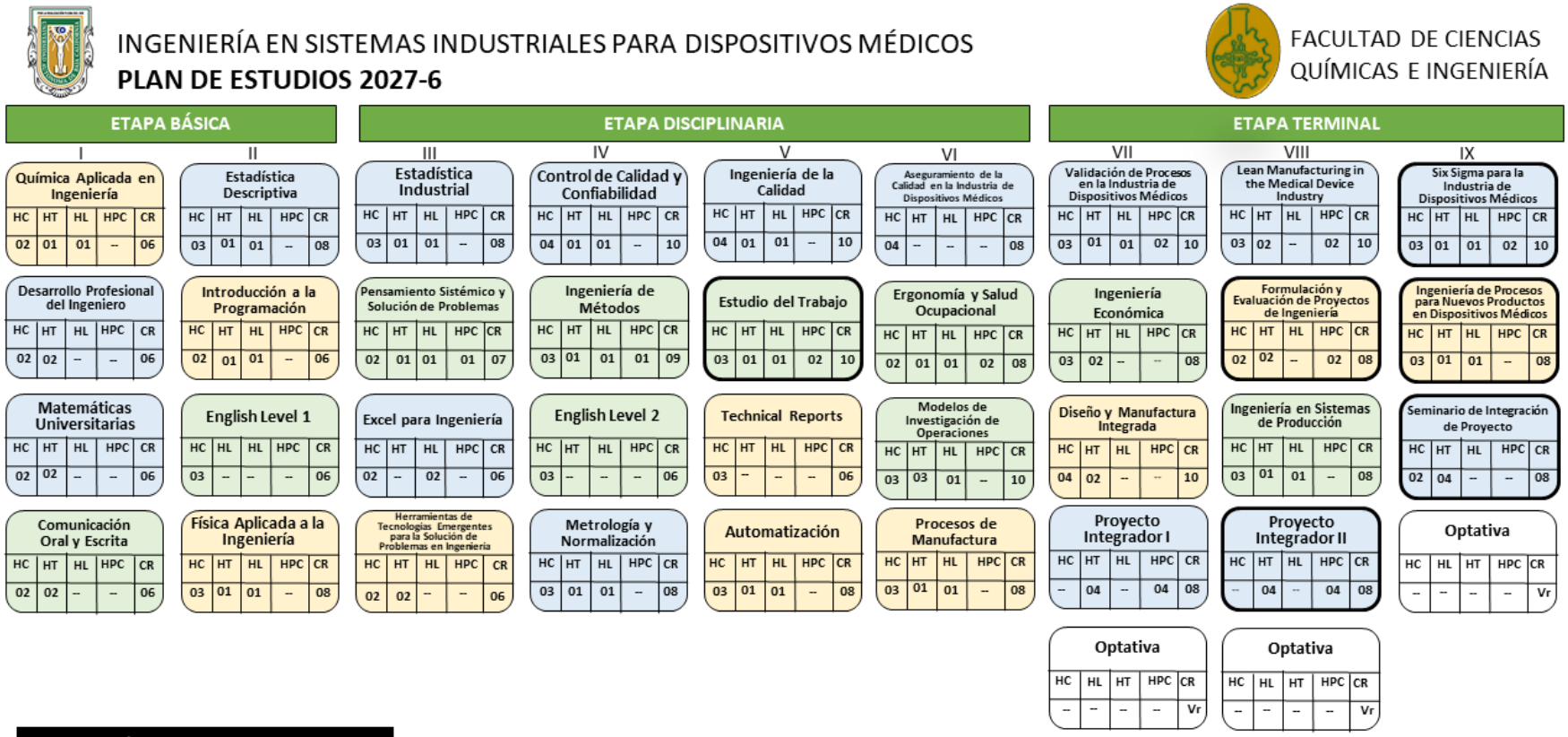
La trayectoria curricular de la Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos se organiza en **nueve cuatrimestres**, distribuidos en tres etapas de formación: **básica, disciplinaria y terminal**. La etapa básica comprende los dos primeros cuatrimestres; la disciplinaria, del tercero al sexto; y la terminal, del séptimo al noveno. Esta organización permite avanzar progresivamente desde los fundamentos de la ingeniería hacia la formación disciplinaria y, posteriormente, a la integración y aplicación de las competencias profesionales.

La disposición de las unidades de aprendizaje en el mapa curricular permite identificar su ubicación por periodo y etapa de formación, así como la secuencia prevista

para el desarrollo de la trayectoria académica. Las características y propósitos formativos de cada etapa se desarrollan en el capítulo 5. Estructura y componentes formativos del plan de estudios.

Como parte del proceso de diseño curricular, se consultó a profesionales con experiencia en la manufactura de dispositivos médicos que se desempeñan en el ámbito empresarial, así como a especialistas en ingeniería industrial con trayectoria docente y experiencia profesional. Sus aportaciones permitieron validar la secuencia formativa propuesta, valorar la pertinencia de las áreas de conocimiento e incorporar contenidos relacionados con las tendencias actuales del sector. La retroalimentación obtenida orientó los ajustes en la distribución de las unidades de aprendizaje y la inclusión de componentes estratégicos en el mapa curricular. Este ejercicio fortaleció la vinculación entre la formación académica y las necesidades del entorno profesional. En consecuencia, la organización del mapa curricular se sustenta tanto en fundamentos pedagógicos como en referentes disciplinares y requerimientos actuales de la industria de dispositivos médicos.

4.4. Mapa curricular



4.5. Distribución de créditos y de unidades de aprendizaje

Unidad académica: Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo: Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-6

Distribución de créditos por etapa de formación

Etapas	Obligatorios	Optativos	Total	Porcentajes
Básica	52	--	**52**	**17.33%**
Disciplinaria	128	--	**128**	**42.67%**
Terminal	96	24	**120**	**40.00%**
Total	**276**	**24**	**300**	**100%**
Porcentajes	**92.00%**	**8.00%**	**100%**	

Distribución de créditos obligatorios por área de conocimiento

Área	Básica	Disciplinaria	Terminal	Total	Porcentajes
Calidad	20	50	54	124	44.93%
Producción	12	50	16	78	28.26%
Manufactura	20	28	26	74	26.81%
Total	**52**	**128**	**96**	**276**	**100%**
Porcentajes	**18.84%**	**46.38%**	**34.78%**	**100%**	

Distribución de unidades de aprendizaje a cursar por etapas de formación

Etapa	Obligatorias	Optativas	Total
Básica	8	--	**8**
Disciplinaria	16	--	**16**
Terminal	11	3	**14**
Total	**35**	**3**	**38**

Nota. El plan de estudios integra cinco unidades de aprendizaje optativas de ocho créditos cada una, de las cuales el estudiantado deberá cursar tres para cubrir los 24 créditos optativos establecidos en la etapa terminal. En consecuencia, la trayectoria curricular comprende 35 unidades de aprendizaje obligatorias y tres optativas, para un total de 38 unidades de aprendizaje y 300 créditos.

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

Unidad académica: Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo: Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-6

Clave*	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ**
Etapa Básica Obligatoria								
01	Química Aplicada en Ingeniería	02	01	01	--	02	06	
02	Desarrollo Profesional del Ingeniero	02	02	--	--	02	06	
03	Matemáticas Universitarias	02	02	--	--	02	06	
04	Comunicación Oral y Escrita	02	02	--	--	02	06	
05	Estadística Descriptiva	03	01	01	--	03	08	
06	Introducción a la Programación	02	01	01	--	02	06	
07	English Level I	03	--	--	--	03	06	
08	Física Aplicada a la Ingeniería	03	01	01	--	03	08	
Etapa Disciplinaria Obligatoria								
09	Estadística Industrial	03	01	01	--	03	08	
10	Pensamiento Sistémico y Solución de Problemas	02	01	01	01	02	07	
11	Excel para Ingeniería	02	--	02	--	02	06	
12	Herramientas de Tecnologías Emergentes para la Solución de Problemas en Ingeniería	02	02	--	--	02	06	
13	Control de Calidad y Confiabilidad	04	01	01	--	04	10	
14	Ingeniería de Métodos	03	01	01	01	03	09	
15	English Level II	03	--	--	--	03	06	
16	Metrología y Normalización	03	01	01	--	03	08	
17	Ingeniería de la Calidad	04	01	01	--	04	10	
18	Estudio del Trabajo	03	01	01	02	03	10	
19	Technical Reports	03	--	--	--	03	06	
20	Automatización	03	01	01	--	03	08	
21	Aseguramiento de la Calidad en la Industria de Dispositivos Médicos	04	--	--	--	04	08	
22	Ergonomía y Salud Ocupacional	02	01	01	02	02	08	
23	Modelos de Investigación de Operaciones	03	03	01	--	03	10	

Clave*	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ**
24	Procesos de Manufactura	03	01	01	--	03	08	
Etapa Terminal Obligatoria								
25	Validación de Procesos en la Industria de Dispositivos Médicos	03	01	01	02	03	10	
26	Ingeniería Económica	03	02	--	--	03	08	
27	Diseño y Manufactura Integrada	04	02	--	--	04	10	
28	Proyecto Integrador I	--	04	--	04	--	08	
29	Lean Manufacturing in the Medical Device Industry	03	02	--	02	03	10	
30	Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería	02	02	--	02	02	08	
31	Ingeniería en Sistemas de Producción	03	01	01	--	03	08	
32	Proyecto Integrador II	--	04	--	04	--	08	
33	Six Sigma para la Industria de Dispositivos Médicos	03	01	01	02	03	10	
34	Ingeniería de Procesos para Nuevos Productos en Dispositivos Médicos	03	01	01	--	03	08	
35	Seminario de Integración de Proyecto	02	04	--	--	02	08	
	Optativa	--	--	--	--	--	Vr	
	Optativa	--	--	--	--	--	Vr	
	Optativa	--	--	--	--	--	Vr	
Etapa Terminal Optativa								
36	Desarrollo Sustentable	03	02	--	--	03	08	
37	Administración de Proyectos	03	01	01	--	03	08	
38	Diseño de Instalaciones Industriales	02	04	--	--	02	08	
39	Higiene y Seguridad Industrial	03	02	--	--	03	08	
40	Fundamentos Básicos de Moldeo	03	01	01	--	03	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 aprueba 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.

** Nomenclatura:
HC: Horas Clase
HL: Horas Laboratorio
HT: Horas Taller
HPC: Horas Prácticas de Campo
HE: Horas Extra-clase
CR: Créditos
RQ: Requisitos. y Vr. Variable

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

Unidad académica: Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo: Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-6

Área: Calidad								
Clave	**Unidad de aprendizaje**	**HC**	**HT**	**HL**	**HPC**	**HE**	**CR**	**RQ**
02	Desarrollo Profesional del Ingeniero	02	02	--	--	02	06	
03	Matemáticas Universitarias	02	02	--	--	02	06	
05	Estadística Descriptiva	03	01	01	--	03	08	
09	Estadística Industrial	03	01	01	--	03	08	
11	Excel para Ingeniería	02		02	--	02	06	
13	Control de Calidad y Confiabilidad	04	01	01	--	04	10	
16	Metrología y Normalización	03	01	01	--	03	08	
17	Ingeniería de la Calidad	04	01	01	--	04	10	
21	Aseguramiento de la Calidad en la Industria de Dispositivos Médicos	04	--	--	--	04	08	
25	Validación de Procesos en la Industria de Dispositivos Médicos	03	01	01	02	03	10	
28	Proyecto Integrador I	--	04	--	04	--	08	
29	Lean Manufacturing in the Medical Device Industry	03	02	--	02	03	10	
32	Proyecto Integrador II	--	04	--	04	--	08	
33	Six Sigma para la Industria de Dispositivos Médicos	03	01	01	02	03	10	
35	Seminario de Integración de Proyecto	02	04	--	--	02	08	

Área: Producción								
Clave	**Unidad de aprendizaje**	**HC**	**HT**	**HL**	**HPC**	**HE**	**CR**	**RQ**
04	Comunicación Oral y Escrita	02	02	--	--	02	06	
07	English Level I	03	--	--	--	03	06	
10	Pensamiento Sistémico y Solución de Problemas	02	01	01	01	02	07	
14	Ingeniería de Métodos	03	01	01	01	03	09	
15	English Level II	03	--	--	--	03	06	

Área: Producción								
18	Estudio del Trabajo	03	01	01	02	03	10	
22	Ergonomía y Salud Ocupacional	02	01	01	02	02	08	
23	Modelos de Investigación de Operaciones	03	03	01	--	03	10	
26	Ingeniería Económica	03	02	--	--	03	08	
31	Ingeniería en Sistemas de Producción	03	01	01	--	03	08	

Área: Manufactura								
Clave	**Unidad de aprendizaje**	**HC**	**HT**	**HL**	**HPC**	**HE**	**CR**	**RQ**
01	Química Aplicada en Ingeniería	02	01	01	--	02	06	
06	Introducción a la Programación	02	01	01	--	02	06	
08	Física Aplicada a la Ingeniería	03	01	01	--	03	08	
12	Herramientas de Tecnologías Emergentes para la Solución de Problemas en Ingeniería	02	02	--	--	02	06	
19	Technical Reports	03	--	--	--	03	06	
20	Automatización	03	01	01	--	03	08	
24	Procesos de Manufactura	03	01	01	--	03	08	
27	Diseño y Manufactura Integrada	04	02	--	--	04	10	
30	Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería	02	02	--	02	02	08	
34	Ingeniería de Procesos para Nuevos Productos en Dispositivos Médicos	03	01	01	--	03	08	
Unidades de Aprendizaje Optativas								
36	Desarrollo Sustentable	03	02	--	--	03	08	
37	Administración de Proyectos	03	01	01	--	03	08	
38	Diseño de Instalaciones Industriales	02	04	--	--	02	08	
39	Higiene y Seguridad Industrial	03	02	--	--	03	08	
40	Fundamentos Básicos de Moldeo	03	01	01	--	03	08	

4.8. Tipología de las unidades de aprendizaje

Unidad académica: Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo: Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-6

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	Etapa Básica Obligatoria		
01	Química Aplicada en Ingeniería	3	
	Taller de Química Aplicada en Ingeniería	2	
	Laboratorio de Química Aplicada en Ingeniería	2	
02	Desarrollo Profesional del Ingeniero	3	
	Taller de Desarrollo Profesional del Ingeniero	2	
03	Matemáticas Universitarias	3	
	Taller de Matemáticas Universitarias	2	
04	Comunicación Oral y Escrita	3	
	Taller de Comunicación Oral y Escrita	2	
05	Estadística Descriptiva	3	
	Taller de Estadística Descriptiva	2	
	Laboratorio de Estadística Descriptiva	2	
06	Introducción a la Programación	3	
	Taller de Introducción a la Programación	2	
	Laboratorio de Introducción a la Programación	2	
07	English Level I	3	
08	Física Aplicada a la Ingeniería	3	
	Taller de Física Aplicada a la Ingeniería	2	
	Laboratorio de Física Aplicada a la Ingeniería	2	
	Etapa Disciplinaria Obligatoria		
09	Estadística Industrial	3	
	Taller de Estadística Industrial	2	
	Laboratorio de Estadística Industrial	2	
10	Pensamiento Sistémico y Solución de Problemas	3	
	Taller de Pensamiento Sistémico y Solución de Problemas	2	
	Laboratorio de Pensamiento Sistémico y Solución de Problemas	2	
	Práctica de campo de Pensamiento Sistémico y Solución de Problemas	1	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
11	Excel para Ingeniería	3	
	Laboratorio de Excel para Ingeniería	2	
12	Herramientas de Tecnologías Emergentes para la Solución de Problemas en Ingeniería	3	
	Taller de Herramientas de Tecnologías Emergentes para la Solución de Problemas en Ingeniería	2	
13	Control de Calidad y Confiabilidad	3	
	Taller de Control de Calidad y Confiabilidad	2	
	Laboratorio de Control de Calidad y Confiabilidad	2	
14	Ingeniería de Métodos	3	
	Taller de Ingeniería de Métodos	2	
	Laboratorio de Ingeniería de Métodos	2	
	Práctica de campo de Ingeniería de Métodos	1	
15	English Level II	3	
16	Metrología y Normalización	3	
	Taller de Metrología y Normalización	2	
	Laboratorio de Metrología y Normalización	2	
17	Ingeniería de la Calidad	3	
	Taller de Ingeniería de la Calidad	2	
	Laboratorio de Ingeniería de la Calidad	2	
18	Estudio del Trabajo	3	
	Taller de Estudio del Trabajo	2	
	Laboratorio de Estudio del Trabajo	2	
	Práctica de campo de Estudio del Trabajo	1	
19	Technical Reports	3	
20	Automatización	3	
	Taller de Automatización	2	
	Laboratorio de Automatización	2	
21	Aseguramiento de la Calidad en la Industria de Dispositivos Médicos	3	
22	Ergonomía y Salud Ocupacional	3	
	Taller de Ergonomía y Salud Ocupacional	2	
	Laboratorio de Ergonomía y Salud Ocupacional	2	
	Práctica de campo de Ergonomía y Salud Ocupacional	1	
23	Modelos de Investigación de Operaciones	3	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	Taller de Modelos de Investigación de Operaciones	2	
	Laboratorio de Modelos de Investigación de Operaciones	2	
24	Procesos de Manufactura	3	
	Taller de Procesos de Manufactura	2	
	Laboratorio de Procesos de Manufactura	2	
	Etapa Terminal Obligatoria		
25	Validación de Procesos en la Industria de Dispositivos Médicos	3	
	Taller de Validación de Procesos en la Industria de Dispositivos Médicos	2	
	Laboratorio de Validación de Procesos en la Industria de Dispositivos Médicos	2	
	Práctica de campo de Validación de Procesos en la Industria de Dispositivos Médicos	1	
26	Ingeniería Económica	3	
	Taller de Ingeniería Económica	2	
27	Diseño y Manufactura Integrada	3	
	Taller de Diseño y Manufactura Integrada	2	
28	Proyecto Integrador I		No tiene HC
	Taller de Proyecto Integrador I	2	
	Práctica de campo de Proyecto Integrador I	1	
29	Lean Manufacturing in the Medical Device Industry	3	
	Workshop of Lean Manufacturing in the Medical Device Industry	2	
	Field practice of Lean Manufacturing in the Medical Device Industry	1	
30	Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería	3	
	Taller de Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería	2	
	Práctica de campo de Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería	1	
31	Ingeniería en Sistemas de Producción	3	
	Taller de Ingeniería en Sistemas de Producción	2	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	Laboratorio de Ingeniería en Sistemas de Producción	2	
32	Proyecto Integrador II		No tiene HC
	Taller de Proyecto Integrador II	2	
	Práctica de campo de Proyecto Integrador II	1	
33	Six Sigma para la Industria de Dispositivos Médicos	3	
	Taller de Six Sigma para la Industria de Dispositivos Médicos	2	
	Laboratorio de Six Sigma para la Industria de Dispositivos Médicos	2	
	Práctica de campo de Six Sigma para la Industria de Dispositivos Médicos	1	
34	Ingeniería de Procesos para Nuevos Productos en Dispositivos Médicos	3	
	Taller de Ingeniería de Procesos para Nuevos Productos en Dispositivos Médicos	2	
	Laboratorio de Ingeniería de Procesos para Nuevos Productos en Dispositivos Médicos	2	
35	Seminario de Integración de Proyecto	3	
	Taller de Seminario de Integración de Proyecto	2	
	Etapa Terminal Optativa		
36	Desarrollo Sustentable	3	
	Taller de Desarrollo Sustentable	2	
37	Administración de Proyectos	3	
	Taller de Administración de Proyectos	2	
	Laboratorio de Administración de Proyectos	2	
38	Diseño de Instalaciones Industriales	3	
	Taller de Diseño de Instalaciones Industriales	2	
39	Higiene y Seguridad Industrial	3	
	Taller de Higiene y Seguridad Industrial	2	
40	Fundamentos Básicos de Moldeo	3	
	Taller de Fundamentos Básicos de Moldeo	2	
	Laboratorio de Fundamentos Básicos de Moldeo	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.

5. Estructura y componentes formativos del plan de estudios

El presente capítulo describe la estructura y los componentes formativos mediante los cuales se concreta la trayectoria académica de la Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos. Su organización permite identificar la progresión de los aprendizajes, la función de las etapas de formación y las condiciones académicas y operativas que sustentan la modalidad semipresencial, en congruencia con el perfil de egreso, el mapa curricular y las características de las unidades de aprendizaje establecidas en el plan de estudios.

La propuesta se sustenta en un enfoque por competencias y en una formación centrada en quien aprende, por lo que articula conocimientos científicos y tecnológicos, métodos y herramientas de la ingeniería industrial, experiencias de aplicación, trabajo colaborativo, aprendizaje autónomo y vinculación con el entorno laboral. La organización curricular busca que el estudiantado avance desde los fundamentos de la ingeniería hacia el análisis y la mejora de procesos y sistemas productivos y, posteriormente, hacia la integración y aplicación de las competencias profesionales en situaciones de mayor complejidad.

Asimismo, el plan incorpora componentes transversales relacionados con el uso del idioma inglés, las tecnologías de la información y la inteligencia artificial, y las habilidades blandas requeridas para el ejercicio profesional. Su incorporación y progresión se desarrollan en los apartados específicos de este capítulo y se sustentan en las competencias, actividades y evidencias de aprendizaje previstas en los programas de unidad de aprendizaje, con el propósito de hacer verificable su contribución a la formación profesional.

En este marco, los apartados siguientes explican las etapas de formación, las características de la modalidad semipresencial, los criterios de impartición de las unidades de aprendizaje y la forma en que se articulará la operación académica entre la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería y Flex Tijuana Industrial.

5.1. Etapas de formación

El plan de estudios se organiza en tres etapas de formación: básica, disciplinaria y terminal. Esta estructura establece una trayectoria progresiva que articula la adquisición de los fundamentos científicos, matemáticos, tecnológicos y comunicativos de la ingeniería con el desarrollo de los saberes disciplinares y su integración y aplicación en contextos profesionales.

La secuencia formativa permite que el estudiantado avance desde la comprensión y aplicación de conocimientos fundamentales hacia el análisis, diseño y mejora de procesos y sistemas productivos y, posteriormente, hacia la formulación, implementación y evaluación de soluciones integrales vinculadas con la industria de dispositivos médicos. De esta manera, las etapas no constituyen bloques aislados, sino componentes articulados de una misma trayectoria orientada al desarrollo gradual de las competencias del perfil de egreso.

En correspondencia con la organización establecida en el plan de estudios, la etapa básica comprende los dos primeros cuatrimestres; la etapa disciplinaria, del tercero al sexto; y la etapa terminal, del séptimo al noveno. Las unidades de aprendizaje que integran cada etapa, así como su distribución horaria y crediticia, se presentan en el apartado 4.6. Características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación, que constituye el referente estructural para la descripción formativa que se desarrolla a continuación.

5.1.1. Etapa básica

La etapa básica comprende los dos primeros cuatrimestres del plan de estudios y tiene como propósito proporcionar los fundamentos científicos, matemáticos, tecnológicos, comunicativos y profesionales requeridos para iniciar la formación en ingeniería. Está integrada por ocho unidades de aprendizaje obligatorias que, en conjunto, aportan 52 créditos y establecen la base para el desarrollo posterior de los conocimientos y métodos propios de la ingeniería industrial.

En esta etapa se articulan la química y la física aplicadas a la ingeniería, las matemáticas, la estadística descriptiva, la programación, la comunicación oral y escrita, el idioma inglés y el reconocimiento del desarrollo profesional del ingeniero. Esta

combinación favorece que el estudiantado construya referentes científicos y cuantitativos, desarrolle razonamiento lógico y analítico, se familiarice con herramientas digitales y fortalezca capacidades de comunicación necesarias para continuar su trayectoria.
Durante esta etapa, el estudiantado:

- Comprende y aplica fundamentos de química, matemáticas y física en situaciones básicas de ingeniería.
- Organiza, representa, analiza e interpreta datos mediante herramientas de estadística descriptiva.
- Desarrolla soluciones básicas mediante principios de programación, razonamiento lógico y uso de herramientas digitales.
- Fortalece la comunicación oral y escrita en español e incorpora el uso inicial del idioma inglés en su formación.
- Aplica procedimientos experimentales y utiliza equipos e instrumentos de laboratorio de manera segura y responsable.
- Reconoce el campo de actuación de la ingeniería y la importancia del desarrollo profesional, la ética y la responsabilidad social.
- Integra conocimientos y herramientas para analizar y resolver problemas básicos de manera crítica y colaborativa.

El desarrollo de estos aprendizajes combina actividades teóricas con talleres, prácticas de laboratorio, resolución de problemas y experiencias presenciales y virtuales. Las actividades prácticas permiten aplicar los fundamentos de química, física, estadística y programación, mientras que el trabajo en línea favorece la revisión de contenidos, el análisis de información, la elaboración de productos académicos, la comunicación y el seguimiento del aprendizaje.

Por las características de la población a la que se dirige el programa, las situaciones y ejercicios de esta etapa podrán contextualizarse en problemas básicos del entorno industrial. Esta aproximación permite recuperar la experiencia laboral del estudiantado como referente para comprender la utilidad de los fundamentos de la ingeniería, sin sustituir el carácter introductorio y formativo propio de la etapa.

Competencia de la etapa básica

Aplicar los conocimientos fundamentales de química, matemáticas, física, estadística, programación y comunicación, mediante herramientas y métodos teórico-prácticos, para analizar y resolver problemas básicos de ingeniería, con pensamiento crítico, responsabilidad, colaboración y conciencia del entorno.

5.1.2. Etapa disciplinaria

La etapa disciplinaria comprende del tercero al sexto cuatrimestre y tiene como propósito desarrollar e integrar los conocimientos, métodos y herramientas propios de la ingeniería industrial requeridos para analizar, diseñar y mejorar procesos y sistemas productivos. Está conformada por 16 unidades de aprendizaje obligatorias que aportan 128 créditos y representan el núcleo de formación especializada del programa educativo.

Durante esta etapa aumenta la complejidad de las situaciones de aprendizaje y se fortalece la relación entre los fundamentos adquiridos previamente y su aplicación en problemas propios de la producción, la manufactura y la calidad. La formación integra estadística industrial, pensamiento sistémico y solución de problemas, análisis y manejo de información, tecnologías emergentes, control y aseguramiento de la calidad, ingeniería de métodos, metrología y normalización, estudio del trabajo, automatización, ergonomía y salud ocupacional, investigación de operaciones, procesos de manufactura y comunicación técnica.

Durante esta etapa, el estudiantado:

- Aplica métodos cuantitativos y herramientas digitales para analizar datos, evaluar el desempeño de los procesos y sustentar la toma de decisiones.
- Analiza y mejora métodos, sistemas y condiciones de trabajo para optimizar el uso de los recursos e incrementar la productividad.
- Integra principios y herramientas de manufactura, automatización y tecnologías emergentes en el análisis, diseño y mejora de procesos industriales.
- Aplica metodologías de gestión, aseguramiento y control de la calidad para disminuir la variabilidad y favorecer el cumplimiento de los requisitos establecidos.
- Evalúa procesos de medición y aplica criterios de metrología y normalización en contextos industriales.

- Formula soluciones mediante modelos de optimización, pensamiento sistémico y metodologías estructuradas para la resolución de problemas.
- Incorpora principios de ergonomía, seguridad y salud ocupacional en el análisis y mejora de los sistemas de trabajo.
- Elabora y comunica información técnica para documentar resultados, propuestas y decisiones de ingeniería.
- Aplica fundamentos normativos relacionados con la calidad y los procesos de manufactura de dispositivos médicos.

La formación disciplinaria se desarrolla mediante problemas, proyectos, estudios de caso, talleres, laboratorios, prácticas y actividades de análisis que favorecen la integración entre teoría y aplicación. En las sesiones presenciales se priorizan aquellas experiencias que requieren interacción directa, uso de equipos, trabajo colaborativo, experimentación, análisis de procesos o acompañamiento inmediato del personal docente. El entorno virtual complementa estas experiencias mediante el estudio de contenidos, el análisis de datos, la elaboración de reportes, la investigación documental, el uso de recursos digitales y el seguimiento de proyectos.

La inserción laboral del estudiantado constituye un referente relevante para esta etapa. Cuando la naturaleza de la unidad de aprendizaje y su diseño instruccional lo permitan, podrán recuperarse situaciones, datos, procesos o problemáticas del entorno de trabajo como insumos para el análisis académico, siempre bajo la orientación docente y en correspondencia con las competencias y evidencias de aprendizaje previstas en el PUA. De esta forma, la experiencia profesional se incorpora como un recurso para contextualizar los aprendizajes y fortalecer la relación entre la formación universitaria y las necesidades del sector.

Competencia de la etapa disciplinaria

Analizar, diseñar y mejorar procesos y sistemas industriales, mediante la integración de métodos cuantitativos, manufactura, gestión de la calidad, sistemas de trabajo, tecnologías aplicadas y comunicación técnica, para optimizar el uso de los recursos, incrementar la productividad y contribuir al aseguramiento de la calidad y al cumplimiento normativo en la industria de dispositivos médicos, con pensamiento sistémico, responsabilidad, ética y colaboración multidisciplinaria.

5.1.3. Etapa terminal

La etapa terminal comprende del séptimo al noveno cuatrimestre y tiene como propósito integrar y aplicar las competencias profesionales desarrolladas durante la trayectoria formativa para atender problemas y necesidades de mayor complejidad relacionados con los procesos y sistemas productivos de la industria de dispositivos médicos. Está conformada por 11 unidades de aprendizaje obligatorias y tres espacios optativos que, en conjunto, representan 120 créditos de la trayectoria que deberá cursar el estudiantado.

La formación se orienta hacia la validación de procesos, la ingeniería económica, el diseño y manufactura integrada, los sistemas de producción, la manufactura esbelta, Six Sigma, la formulación y evaluación de proyectos, la ingeniería de procesos para nuevos productos y el desarrollo de proyectos integradores. Asimismo, el plan dispone de cinco unidades de aprendizaje optativas de ocho créditos cada una, de las cuales el estudiantado deberá cursar tres para cubrir los 24 créditos optativos establecidos en esta etapa.

Durante esta etapa, el estudiantado:

- Diseña, implementa y evalúa soluciones integrales para atender problemas complejos de los procesos y sistemas productivos.
- Integra conocimientos y herramientas de ingeniería industrial, manufactura, gestión tecnológica, evaluación de proyectos y mejora continua.
- Formula y evalúa proyectos considerando su factibilidad técnica, económica, operativa, normativa y ambiental.
- Aplica metodologías para optimizar recursos, disminuir la variabilidad e incrementar la calidad y la productividad.
- Participa en procesos de validación, diseño de sistemas de producción e incorporación de nuevos productos en el ámbito de los dispositivos médicos.
- Gestiona proyectos de ingeniería con criterios de innovación, sustentabilidad, competitividad y cumplimiento normativo.
- Evalúa el desempeño de las soluciones implementadas mediante indicadores técnicos, económicos, productivos y de calidad.

- Integra las competencias desarrolladas durante su formación mediante proyectos vinculados con problemáticas y necesidades del campo profesional.

Las experiencias de aprendizaje de esta etapa se desarrollan principalmente mediante proyectos, estudios de caso, prácticas y situaciones vinculadas con el entorno productivo. La modalidad semipresencial favorece que las actividades académicas se articulen con la experiencia profesional del estudiantado y que el entorno virtual apoye el análisis de datos, la gestión de proyectos, la documentación técnica, la comunicación de resultados y el acompañamiento académico.

Trayecto de integración y titulación

Como componente distintivo de la etapa terminal, el plan de estudios incorpora un trayecto curricular de integración y titulación conformado por las unidades de aprendizaje Proyecto Integrador I, Proyecto Integrador II y Seminario de Integración de Proyecto. Las tres son obligatorias y se articulan secuencialmente para que los productos y resultados desarrollados en cada una constituyan insumos para la siguiente.

Mediante este trayecto, el estudiantado transita desde la formulación y el diagnóstico de una problemática de ingeniería vinculada con el sector de dispositivos médicos hacia la implementación y evaluación de una propuesta de solución y, posteriormente, a la integración y formalización académica de sus resultados en un trabajo de titulación en modalidad de tesina. Esta organización incorpora el proceso de integración profesional a la trayectoria curricular y proporciona los elementos metodológicos, técnicos y académicos para continuar con los procedimientos de titulación establecidos por la unidad académica, el Comité de Titulación y la normatividad universitaria aplicable.

Competencia de la etapa terminal

Diseñar, implementar y evaluar soluciones integrales para los procesos y sistemas productivos de la industria de dispositivos médicos, mediante la aplicación de conocimientos y herramientas de ingeniería industrial, manufactura, gestión tecnológica, evaluación de proyectos y mejora continua, para optimizar los recursos, contribuir al aseguramiento de la calidad y al cumplimiento normativo e incrementar la productividad,

la sustentabilidad y la competitividad de las organizaciones, con liderazgo, pensamiento estratégico, ética, responsabilidad y colaboración multidisciplinaria.

5.2. Modalidad semipresencial de impartición del programa educativo

La modalidad semipresencial constituye una decisión estructural del programa educativo y responde tanto a las características de la población a la que se dirige como a la naturaleza de la formación profesional propuesta. Su operación articula de manera planificada actividades presenciales y virtuales, de modo que ambos entornos formen parte de una misma experiencia de aprendizaje y contribuyan al desarrollo de las competencias previstas en cada unidad de aprendizaje.

El programa se desarrollará mediante estrategias de enseñanza y aprendizaje congruentes con el Modelo Educativo y el Estatuto Escolar de la UABC. Para orientar su operación se retoman el enfoque por competencias, la formación centrada en quien aprende, el aprendizaje autónomo, la colaboración, la vinculación y la aplicación del conocimiento en situaciones relacionadas con el ejercicio profesional.

Los criterios específicos de la modalidad se sustentan en los Lineamientos de operación de programas educativos de licenciatura en modalidad no escolarizada y semipresencial y en los Lineamientos y procedimientos para el diseño, preparación, registro, operación y seguimiento de unidades de aprendizaje en modalidades semipresencial y/o no presencial. En este marco, el Centro de Investigación para el Aprendizaje Digital (CIAD) constituye el referente institucional para orientar el diseño instruccional, la preparación de los cursos, la habilitación docente y el seguimiento de las unidades de aprendizaje en esta modalidad.

Para este programa educativo se establece una decisión curricular específica: todas las unidades de aprendizaje se impartirán en modalidad semipresencial. Por tanto, la propuesta no se sustenta en la combinación de cursos presenciales, semipresenciales y completamente no presenciales, sino en la integración de componentes presenciales y virtuales dentro de cada una de las unidades de aprendizaje que conforman el plan.

Esta decisión responde a las condiciones de una población que labora de tiempo completo y requiere compatibilizar sus responsabilidades profesionales con la formación universitaria. Al mismo tiempo, permite aprovechar el entorno laboral como referente para

el aprendizaje y concentrar la interacción presencial en aquellas experiencias que requieren acompañamiento directo, trabajo colaborativo, resolución de problemas, prácticas, talleres, laboratorios, experimentación o uso de infraestructura y equipamiento especializado.

El componente virtual no se concibe como la simple asignación de tareas para realizarse de manera independiente. Las actividades en línea deberán formar parte del diseño instruccional de cada curso, contar con una intención formativa explícita y prever mecanismos de orientación, interacción, seguimiento, retroalimentación y evaluación por parte del personal docente. De esta manera, el trabajo virtual contribuirá al desarrollo de los resultados de aprendizaje y mantendrá continuidad con las experiencias presenciales.

El diseño instruccional de las unidades de aprendizaje se desarrollará con acompañamiento del CIAD y retomará el enfoque de diseño por metas y las preguntas guía relativas a qué aprenderá el estudiantado, cómo lo aprenderá y cómo se evidenciará el logro del aprendizaje. Este proceso permitirá traducir cada PUA a una organización didáctica congruente con la modalidad semipresencial y establecer, para cada curso, la secuencia de actividades, recursos, formas de interacción, evidencias y mecanismos de evaluación.

La plataforma institucional Blackboard funcionará como entorno de gestión del aprendizaje para organizar los contenidos, recursos, instrucciones, actividades, evidencias, mecanismos de comunicación, evaluación y retroalimentación. Su utilización permitirá que el estudiantado disponga de los materiales académicos durante el desarrollo de los cursos y que el personal docente dé seguimiento al trabajo realizado en los componentes presencial y virtual.

La proporción y naturaleza de las actividades presenciales y virtuales no se aplicará de manera uniforme a todas las unidades de aprendizaje. Su definición responderá a la competencia, los contenidos, las evidencias de aprendizaje, la tipología de la UA, los requerimientos de interacción, los recursos necesarios y las condiciones de implementación. En consecuencia, la semipresencialidad se entiende como una organización pedagógica planificada y no únicamente como una distribución administrativa de horas.

5.3. Características de impartición de las unidades de aprendizaje del plan de estudios

La impartición de las unidades de aprendizaje se organizará a partir de la correspondencia entre el PUA, el diseño instruccional y las condiciones de la modalidad semipresencial. En todas las UA se articularán actividades presenciales y virtuales, pero la función de cada componente variará de acuerdo con la naturaleza del aprendizaje que se pretenda desarrollar.

El componente presencial se orientará prioritariamente a las experiencias que requieran interacción directa entre el personal docente y el estudiantado, uso de equipos e infraestructura, experimentación, demostración, práctica supervisada, resolución de problemas, análisis de casos, discusión técnica, trabajo colaborativo, presentación de avances o retroalimentación inmediata. En las unidades con horas de taller, laboratorio o prácticas de campo, el diseño instruccional deberá establecer con claridad qué actividades requieren presencialidad y cuáles pueden complementarse mediante recursos y actividades virtuales.

El componente virtual se estructurará mediante actividades sincrónicas y asincrónicas, según corresponda, y podrá incluir revisión y análisis de contenidos, investigación documental, ejercicios, procesamiento y análisis de datos, simulaciones, elaboración de reportes y productos académicos, participación en espacios de interacción, seguimiento de proyectos y preparación de evidencias de aprendizaje. Estas actividades deberán mantener relación explícita con la competencia y los resultados esperados de la unidad de aprendizaje.

La interacción docente-estudiantado se mantendrá a lo largo de ambos componentes. El personal docente orientará las actividades, proporcionará instrucciones y recursos, dará seguimiento al avance, resolverá dudas, retroalimentará las evidencias y aplicará los mecanismos de evaluación previstos. El estudiantado, por su parte, deberá asumir un papel activo en la organización de su trabajo académico, la participación en las actividades, la colaboración con sus pares y el cumplimiento de las evidencias establecidas.

La experiencia laboral del estudiantado podrá incorporarse como referente para el aprendizaje cuando exista correspondencia con la competencia y los contenidos del

curso. El análisis de procesos, datos, casos o problemáticas del entorno industrial permitirá contextualizar los conocimientos y fortalecer su aplicación; sin embargo, estas experiencias deberán estar mediadas académicamente, contar con orientación docente y traducirse en evidencias evaluables conforme al PUA y al diseño instruccional.

Como parte de la caracterización de la modalidad, se consultó a especialistas en ingeniería industrial con experiencia docente y práctica profesional vigente. Sus aportaciones permitieron reconocer la relevancia del uso de tecnologías digitales, la colaboración a distancia, la gestión de proyectos en entornos híbridos y la autogestión del aprendizaje, elementos que guardan correspondencia con las prácticas contemporáneas del campo laboral y con las características de la población destinataria.

En conjunto, la impartición semipresencial articula la planeación curricular, los PUA, el diseño instruccional, la plataforma institucional, la habilitación del personal docente y las condiciones de infraestructura. Esta articulación busca mantener la coherencia entre las competencias del perfil de egreso, las competencias de las unidades de aprendizaje, las estrategias didácticas y las evidencias mediante las cuales se evaluará el aprendizaje.

5.4. Operación del programa educativo semipresencial en la unidad académica y en la empresa

La operación del programa educativo se realizará mediante un esquema de colaboración entre la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería y Flex Tijuana Industrial. La modalidad semipresencial define la organización académica de los cursos, mientras que la vinculación con la empresa establece las condiciones para desarrollar una parte importante de las actividades presenciales en un entorno laboral relacionado con el campo profesional. Ambos componentes se articulan, pero cumplen funciones distintas dentro de la propuesta.

Como referente operativo se retomarán experiencias institucionales de programas con sesiones presenciales concentradas, adaptándolas a las características particulares de este plan de estudios. De acuerdo con las condiciones previstas para la primera cohorte, las sesiones presenciales se concentrarán principalmente los viernes y sábados: cuatro horas los viernes y una jornada de ocho horas los sábados. Esta organización

busca compatibilizar la formación universitaria con las responsabilidades laborales de la población participante.

Las actividades presenciales se desarrollarán principalmente en las instalaciones de Flex Tijuana Industrial, mediante el uso de aulas, espacios de trabajo, recursos tecnológicos, equipos y, cuando resulte académicamente pertinente, áreas relacionadas con los procesos de manufactura. El uso del entorno laboral como espacio formativo permitirá contextualizar problemas, casos y proyectos y favorecer la aplicación de los conocimientos en situaciones vinculadas con el ejercicio profesional.

La utilización de espacios de la empresa no sustituye la infraestructura universitaria. Cuando una unidad de aprendizaje requiera equipos especializados, laboratorios, talleres o condiciones técnicas que no estén disponibles en la organización, se programará el uso complementario de las instalaciones de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería. La selección del espacio se realizará de acuerdo con los requerimientos de las actividades y los resultados de aprendizaje previstos.

El trabajo presencial se complementará durante la semana con las actividades virtuales establecidas en el diseño instruccional de cada UA. A través de Blackboard, el estudiantado podrá consultar materiales, atender instrucciones, participar en actividades, entregar evidencias, comunicarse con el personal docente y recibir retroalimentación. De esta forma, la continuidad del proceso formativo no se limitará a los días de asistencia presencial.

La planeación de cada cuatrimestre se realizará con base en la secuencia establecida en el mapa curricular y en las características de las unidades de aprendizaje correspondientes. Para cada periodo deberán considerarse la disponibilidad del personal docente, los requerimientos de aulas, talleres, laboratorios y recursos tecnológicos, las actividades previstas en los diseños instruccionales y las condiciones de operación acordadas con la empresa.

La planta docente se integrará principalmente por personal de asignatura con experiencia académica y/o profesional pertinente al campo de las unidades de aprendizaje. Su participación permitirá incorporar referentes actuales del ejercicio profesional y atender la organización horaria del programa. La operación contará, además, con el apoyo académico y administrativo previsto por la Facultad para la

coordinación, tutoría, seguimiento de trayectorias y atención de los procesos de integración y titulación.

Para la operación de las unidades de aprendizaje en modalidad semipresencial será indispensable que el personal docente cuente con la habilitación requerida y participe en el proceso de diseño y preparación de los cursos. El acompañamiento del CIAD permitirá mantener criterios institucionales en el diseño instruccional y en el aprovechamiento de los recursos digitales, mientras que la coordinación del programa dará seguimiento a la implementación académica y a las necesidades que se identifiquen durante cada periodo.

Desde la perspectiva institucional, este esquema permite planear la oferta con base en una cohorte definida, aprovechar de manera complementaria la infraestructura de la empresa y de la Universidad e incorporar personal docente con experiencia profesional vigente. Asimismo, favorece una organización académica que concentra determinadas actividades presenciales y distribuye el trabajo formativo a lo largo de la semana mediante el entorno virtual.

Entre los beneficios académicos y operativos previstos para el estudiantado se encuentran:

- Compatibilizar la formación universitaria con las actividades laborales y otras responsabilidades.
- Acceder a una organización del tiempo académico acorde con las características de una población laboralmente activa.
- Disponer de contenidos, recursos, actividades e indicaciones académicas mediante la plataforma institucional.
- Desarrollar capacidades de autogestión, organización del tiempo y aprendizaje autónomo con acompañamiento docente.
- Relacionar los aprendizajes con situaciones y problemáticas del entorno industrial cuando la naturaleza de las unidades de aprendizaje lo permita.
- Participar en actividades presenciales de aplicación, práctica, experimentación y trabajo colaborativo, complementadas con experiencias virtuales.
- Fortalecer la comunicación y colaboración en entornos digitales como parte de la experiencia universitaria.

La incorporación sistemática de tecnologías de la información y la comunicación a la operación del programa permitirá gestionar contenidos y evidencias, mantener la comunicación académica, apoyar el trabajo colaborativo e integrar software y recursos digitales pertinentes para las distintas unidades de aprendizaje. El desarrollo específico del uso profesional de las tecnologías de la información y la inteligencia artificial se aborda posteriormente en el apartado correspondiente, a partir de su presencia verificable en los PUA.

En síntesis, la operación semipresencial se concibe como una articulación académica entre currículo, diseño instruccional, docencia, tecnología, infraestructura universitaria y entorno laboral. Su implementación deberá mantener como referente central las competencias y evidencias de aprendizaje de cada UA, de manera que la flexibilidad organizativa contribuya al logro del perfil de egreso sin disminuir el rigor académico ni sustituir los mecanismos institucionales de seguimiento y evaluación.

5.5. Experiencias formativas en idioma inglés

El plan de estudios incorpora experiencias formativas en idioma inglés mediante unidades de aprendizaje ubicadas en distintos momentos de la trayectoria curricular. Su propósito es ampliar las oportunidades para que el estudiantado utilice el inglés en actividades de comunicación, consulta de información y aprendizaje vinculadas con contextos académicos, técnicos y profesionales.

Estas experiencias se concretan en las unidades de aprendizaje *English Level I, English Level II, Technical Reports* y *Lean Manufacturing in the Medical Device Industry*. Las dos primeras generan experiencias específicas de comprensión y comunicación en inglés; *Technical Reports* incorpora el uso de terminología y comunicación técnica propia de la ingeniería; mientras que *Lean Manufacturing in the Medical Device Industry* constituye una experiencia de formación disciplinar en la que el inglés se emplea como medio para abordar contenidos propios del campo profesional.

Las unidades de aprendizaje identificadas no constituyen por sí mismas una trayectoria para el desarrollo o acreditación de un nivel de dominio del idioma inglés. Su incorporación tiene como finalidad ampliar las experiencias formativas del estudiantado mediante el uso del idioma en diferentes contextos de su formación. De manera

independiente, el plan de estudios establece el nivel A2 de idioma extranjero como requisito de titulación, cuyo cumplimiento se realizará mediante los mecanismos institucionales de acreditación correspondientes.

Tabla X. *Experiencias formativas en idioma inglés incorporadas en el plan de estudios*

Etapa	Unidad de aprendizaje	Propósito del uso del inglés	Habilidades movilizadas	Evidencia verificable en el PUA	Alcance de la experiencia
Básica	English Level I	Propiciar experiencias iniciales de comunicación en inglés	Comprensión, producción escrita, interacción y expresión oral	Autobiografía, línea del tiempo, producciones escritas, audios y presentaciones	Comunicación general
Disciplinaria	English Level II	Ampliar las oportunidades de comprensión y comunicación en inglés	Lectura, escritura, interacción y producción oral	Presentaciones, ensayos, grabaciones y podcast	Comunicación académica y cotidiana
Disciplinaria	Technical Reports	Utilizar el inglés en situaciones de comunicación técnica propias de la ingeniería	Comprensión de textos técnicos, terminología especializada, escritura y comunicación oral	*Professional Communication Portfolio in English*, documentos y reporte técnico	Comunicación técnica y profesional
Terminal	Lean Manufacturing in the Medical Device Industry	Incorporar el inglés como medio para abordar contenidos disciplinares del campo profesional	Comprensión de información especializada y producción de documentos y presentaciones técnicas	Proyecto Lean, *technical report* y *executive presentation*	Experiencia disciplinar en inglés

Como se observa en la tabla, las experiencias formativas en inglés cumplen funciones diferenciadas dentro del plan de estudios. En *English Level I* y *English Level II*, el idioma constituye el objeto principal de aprendizaje; en *Technical Reports*, se utiliza para la comprensión y producción de comunicación técnica propia de la ingeniería; y en *Lean Manufacturing in the Medical Device Industry*, funciona como medio para el aprendizaje y la comunicación de contenidos disciplinares vinculados con el campo profesional. Esta diversidad de experiencias favorece el contacto del estudiantado con el

idioma inglés durante su trayectoria curricular, sin que ello sustituya el requisito institucional de acreditación del nivel A2 establecido para la titulación.

5.6. Incorporación de tecnologías de la información e inteligencia artificial

La incorporación de tecnologías de la información en el plan de estudios se desarrolla de manera transversal mediante unidades de aprendizaje en las que los recursos digitales forman parte de las actividades de análisis, modelación, diseño, automatización, optimización y toma de decisiones propias de la ingeniería. Su integración no se limita al uso instrumental de plataformas o aplicaciones para apoyar las actividades académicas, sino que se vincula con la resolución de problemas y la generación de evidencias de aprendizaje relacionadas con el ejercicio profesional.

La presencia de estas tecnologías se identifica desde la etapa básica y se amplía en las etapas disciplinaria y terminal, de acuerdo con la naturaleza y los propósitos formativos de las unidades de aprendizaje. De esta manera, el estudiantado transita desde el desarrollo del pensamiento computacional y el procesamiento digital de datos hacia el empleo de herramientas especializadas para el análisis estadístico, la modelación de sistemas, la automatización, la optimización, el diseño asistido por computadora, la validación de procesos y la gestión de proyectos de ingeniería.

En la etapa básica, Introducción a la Programación favorece el desarrollo del pensamiento computacional mediante la construcción de algoritmos y programas orientados a la solución de problemas, mientras que Estadística Descriptiva incorpora herramientas como Excel y Minitab para organizar, procesar, analizar y representar información. Estas experiencias proporcionan referentes iniciales para el tratamiento computacional y el análisis digital de datos que posteriormente se aplican en contextos disciplinares.

En la etapa disciplinaria, la utilización de tecnologías de la información adquiere una orientación directamente vinculada con las herramientas y métodos de la ingeniería. Estadística Industrial, Control de Calidad y Confiabilidad e Ingeniería de la Calidad incorporan software para el procesamiento y análisis estadístico de información; Pensamiento Sistémico y Solución de Problemas utiliza recursos digitales para

representar procesos, variables y relaciones de sistemas; Excel para Ingeniería desarrolla capacidades para gestionar, visualizar y automatizar información mediante hojas de cálculo, tableros, macros y programación; Automatización incorpora programación de PLC y simulación; y Modelos de Investigación de Operaciones emplea herramientas computacionales para formular, resolver y analizar modelos de optimización y apoyar la toma de decisiones. En esta última se identifica, además, la utilización de aplicaciones de inteligencia artificial como apoyo al modelado y resolución de problemas.

Dentro de esta misma etapa destaca Herramientas de Tecnologías Emergentes para la Solución de Problemas en Ingeniería, por constituir el espacio curricular en el que la inteligencia artificial se aborda de manera explícita. El PUA contempla inteligencia artificial generativa aplicada a procesos industriales, diseño e implementación de prompts, aplicaciones prácticas de ChatGPT, análisis de datos y reflexión sobre los beneficios, riesgos e implicaciones éticas de su utilización. Estas capacidades se articulan en un proyecto de transformación digital en el que se integran inteligencia artificial generativa, tecnologías emergentes y análisis de datos para formular una propuesta de mejora aplicada a un proceso de manufactura de dispositivos médicos.

En la etapa terminal, las tecnologías de la información se utilizan en situaciones de mayor integración profesional. Validación de Procesos en la Industria de Dispositivos Médicos incorpora software estadístico, hojas de cálculo y simuladores para analizar datos y sustentar técnicamente la validación de procesos; el PUA establece, entre otras actividades, el cálculo e interpretación de estadísticos e índices de capacidad mediante software estadístico o una hoja de cálculo. Ingeniería Económica utiliza hojas de cálculo para modelar escenarios financieros y apoyar la evaluación de alternativas de inversión, mientras que Diseño y Manufactura Integrada incorpora software CAD para el diseño y modelado de productos y componentes.

Asimismo, Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería emplea hojas de cálculo y herramientas de diagramación para comparar alternativas, representar procesos y desarrollar análisis técnico-económicos; Six Sigma para la Industria de Dispositivos Médicos incorpora software especializado para el análisis estadístico, diseño de experimentos, control estadístico de procesos y solución de problemas; e Ingeniería de Procesos para Nuevos Productos en Dispositivos Médicos utiliza herramientas

digitales para la planeación y gestión de proyectos de introducción de nuevos productos, así como para el análisis y documentación de procesos. En esta última, por ejemplo, se prevé el empleo de software para gestión de proyectos u hojas de cálculo durante la planeación del NPI.

La Tabla 6 sintetiza las unidades de aprendizaje en las que se identificó una incorporación curricular verificable de tecnologías de la información e inteligencia artificial, a partir de los propósitos, competencias, contenidos, prácticas y evidencias establecidos en sus respectivos PUA.

Tabla 6. *Incorporación de tecnologías de la información e inteligencia artificial en la formación profesional*

Etapa	Unidad de aprendizaje	Tecnología o recurso	Aplicación formativa	Tipo de incorporación
Básica	Introducción a la Programación	C/Python y algoritmos	Resolución computacional de problemas	Programación y pensamiento computacional
Básica	Estadística Descriptiva	Excel y Minitab	Procesamiento, análisis y representación de datos	Análisis digital de datos
Disciplinaria	Estadística Industrial	Software estadístico	Análisis de datos de procesos industriales	Análisis estadístico computacional
Disciplinaria	Pensamiento Sistémico y Solución de Problemas	Software de representación y modelado	Representación de procesos, variables y relaciones	Modelado digital de sistemas
Disciplinaria	Excel para Ingeniería	Excel, dashboards, macros y VBA	Gestión, visualización y automatización de información	Gestión y automatización de datos
Disciplinaria	Herramientas de Tecnologías Emergentes para la Solución de Problemas en Ingeniería	IA generativa, ChatGPT, tecnologías emergentes y análisis de datos	Transformación digital y mejora de procesos	IA y tecnologías emergentes
Disciplinaria	Control de Calidad y Confiabilidad	Software de análisis estadístico	Análisis de calidad y confiabilidad de procesos	Analítica para calidad
Disciplinaria	Ingeniería de la Calidad	Software especializado	Análisis estadístico y experimentación	Analítica y experimentación

Etapa	Unidad de aprendizaje	Tecnología o recurso	Aplicación formativa	Tipo de incorporación
Disciplinaria	Automatización	PLC, simuladores y software de ingeniería	Diseño y programación de sistemas automatizados	Automatización y simulación
Disciplinaria	Modelos de Investigación de Operaciones	Software especializado, Excel Solver y aplicaciones de IA	Modelación, optimización y análisis de escenarios	**Optimización computacional e IA aplicada**
Terminal	Validación de Procesos en la Industria de Dispositivos Médicos	Software estadístico, hoja de cálculo y simuladores	Análisis y validación de procesos	Validación basada en datos
Terminal	Ingeniería Económica	Excel o similar	Modelación y evaluación económica	Análisis económico digital
Terminal	Diseño y Manufactura Integrada	CAD/SolidWorks	Diseño y modelado de productos y componentes	Diseño asistido por computadora
Terminal	Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería	Hoja de cálculo y software de diagramación	Evaluación técnica y económica de proyectos	Evaluación digital de proyectos
Terminal	Six Sigma para la Industria de Dispositivos Médicos	Minitab, Excel y Visio	DMAIC, DOE, SPC, regresión y optimización	Analítica avanzada para mejora de procesos
Terminal	Ingeniería de Procesos para Nuevos Productos en Dispositivos Médicos	Software de gestión de proyectos, hoja de cálculo y simulación	Planeación del NPI y documentación de procesos	Gestión digital de procesos y proyectos

Nota. La selección considera únicamente las unidades de aprendizaje en las que los PUA permiten identificar una aplicación de las tecnologías de la información o de la inteligencia artificial vinculada directamente con el desarrollo de aprendizajes disciplinares o profesionales. No se incluyen aquellas en las que los recursos tecnológicos se utilizan exclusivamente como medios de comunicación, acceso a contenidos, elaboración de documentos o apoyo general derivado de la modalidad semipresencial.

La Figura 1 muestra la ubicación de estas unidades de aprendizaje en el mapa curricular y permite observar su presencia a lo largo de las tres etapas de formación. Para efectos de su representación gráfica, se distinguen las unidades de aprendizaje que incorporan tecnologías de la información de aquellas en las que, adicionalmente, se identifican aplicaciones explícitas de inteligencia artificial.

Figura 1. *Incorporación de tecnologías de la información e inteligencia artificial en el mapa curricular*



En conjunto, esta incorporación permite que las tecnologías de la información se articulen con distintos ámbitos de la formación profesional y se utilicen como herramientas para analizar información, representar y modelar sistemas, automatizar operaciones, optimizar procesos, diseñar soluciones y sustentar decisiones de ingeniería. La inteligencia artificial se integra de manera específica en experiencias curriculares en las que su utilización se encuentra vinculada con propósitos y evidencias de aprendizaje identificables, incluyendo el análisis de sus alcances, riesgos e implicaciones éticas. De esta manera, su presencia en el plan de estudios responde a una integración curricular verificable y vinculada con el ejercicio profesional, más que a la incorporación aislada de herramientas tecnológicas.

5.7. Promoción transversal de habilidades blandas

El plan de estudios incorpora la promoción transversal de habilidades blandas mediante experiencias de aprendizaje integradas en distintas unidades de aprendizaje de las etapas básica, disciplinaria y terminal. Su desarrollo no se plantea a través de unidades de aprendizaje independientes ni como una trayectoria lineal, sino mediante su movilización en situaciones académicas y profesionales que requieren comunicación, colaboración, análisis, toma de decisiones, resolución de problemas, responsabilidad y liderazgo.

Para identificar su presencia curricular se revisaron los propósitos, competencias, actividades y evidencias establecidos en los PUA. A partir de este análisis se seleccionaron aquellas unidades de aprendizaje en las que las habilidades blandas se encuentran vinculadas directamente con el desempeño esperado del estudiantado y pueden reconocerse en productos, proyectos, prácticas o situaciones de aprendizaje concretas. Este criterio permite distinguir su promoción formativa de aquellas menciones de carácter general presentes en actitudes, valores o estrategias de trabajo.

En la **etapa básica**, las experiencias seleccionadas favorecen principalmente la comunicación efectiva y el trabajo colaborativo. *Desarrollo Profesional del Ingeniero* incorpora situaciones de interacción profesional, resolución de problemas y colaboración; *Comunicación Oral y Escrita* moviliza la comunicación en exposiciones, documentos profesionales y situaciones propias del ámbito laboral; y *English Level I* amplía estas

experiencias mediante actividades de comprensión, producción e interacción en otro idioma.

En la **etapa disciplinaria**, las habilidades blandas se movilizan en situaciones que requieren analizar problemas y sustentar decisiones en contextos propios de la ingeniería. *Pensamiento Sistémico y Solución de Problemas* demanda estructurar problemas complejos, analizar alternativas y formular soluciones; *Estudio del Trabajo* vincula la toma de decisiones y el trabajo colaborativo con el análisis y mejora de sistemas productivos; y *Technical Reports* fortalece la comunicación técnica y la adaptabilidad profesional mediante la interpretación y producción de información especializada en inglés. Asimismo, *Aseguramiento de la Calidad en la Industria de Dispositivos Médicos* incorpora el pensamiento crítico y la responsabilidad profesional en procesos de auditoría y mejora, mientras que *Ergonomía y Salud Ocupacional* sitúa la toma de decisiones y la responsabilidad profesional en el análisis y prevención de riesgos laborales. Los PUA confirman, por ejemplo, que el aseguramiento de la calidad exige objetividad, ética y responsabilidad y culmina en un programa de auditoría con propuesta de mejora, mientras que ergonomía demanda decisiones sustentadas en métodos de evaluación y normativa aplicable.

En la **etapa terminal**, estas habilidades se movilizan en experiencias de mayor integración y vinculación con el ejercicio profesional. *Proyecto Integrador I* requiere resolver una problemática mediante el levantamiento y análisis de información, la construcción de un diagnóstico y la formulación de una propuesta preliminar, además de contrastar los resultados con actores del proceso y atender su retroalimentación. *Proyecto Integrador II* amplía esta experiencia mediante la gestión de la implementación de la solución y la comunicación profesional de sus resultados; y *Seminario de Integración de Proyecto* culmina con la formalización y defensa oral de la tesina, en la que se exige claridad técnica, argumentación fundamentada y pensamiento crítico.

De manera complementaria, *Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería* sitúa la toma de decisiones y el liderazgo en la evaluación de alternativas de inversión, viabilidad y riesgo; su competencia general establece expresamente el liderazgo, la responsabilidad y el trabajo colaborativo como componentes del desempeño. Finalmente, *Lean Manufacturing in the Medical Device Industry* moviliza la resolución de problemas y

el trabajo colaborativo mediante el diagnóstico de procesos y el desarrollo de un proyecto de mejora aplicado a un entorno real o simulado de la industria de dispositivos médicos. La Tabla 7 sintetiza las unidades de aprendizaje seleccionadas, las habilidades blandas predominantes y las evidencias mediante las cuales se promueven y la Figura 2 muestra la ubicación de estas unidades de aprendizaje en el mapa curricular y permite observar su presencia a lo largo de las tres etapas de formación.

En conjunto, la incorporación de estas experiencias permite que las habilidades blandas se movilicen en situaciones de creciente complejidad y vinculación con el ejercicio profesional. En la etapa básica predominan experiencias relacionadas con la comunicación y la interacción colaborativa; en la etapa disciplinaria se amplían hacia el análisis crítico, la resolución de problemas, la toma de decisiones y la responsabilidad profesional; y en la etapa terminal se integran en proyectos y situaciones que requieren gestionar soluciones, comunicar resultados, sustentar decisiones y asumir responsabilidades propias del desempeño profesional. De esta manera, su promoción transversal se encuentra articulada con los aprendizajes disciplinares y profesionales del plan de estudios y cuenta con referentes verificables en los PUA.

Tabla 7. *Habilidades blandas predominantes y evidencias de su promoción en el plan de estudios*

Etapa	Unidad de aprendizaje	Habilidades blandas predominantes	Evidencia de su promoción en el PUA
Básica	Desarrollo Profesional del Ingeniero	Trabajo colaborativo	Se promueve mediante proyectos colaborativos, resolución de problemas y situaciones de interacción profesional. El PUA incorpora experiencias relacionadas con liderazgo, comunicación efectiva, resolución de problemas y toma de decisiones en contextos laborales.
		Comunicación efectiva	Se moviliza en situaciones de interacción, retroalimentación y desarrollo de proyectos en las que el estudiantado debe comunicar planteamientos y participar en procesos colaborativos; el propio perfil docente del PUA identifica la comunicación efectiva entre las capacidades socioemocionales que se fortalecen en la UA.
Básica	Comunicación Oral y Escrita	Comunicación efectiva	Se desarrolla mediante el análisis y resolución comunicativa de conflictos laborales, exposiciones en equipo y la elaboración de documentos profesionales. El estudiantado integra un portafolio con currículum vitae, informe técnico, reporte técnico, correo electrónico y solicitud.
Básica	English Level I	Comunicación efectiva	Se concreta mediante experiencias de comprensión y producción oral y escrita en inglés, incluyendo autobiografía, línea del tiempo, producciones escritas, audios y presentaciones, que requieren comunicar información personal y situaciones conocidas mediante el idioma.
		Trabajo colaborativo	Se promueve mediante actividades de interacción y producciones realizadas en pares o pequeños grupos, en las que el estudiantado utiliza el idioma para intercambiar información y desarrollar productos comunicativos.
Disciplinaria	Pensamiento Sistémico y Solución de Problemas	Resolución de problemas	Se concreta en un proyecto integrador que exige diagnosticar un problema sistémico, modelar el sistema, analizar datos, evaluar alternativas, aplicar metodologías y formular una solución integral, acompañada de reporte técnico y presentación ejecutiva.
		Pensamiento crítico	Se moviliza al estructurar problemas complejos, generar alternativas, establecer criterios técnicos y operativos, evaluarlas y justificar la selección de la alternativa más adecuada.
Disciplinaria	Estudio del Trabajo	Toma de decisiones	Se desarrolla mediante la aplicación de técnicas de medición del trabajo para establecer estándares, identificar desperdicios y formular

Etapa	Unidad de aprendizaje	Habilidades blandas predominantes	Evidencia de su promoción en el PUA
			una propuesta de mejora que permita sustentar decisiones relacionadas con eficiencia y productividad.
		Trabajo colaborativo	La competencia general establece explícitamente que las estrategias de mejora se desarrollan con pensamiento analítico, precisión y trabajo colaborativo; estas capacidades se aplican en el análisis y mejora de sistemas productivos.
Disciplinaria	Technical Reports	Comunicación efectiva	Se desarrolla mediante la interpretación de textos técnicos y la generación de recursos de comunicación profesional en inglés utilizando terminología especializada; la evidencia integradora consiste en un *Professional Communication Portfolio in English*.
		Adaptabilidad profesional	El propósito del PUA vincula expresamente el uso de términos técnicos y el desarrollo de las cuatro habilidades comunicativas en inglés con el fortalecimiento del desarrollo profesional y la adaptabilidad en el entorno laboral.
Disciplinaria	Aseguramiento de la Calidad en la Industria de Dispositivos Médicos	Responsabilidad profesional	Se promueve mediante la planeación y ejecución de procesos de aseguramiento y auditoría sujetos a especificaciones y normatividad. La competencia exige actuar con objetividad, ética profesional y responsabilidad, y la evidencia consiste en un programa de auditoría con hallazgos y plan de mejora.
		Pensamiento crítico	Se moviliza al analizar fundamentos, estándares, datos y hallazgos de calidad para identificar áreas de mejora y formular acciones sustentadas; el PUA explicita pensamiento crítico y trabajo colaborativo desde sus primeras experiencias de aprendizaje.
Disciplinaria	Ergonomía y Salud Ocupacional	Toma de decisiones	Se desarrolla mediante el diagnóstico y evaluación de condiciones de trabajo y la formulación de propuestas de mejora sustentadas en métodos ergonómicos y normativa. El propósito y la competencia señalan explícitamente la toma de decisiones para prevenir riesgos y cumplir disposiciones legales.
		Responsabilidad profesional	Se moviliza al valorar condiciones de salud, seguridad y ergonomía y formular recomendaciones con implicaciones para las personas trabajadoras. La competencia exige una actuación responsable, objetiva y colaborativa.
Terminal	Proyecto Integrador I	Resolución de problemas	Se concreta mediante la delimitación de una problemática del sector, levantamiento y análisis de información, análisis de causa raíz,

Etapa	Unidad de aprendizaje	Habilidades blandas predominantes	Evidencia de su promoción en el PUA
			construcción y validación del diagnóstico y formulación de una propuesta preliminar de mejora.
		Trabajo colaborativo	El PUA exige responsabilidad profesional, trabajo colaborativo y ética en el manejo de información. Además, el diagnóstico se contrasta con personal del proceso y la propuesta se discute con responsables o tutores para valorar su factibilidad y ajustarla mediante retroalimentación.
Terminal	Proyecto Integrador II	Gestión y organización	Se desarrolla al convertir la propuesta previa en un plan de implementación que determina actividades, responsables, tiempos, recursos y riesgos, seguido de la implementación, seguimiento, evaluación y documentación de resultados.
		Comunicación profesional	Se concreta mediante la integración del reporte técnico final y el diseño y ensayo de una presentación ejecutiva del proyecto, que debe comunicarse en un entorno profesional.
Terminal	Seminario de Integración de Proyecto	Comunicación efectiva	Culmina con la integración formal de la tesina y su defensa oral, en la que el estudiantado debe demostrar claridad técnica, dominio del tema y argumentación fundamentada.
		Pensamiento crítico	Se moviliza al fundamentar teórica y metodológicamente la tesina, analizar resultados, formular conclusiones y sustentar una propuesta de mejora. La competencia general explicita pensamiento crítico y comunicación asertiva.
Terminal	Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería	Toma de decisiones	Se desarrolla mediante la generación y comparación de alternativas, evaluación de viabilidad y factibilidad y análisis de riesgo para sustentar decisiones organizacionales. La evidencia integradora consiste en la entrega y exposición de un proyecto de inversión.
		Liderazgo	La competencia general establece explícitamente que la formulación de proyectos orientados a mejorar el desempeño organizacional se realiza con liderazgo, responsabilidad y trabajo colaborativo.
Terminal	Lean Manufacturing in the Medical Device Industry	Resolución de problemas	Se desarrolla mediante el diagnóstico de procesos, identificación de desperdicios y cuellos de botella, selección y aplicación de herramientas Lean y formulación de una propuesta de mejora. El proyecto final exige integrar diagnóstico, estado actual y futuro, indicadores, plan de implementación e impacto esperado.

Etapa	Unidad de aprendizaje	Habilidades blandas predominantes	Evidencia de su promoción en el PUA
		Trabajo colaborativo	La competencia general exige una actitud ética y colaborativa; además, las actividades incluyen análisis de casos, presentación de conclusiones de equipo y diagnóstico de procesos con responsabilidad y trabajo colaborativo.

Nota. La selección considera las unidades de aprendizaje en las que los PUA permiten identificar la promoción de habilidades blandas mediante competencias, actividades o evidencias de aprendizaje verificables. Las habilidades señaladas corresponden a aquellas que presentan mayor relación con el desempeño requerido en cada unidad de aprendizaje, sin excluir la movilización de otras habilidades durante el proceso formativo.

Figura 2. *Promoción transversal de habilidades blandas en el mapa curricular*



5.8. 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, 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 del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, 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 y optativas. 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 el servicio social profesional 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 y optativas, 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 del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos 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 35 unidades de aprendizaje obligatorias, mediante las cuales el estudiantado obtiene 276 créditos de los 300 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 Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos. 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.

El mapa curricular incorpora tres espacios optativos, distribuidos a lo largo de la etapa terminal y organizados de acuerdo con la progresión de los niveles de complejidad del aprendizaje. En conjunto, estos espacios permiten al estudiantado cubrir los 24 créditos optativos establecidos en el plan de estudios.

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.

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 mayoría[2] 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. 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

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

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 cuatro unidades de aprendizaje por asesoría académica por cuatrimestre. 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.

6.3. 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 el servicio social 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 socioambiental.

6.3.1. Servicio social profesional

El servicio social universitario constituye una actividad formativa, obligatoria y temporal mediante la cual el estudiantado fortalece su responsabilidad social y aplica los conocimientos, habilidades, aptitudes y valores adquiridos durante su formación

universitaria, contribuyendo a la atención de necesidades y problemáticas de interés social, en congruencia con los principios y fines de la Universidad Autónoma de Baja California.

El plan de estudios de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos se diseñó para profesionalizar al personal de Flex con experiencia en procesos industriales. A partir de esa experiencia, el servicio social profesional, de carácter obligatorio, busca fortalecer la responsabilidad social del estudiantado mediante proyectos que apliquen las competencias del perfil de egreso a necesidades de interés social. Cada proyecto deberá identificar la necesidad que atiende, a quién beneficia y qué contribución se espera de la intervención. Con este enfoque formativo, la propuesta curricular prevé que el estudiantado quede exento de cumplir la etapa comunitaria.

El servicio social profesional permitirá al estudiantado participar en proyectos y actividades vinculados con los sistemas industriales, los procesos de manufactura, la gestión y aseguramiento de la calidad, la validación de procesos, la mejora continua, la gestión de riesgos, la metrología, la automatización y otros ámbitos relacionados con la industria de dispositivos médicos, procurando que dichas actividades contribuyan tanto al fortalecimiento de su formación profesional como a la atención de necesidades de los sectores beneficiarios de los programas de servicio social.

De acuerdo con el Reglamento de Servicio Social de la Universidad Autónoma de Baja California, el servicio social profesional comprenderá un mínimo de 480 horas, y podrá iniciarse una vez que el estudiantado haya cubierto al menos el 60 % de los créditos del plan de estudios. Su duración no podrá ser menor de seis meses ni mayor de dos años, y las horas serán reconocidas a partir de la asignación formal de la o el estudiante a un programa de servicio social autorizado.

Para iniciar su prestación, el estudiantado deberá participar satisfactoriamente en el Taller de inducción al servicio social, obtener la asignación correspondiente por parte de la unidad académica y entregar la carta de asignación a la unidad receptora. La liberación del servicio social profesional estará sujeta al cumplimiento de las horas establecidas y a la presentación de los informes trimestrales y del informe final de actividades, debidamente validados por el supervisor de la unidad receptora y aprobados por la unidad académica correspondiente.

Los programas en los que participe el estudiantado deberán favorecer el fortalecimiento de su formación profesional, académica y valoral, mantener pertinencia con las competencias del programa educativo y desarrollarse en unidades receptoras y programas previamente aprobados conforme a la normatividad universitaria aplicable.

6.3.2. Lengua extranjera

La acreditación del idioma inglés se realizará conforme a los criterios institucionales establecidos por la Universidad Autónoma de Baja California. Para cumplir con el requisito de segunda lengua, el estudiantado podrá optar por alguna de las siguientes alternativas reconocidas por la institución:

1. Obtener, como mínimo, 32 puntos en el examen TOEFL iBT, 337 puntos en el TOEFL ITP o el nivel A2 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas, o su equivalente.
2. Aprobar el examen de conocimiento de lengua extranjera correspondiente al nivel A2, aplicado por la Facultad de Idiomas como requisito de titulación.
3. Acreditar el nivel A2 mediante estudios formales de lengua extranjera en el Centro de Educación Continua de la UABC.
4. Alcanzar, como mínimo, el quinto nivel en el examen diagnóstico de lengua extranjera aplicado por la Coordinación General de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar.
5. Aprobar las unidades de aprendizaje curriculares obligatorias *Technical Reports* y *Lean Manufacturing in the Medical Device Industry* con una calificación mínima de 80.
6. Acreditar estudios formales de lengua extranjera cursados en instituciones educativas de México o del extranjero, mediante la presentación de los certificados correspondientes de nivel medio superior o superior.

El cumplimiento de cualquiera de estas opciones dará lugar a la expedición de una constancia de acreditación de lengua extranjera por parte de la unidad académica.

6.3.3. Estrategia curricular para la titulación

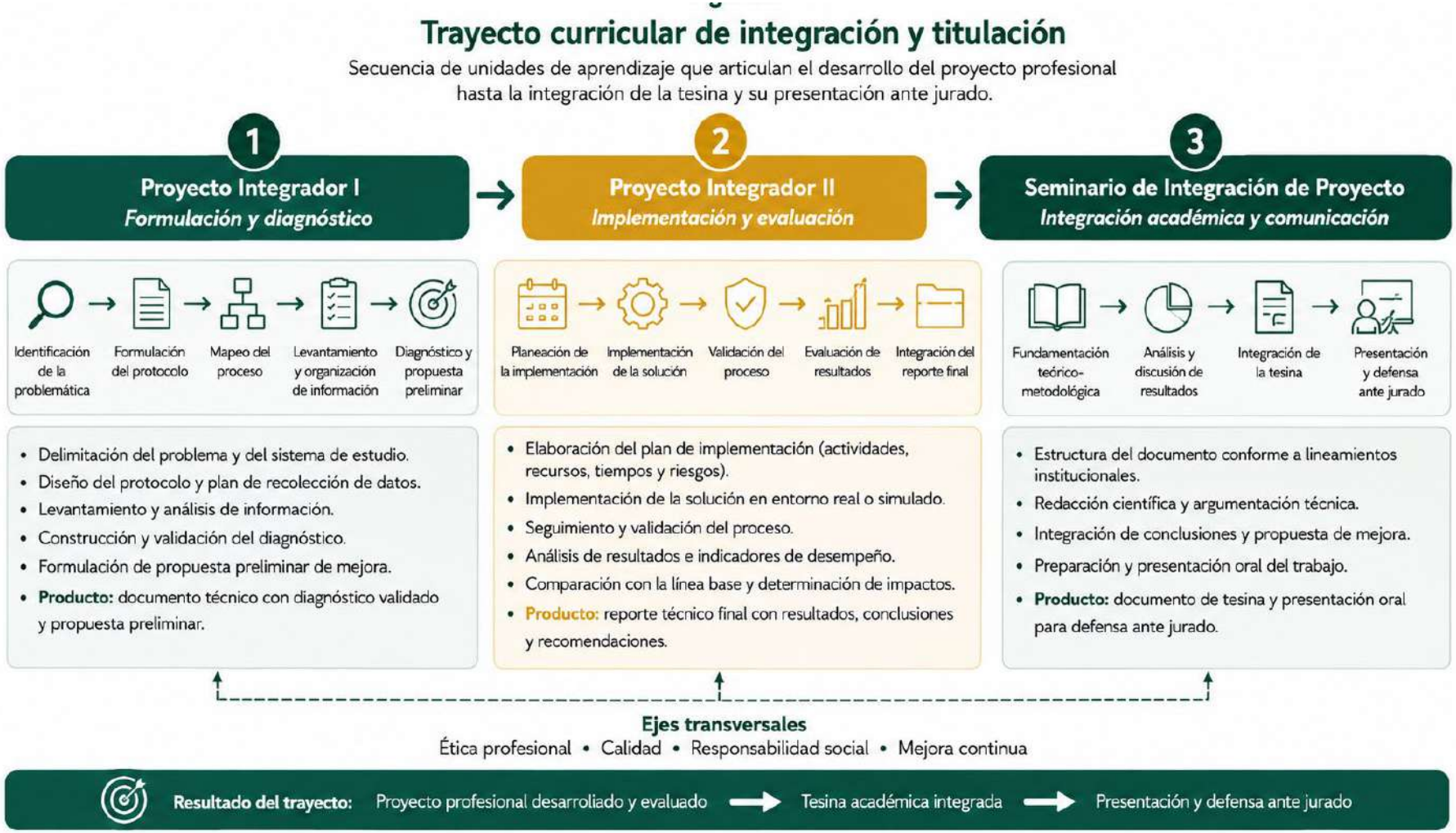
Para favorecer la titulación del estudiantado, el plan de estudios incorpora una estrategia curricular orientada al desarrollo progresivo de un trabajo de titulación en modalidad de **tesina**, a partir de la atención de problemáticas de ingeniería en sistemas industriales vinculadas con el sector de dispositivos médicos. La estrategia articula la formación profesional con la integración del trabajo de titulación, de manera que este no constituya una actividad desvinculada de la trayectoria académica, sino el resultado de un proceso de formulación, diagnóstico, implementación, evaluación y documentación desarrollado durante la etapa terminal.

Para ello, se establece un **trayecto curricular de integración y titulación** conformado por tres unidades de aprendizaje obligatorias:

- *Proyecto Integrador I*
- *Proyecto Integrador II*
- *Seminario de Integración de Proyecto*

Estas unidades de aprendizaje se articulan mediante una secuencia en la que los productos y resultados obtenidos en cada una constituyen insumos para la siguiente (Figura 3). De esta manera, el estudiantado transita desde la identificación y análisis de una problemática del campo profesional hasta la implementación y evaluación de una propuesta de solución y, posteriormente, la formalización académica de los resultados obtenidos mediante la elaboración de la tesina.

Figura 3. *Trayecto curricular de integración y titulación*



En *Proyecto Integrador I* se desarrolla la formulación y diagnóstico del proyecto en un entorno real o simulado del sector de dispositivos médicos. El estudiantado delimita la problemática y el sistema de estudio, formula el protocolo del proyecto, realiza el mapeo del proceso, diseña y aplica estrategias para el levantamiento y organización de información, analiza causas y construye un diagnóstico. Como parte del cierre de esta unidad de aprendizaje, el diagnóstico es contrastado y validado con actores del proceso y se formula una propuesta preliminar de mejora, considerando su factibilidad técnica, operativa, regulatoria y de recursos. El producto obtenido establece las condiciones y acuerdos para dar continuidad al proyecto en la siguiente unidad de aprendizaje.

En *Proyecto Integrador II* se desarrolla la implementación y evaluación de la solución propuesta. A partir del diagnóstico y de la propuesta elaborados previamente, el estudiantado establece un plan de implementación, determina actividades, responsables, tiempos, recursos y riesgos, e implementa la solución en un entorno real o simulado. Posteriormente, realiza el seguimiento y validación del proceso, analiza los resultados mediante indicadores de desempeño y compara las condiciones obtenidas con la línea base del proyecto. El proceso concluye con la integración de un reporte técnico final que documenta los antecedentes, metodología, implementación, resultados, conclusiones y recomendaciones, así como con la presentación del proyecto en un entorno profesional.

Finalmente, en *Seminario de Integración de Proyecto* se lleva a cabo la formalización académica del proyecto como trabajo de titulación en modalidad de tesina. Para ello, se recuperan y sistematizan los resultados del proyecto previamente desarrollado, implementado y evaluado en *Proyecto Integrador I* y *Proyecto Integrador II*. Durante esta unidad de aprendizaje, el estudiantado fortalece la fundamentación teórica y metodológica, integra y discute los resultados, formula las conclusiones y la propuesta de mejora, y estructura el documento de acuerdo con los lineamientos académicos e institucionales correspondientes. Asimismo, desarrolla las capacidades de redacción científica, argumentación y comunicación necesarias para presentar oralmente el trabajo y responder de manera fundamentada a las observaciones derivadas de su presentación.

La conclusión satisfactoria de este trayecto permitirá que el estudiantado disponga de un proyecto profesional desarrollado y evaluado, así como de los elementos académicos y metodológicos necesarios para integrar el documento de tesina y continuar

con los procedimientos de titulación establecidos por la unidad académica, el Comité de Titulación y la normativa universitaria vigente.

Esta estrategia curricular se establece sin perjuicio de las demás modalidades de titulación reconocidas en el Estatuto Escolar de la Universidad Autónoma de Baja California ni de las disposiciones aplicables a los programas educativos considerados de buena calidad.

7. Condiciones para la operación del plan de estudios

La viabilidad y sostenibilidad de un plan de estudios no dependen únicamente de su solidez académica y de la pertinencia de su diseño curricular, sino también de las condiciones institucionales que respaldan su implementación, seguimiento y mejora continua. En este sentido, el presente apartado describe las capacidades organizacionales, los recursos y los mecanismos de gestión académica disponibles para favorecer su operación efectiva, en congruencia con los principios de calidad, pertinencia, equidad e innovación educativa que orientan el quehacer de la Universidad.

7.1. Recursos bibliográficos y de información

Biblioteca

La Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería dispone de los servicios y la infraestructura de la Biblioteca Central del campus Tijuana, gestionada por la Coordinación General de Informática y Bibliotecas a través del Departamento de Información y Bibliotecas de la Unidad Otay. Este espacio brinda apoyo a las necesidades de información, consulta y estudio de la comunidad universitaria mediante su acervo y las características de sus instalaciones.

La Biblioteca Central tiene una capacidad de atención reportada de 2,400 personas y una superficie de 4,072 m2, distribuida en cuatro niveles. En el primero se concentra el acervo general, organizado en 17 estantes, así como los servicios de préstamo y devolución de materiales. También dispone de un área de estudio independiente con 12 mesas, cuya capacidad conjunta es de 25 personas; 88 espacios individuales y 10 equipos de cómputo para consulta.

El segundo nivel está destinado al estudio en silencio. En sus 11 estantes se localizan las colecciones de publicaciones periódicas y los acervos especializados del Instituto de Investigaciones Históricas. Además, cuenta con 25 mesas de estudio con capacidad para 77 personas y 17 espacios individuales de lectura.

En el tercer nivel se encuentran las oficinas del Departamento de Información y Bibliotecas y las áreas de Procesos Técnicos, Desarrollo de Colecciones, Recepción y

Control y Recursos Electrónicos. Asimismo, dispone de un centro de capacitación para el uso de recursos electrónicos de información, equipado con 37 computadoras.

El cuarto nivel se destina principalmente al estudio grupal. Cuenta con 13 cubículos con capacidad conjunta para 78 personas. La sala de usos múltiples dispone de 25 mesas de trabajo para atender a 116 personas, además de 23 espacios individuales y siete dobles.

El horario habitual de atención es de lunes a viernes de 7:00 a 21:00 horas y los sábados de 8:00 a 16:00 horas. Durante este periodo se dispone de personal capacitado para brindar los servicios correspondientes. También existe un buzón nocturno para la devolución de materiales, disponible de 21:00 a 8:00 horas en días inhábiles, lo que facilita su entrega antes de la apertura del siguiente día.

De acuerdo con el *Reporte de títulos y volúmenes 2024* de la UABC, el Sistema Bibliotecario está integrado por 29 bibliotecas institucionales que, con corte a diciembre de 2024, reúnen 276,958 títulos y 476,051 volúmenes. Estos materiales se encuentran disponibles para la comunidad universitaria y pueden solicitarse mediante el servicio de préstamo interbibliotecario.

En particular, el acervo de la Biblioteca Central del campus Tijuana comprende 53,023 títulos y 90,544 volúmenes. Para apoyar la formación en Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, también se reporta el acceso a los siguientes recursos digitales:

- 86,103 publicaciones académicas
- 5,044 libros electrónicos
- 2,333 materiales de conferencias
- 1,099 revistas
- 2,175 disertaciones y tesis

Respecto del acervo físico, se reportan 8,871 títulos relacionados con esta área de formación. Estos materiales apoyan las etapas básica, disciplinaria y terminal y comprenden la bibliografía básica y complementaria señalada en los programas de las distintas unidades de aprendizaje.

Cuando se requiera algún título localizado en otra biblioteca del Sistema Bibliotecario fuera del campus Tijuana, la comunidad universitaria podrá solicitarlo mediante el servicio de préstamo interbibliotecario.

Bases de datos

La Universidad Autónoma de Baja California cuenta con una sólida infraestructura digital para el acceso a recursos de información científica y tecnológica, gracias a su afiliación al Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICyT), coordinado por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

Lo anterior, permite a la comunidad universitaria tener acceso gratuito a 49 bases de datos entre las que figuran Elsevier, Emerald, Latindex, entre otras, y a libros electrónicos de 13 editoriales como Springer, Pearson, McGraw-Hill, eLibro, EBSCO y Alfaomega, por mencionar algunas. Estos recursos informáticos proporcionan acceso a millones de artículos científicos, citas bibliográficas y literatura especializada en diversos campos (Coordinación General de Informática y Bibliotecas, n.d.).

7.2. 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 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 estudiantado.
- 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 estudiante 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.

7.3. Servicios de apoyo al estudiantado

Los servicios de apoyo se articulan mediante la estructura organizacional de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería (Figura 4), con el propósito de brindar atención integral, sistemática y oportuna durante el proceso formativo. Esta organización favorece la coordinación entre las áreas académicas, administrativas y de vinculación, y permite ofrecer orientación y seguimiento en los ámbitos escolar, profesional y de bienestar. Las funciones se distribuyen entre distintas figuras y unidades institucionales que, mediante el trabajo conjunto, contribuyen al desarrollo integral y al logro del perfil de egreso.

En el ámbito académico, la persona encargada del Programa Educativo de Licenciatura coordina la operación del plan de estudios, da seguimiento a las trayectorias escolares y atiende las necesidades vinculadas con la formación profesional. Esta labor se complementa con los servicios de Tutorías Académicas y del Programa de Asesorías, que ofrecen orientación personalizada para fortalecer el desempeño, prevenir el rezago y favorecer la permanencia y el egreso oportuno.

Por su parte, el área de Orientación Educativa y Psicopedagógica proporciona servicios especializados para promover el bienestar integral. Sus funciones comprenden el apoyo para la adaptación a la vida universitaria, el desarrollo de habilidades socioemocionales, la gestión del tiempo y del aprendizaje, así como la identificación de factores que puedan afectar el desempeño, entre ellos las dificultades de aprendizaje y las situaciones de riesgo psicoeducativo. Asimismo, desarrolla acciones preventivas, brinda seguimiento y, cuando se requiere una intervención específica, canaliza los casos a las instancias institucionales correspondientes. Estas acciones contribuyen a fortalecer la permanencia, el rendimiento académico y el desarrollo personal.

Las instancias involucradas actúan de manera transversal y coordinada mediante mecanismos de comunicación institucional, trabajo colegiado y seguimiento de indicadores académicos. Esta articulación permite identificar oportunamente las necesidades, implementar medidas de apoyo y fortalecer la calidad del proceso educativo. En conjunto, la estructura organizacional de la Facultad constituye un sistema integral que favorece el desarrollo académico, profesional y personal, contribuye a recorridos escolares satisfactorios y propicia una formación pertinente frente a las demandas del entorno.

7.4 Esquema de participación y disponibilidad del personal docente

Para la operación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para la Industria de Dispositivos Médicos, se contempla un esquema de contratación de profesorado de asignatura o bajo la modalidad de prestación de servicios profesionales, conforme a las disposiciones institucionales aplicables, quienes serán responsables de la impartición de las unidades de aprendizaje. Se tiene contemplado la participación de un profesor de tiempo completo (PTC) adscrito a la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería (FCQI), quien asumirá las funciones de la coordinación académica del programa.

La persona responsable de la coordinación académica tendrá a su cargo el seguimiento de la operación del programa educativo, la organización de las actividades académicas, la coordinación del personal docente, el acompañamiento de las trayectorias escolares del estudiantado y la vinculación operativa con Flex.

Por su parte, el profesorado de tiempo completo (PTC) adscrito a la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería podrá participar en actividades de apoyo académico, principalmente en el desarrollo y revisión de los diseños instruccionales de las unidades de aprendizaje, de acuerdo con su perfil disciplinar, experiencia académica y disponibilidad de carga de trabajo. Esta participación estará sujeta a la planeación y autorización institucional correspondiente, sin afectar el cumplimiento de sus funciones sustantivas ni la operación de los programas educativos presenciales de la Facultad.

El modelo de operación del programa educativo está orientado como autofinanciable, mediante una planeación de los recursos necesarios para su implementación. Bajo este esquema, se busca que los costos asociados a la contratación docente y al desarrollo de las actividades académicas sean cubiertos mediante los mecanismos de financiamiento establecidos en el convenio específico de colaboración, evitando comprometer los recursos destinados a los programas educativos que actualmente ofrece la Facultad.

7.5. Delimitación de responsabilidades laborales y académicas del estudiantado

El horario establecido para la operación del programa educativo será independiente de la jornada laboral de las personas participantes en Flex, lo que permitirá distinguir sus responsabilidades como trabajadores de la empresa y como estudiantes de la UABC.

Durante los periodos destinados a las actividades académicas, aun cuando estas se desarrollen dentro de las instalaciones de la empresa, las personas participantes asumirán su función como estudiantes y estarán sujetas a las indicaciones y supervisión del personal docente responsable de cada unidad de aprendizaje, conforme a los lineamientos académicos establecidos por la universidad.

Por otro lado, las actividades formativas que requieran desarrollarse en las instalaciones de Flex serán programadas de acuerdo con los objetivos y requerimientos de cada unidad de aprendizaje y se realizarán en horarios distintos a los turnos laborales de las personas participantes. De esta manera, se establecerá la diferenciación entre las actividades académicas y las responsabilidades laborales, sin que exista un traslape entre los roles de los participantes.

7.6. Alcance de la convocatoria y proceso de selección y admisión de aspirantes.

El programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para la Industria de Dispositivos Médicos, en modalidad semipresencial, estará dirigido exclusivamente al personal activo de Flex, mediante una convocatoria interna organizada por la empresa, en el marco del convenio específico de colaboración establecido con la UABC.

Durante la vigencia y bajo las condiciones de operación previstas en dicho convenio, la oferta educativa estará destinada a una cohorte de estudiantes vinculada con Flex, por lo que no se contempla la participación de aspirantes externos ni la apertura de grupos adicionales. Cualquier modificación a estas condiciones estará sujeta a la evaluación de su viabilidad académica y operativa, así como a las autorizaciones institucionales correspondientes.

El proceso de selección y admisión de aspirantes se desarrollará de manera coordinada entre Flex y la UABC, conforme a las atribuciones y responsabilidades de cada institución y a la normatividad universitaria vigente. Este proceso comprenderá dos

etapas: la preselección de aspirantes por parte de la empresa y el proceso de selección y admisión académica a cargo de la Universidad.

1. Preselección de aspirantes por parte de Flex

Flex será responsable de realizar una convocatoria interna dirigida exclusivamente a su personal activo, con el propósito de identificar a las personas interesadas en ingresar al programa educativo. Durante esta etapa, las personas aspirantes deberán cumplir con los siguientes criterios establecidos por la empresa:

a. Participar en una entrevista inicial para conocer su perfil, trayectoria laboral e interés en cursar el programa educativo.
b. Realizar un estudio socioeconómico para identificar sus condiciones de participación.
c. Contar con una antigüedad mínima de dos años en la empresa.
d. No haber recibido medidas disciplinarias durante los seis meses anteriores al proceso de selección.
e. No registrar faltas injustificadas durante los seis meses anteriores al proceso de selección.
f. Contar con la documentación requerida por la UABC para participar en el proceso de admisión.

Adicionalmente, como parte del proceso de preselección, Flex realizará una entrevista con la persona responsable del área de adscripción de cada aspirante, con la finalidad de revisar su plan de desarrollo profesional y obtener su aprobación para participar en el programa educativo. Asimismo, se establecerá el compromiso de procurar la permanencia de la persona aspirante en su área de adscripción durante los tres años de duración del programa. La aprobación de la persona responsable del área constituirá un requisito para continuar con el proceso de selección interna de la empresa.

2. Proceso de selección y admisión por parte de la UABC

Una vez concluida la preselección realizada por Flex, la UABC llevará a cabo el proceso de selección y admisión conforme a su normatividad y procedimientos institucionales vigentes, considerando las siguientes etapas:

1. Curso de nivelación: Se considerará la participación de hasta 50 aspirantes preseleccionados por Flex que cumplan con los requisitos establecidos para cursar la nivelación académica.
2. Examen de selección: Al concluir el curso de nivelación, las personas aspirantes presentarán el examen de selección administrado por la UABC.
3. Selección de aspirantes: Se seleccionará a un máximo de 30 aspirantes que obtengan los puntajes más altos en el examen de selección, siempre que cumplan con los requisitos académicos y administrativos establecidos por la Universidad.

La participación en la convocatoria interna de Flex, el cumplimiento de los criterios de preselección establecidos por la empresa y la asistencia al curso de nivelación no garantizarán el ingreso al programa educativo.

La UABC será la institución responsable de determinar y formalizar la admisión de las personas aspirantes, de conformidad con el convenio específico celebrado entre las instituciones y en apego a la normatividad vigente. La intervención de Flex se limitará a la convocatoria y preselección de su personal, sin que ello implique participación en las decisiones académicas de admisión, las cuales corresponderán exclusivamente a la Universidad.

7.7 Alternativas de regularización y continuidad académica del estudiantado

En caso de que una persona estudiante no acredite alguna unidad de aprendizaje, se contemplará como alternativa de regularización académica la modalidad de aprendizaje de Asesoría Académica, considerando que el programa educativo operará mediante cohortes y que no se prevé la apertura de grupos adicionales.

Esta alternativa permitirá al estudiantado continuar con su trayectoria académica sin depender de una nueva oferta ordinaria de la unidad de aprendizaje no acreditada.

Para acceder a esta modalidad, se deberá realizar previamente un diagnóstico de las causas asociadas a la no acreditación, con el propósito de identificar las necesidades de apoyo académico y determinar la pertinencia de la regularización mediante asesoría académica.

Con base en los resultados del diagnóstico, la coordinación del programa educativo valorará la solicitud y, en su caso, autorizará la inscripción en esta modalidad, conforme a la normatividad universitaria vigente. La regularización deberá realizarse durante el periodo académico inmediato posterior a la no acreditación, considerando un máximo de dos unidades de aprendizaje mediante esta modalidad por periodo académico, siempre que se cumplan los requisitos y condiciones institucionales correspondientes.

La implementación de este mecanismo estará sujeta a la disponibilidad de personal docente, a las características de la unidad de aprendizaje y a las condiciones académicas y operativas del programa, con el propósito de favorecer la continuidad de la trayectoria escolar del estudiantado.

7.8 Estrategia de continuidad y viabilidad operativa del programa educativo.

En su etapa inicial de implementación, el programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para la Industria de Dispositivos Médicos contempla la apertura de una sola generación, con el propósito de evaluar su operación y los resultados obtenidos durante el desarrollo de los nueve cuatrimestres que integran el plan de estudios.

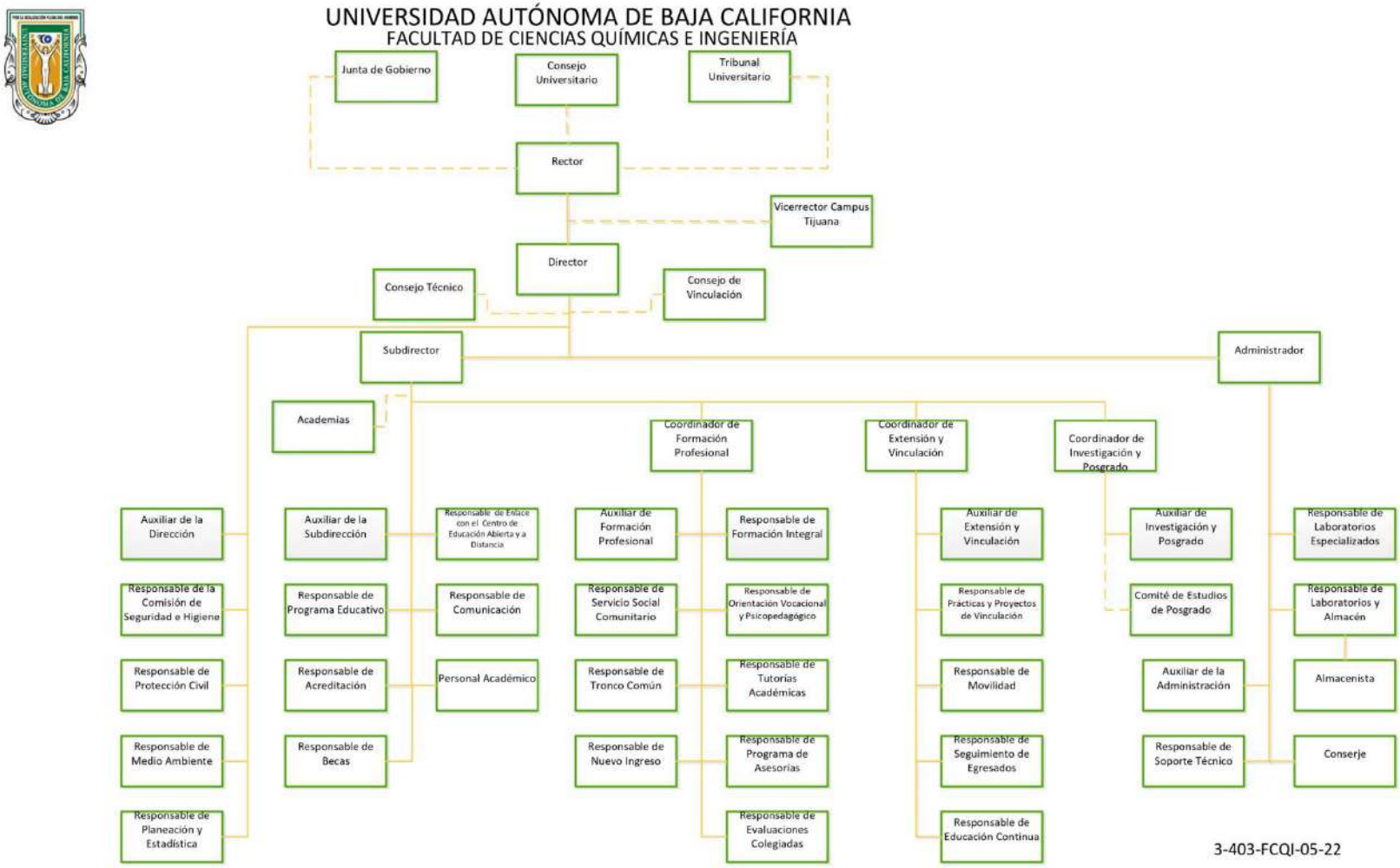
Durante la etapa final de formación de la primera generación, la UABC y Flex realizarán una valoración conjunta sobre la factibilidad de dar continuidad al programa mediante la apertura de una nueva cohorte, considerando los resultados académicos y operativos obtenidos hasta ese momento, la demanda potencial de personal interesado en cursar la licenciatura, las necesidades de formación profesional de la empresa y las condiciones de rotación y permanencia de su personal.

Asimismo, se evaluará la disponibilidad de infraestructura, equipamiento, recursos tecnológicos, personal docente y capacidad operativa necesarios para garantizar el

desarrollo de las actividades académicas, tanto en las instalaciones de Flex como en los espacios universitarios que se requieran.

Con base en los resultados de esta evaluación, se determinará la propuesta de la apertura de una segunda generación, la cual estará sujeta a los acuerdos entre ambas instituciones, la disponibilidad de recursos y las autorizaciones universitarias correspondientes.

Figura 4. *Organigrama de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería*



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 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.

En congruencia con la modalidad del programa educativo, en las unidades de aprendizaje que combinan actividades presenciales y en línea mediante la plataforma Blackboard, la evaluación del aprendizaje se realizará de manera articulada entre ambos entornos formativos y en correspondencia con las estrategias de enseñanza implementadas. En el componente presencial se valorará el desempeño en actividades de aplicación práctica, ejercicios de taller, desarrollo de proyectos y participación en

dinámicas colaborativas, en coherencia con estrategias como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos y la clase invertida. En el componente en línea se evaluarán evidencias derivadas de actividades síncronas y asíncronas, tales como foros de discusión guiada, resolución de casos o simulaciones digitales, participación en webinars, desarrollo de proyectos colaborativos digitales y actividades de micro aprendizaje.

La ponderación de cada componente se definirá en función de la naturaleza de la unidad de aprendizaje y de su distribución horaria, con el propósito de asegurar la correspondencia entre las evidencias evaluadas, las estrategias didácticas y las competencias establecidas. Asimismo, se considerará la implementación de evaluación formativa digital con retroalimentación oportuna que permita dar seguimiento al desempeño académico.

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. 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

El proceso de validación curricular permite valorar la pertinencia, congruencia y viabilidad académica de la propuesta, así como su correspondencia con las necesidades del entorno profesional, la normatividad, los criterios institucionales y las orientaciones establecidas por la Universidad Autónoma de Baja California para el diseño y operación de sus programas educativos. Para ello, la propuesta fue sometida a la revisión de instancias académicas y técnicas, órganos colegiados y representantes del sector productivo, que, desde sus respectivos ámbitos de participación, analizaron distintos componentes del plan de estudios y emitieron las opiniones, validaciones o aprobaciones correspondientes.

En este proceso, la Coordinación General de Formación Profesional, a través de las instancias responsables del diseño curricular, realizó la revisión técnica de la propuesta con el propósito de verificar la congruencia entre su fundamentación, perfiles de ingreso y egreso, competencias profesionales, estructura curricular, unidades de aprendizaje y demás componentes del plan de estudios, así como su apego a los criterios metodológicos y normativos institucionales.

Como parte de la vinculación con el entorno profesional, Flex Tijuana Industrial, organización participante en el desarrollo de la propuesta, revisó sus principales componentes académicos y las condiciones previstas para su impartición. A partir de esta revisión, emitió una opinión favorable sobre el programa educativo y manifestó su conformidad con el contenido curricular, la modalidad semipresencial, la organización cuatrimestral y las condiciones generales previstas para su operación. Esta valoración permite documentar la correspondencia de la propuesta con las necesidades de formación identificadas en el sector productivo y con las características de la población a la que se dirige.

Debido a que el programa educativo se propone en modalidad semipresencial, el Centro de Investigación para el Aprendizaje Digital (CIAD) participó en la valoración de las condiciones académicas y tecnológicas requeridas para su implementación. Como resultado de este proceso, el CIAD emitió la validación correspondiente respecto de la viabilidad de la modalidad y de la estrategia prevista para su operación, considerando

además el acompañamiento para el desarrollo de los diseños instruccionales de las unidades de aprendizaje.

Asimismo, la propuesta fue presentada ante el Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería (FCQI), órgano colegiado que, en el ámbito de sus atribuciones, analizó y aprobó el plan de estudios para continuar con el proceso institucional correspondiente.

Las evidencias documentales derivadas de estas revisiones, opiniones, validaciones y aprobaciones se integran en el presente capítulo y permiten dar cuenta de la participación de las instancias institucionales y del sector productivo involucradas en el proceso de creación y diseño curricular del programa educativo.

9.1. Validación por la Coordinación General de Formación Profesional

Universidad Autónoma de Baja California

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

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL

Oficio núm. 247/2026-2
Asunto: Validación de Programa Educativo

DR. JOSÉ JAIME ESQUEDA ELIZONDO
Director de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería
Campus Tijuana
Presente. -

En atención a la solicitud para la creación del Programa Educativo de **Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos en modalidad semipresencial**, 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 la **VALIDACIÓN** al citado programa.

Lo anterior, en cumplimiento de las indicaciones emitidas por la Secretaría General relativas 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, es indispensable adjuntar la totalidad de la documentación probatoria requerida para su trámite, 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 11 de septiembre de 2026
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"
COORDINADORA GENERAL

Universidad Autónoma de Baja California
11 de septiembre de 2026
Coordinación General de Formación Profesional
DESPACHADO

DRA. YESSICA ESPINOSA DÍAZ

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

9.2. Opinión del sector productivo FLEX

flex

Tijuana, Baja California, 19 de Agosto de 2026

Dr. José Jaime Esqueda Elizondo
Director de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería
Universidad Autónoma de Baja California
Presente.

Asunto: Opinión favorable sobre el programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos

Por medio de la presente, **[Flex]**, representada por **[LIZETH JULIANA BUELNA FIGUEROA,** SR DIRECTOR OPERATIONS] y **[JOSE ADRIAN GALVEZ GUERRERO,** OPERATIONS TRAINING MANAGER] hace constar que conoció y revisó la propuesta de creación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, desarrollado por la Universidad Autónoma de Baja California, a través de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, como resultado del trabajo de colaboración y de la identificación de necesidades de formación profesional del sector productivo.
Después de analizar su misión, visión, objetivo general, perfiles de ingreso y egreso, competencias profesionales, mapa curricular y condiciones de impartición, la empresa emite una opinión favorable respecto del programa. Se considera que sus contenidos son pertinentes y acordes con las capacidades que demanda la industria de dispositivos médicos, al integrar la ingeniería industrial con la gestión de sistemas productivos, la calidad, el cumplimiento normativo, la validación de procesos, el análisis de datos, la innovación y la mejora continua.

La empresa también manifiesta su conformidad con la forma prevista para operar el programa, mediante una modalidad semipresencial y una organización cuatrimestral que articula sesiones presenciales, actividades en línea y experiencias vinculadas con el entorno laboral. Este esquema se considera adecuado para favorecer la aplicación práctica de los conocimientos y la continuidad de los estudios de personas que mantienen responsabilidades laborales.

Por lo anterior, **[FLEX]** expresa su acuerdo con el contenido curricular y con las condiciones generales de operación del programa educativo, y considera pertinente su implementación. De igual forma, manifiesta su disposición para continuar colaborando con la Universidad en los términos que se establezcan mediante los instrumentos institucionales correspondientes.

Se extiende la presente para los fines académicos, administrativos y de evaluación que resulten procedentes.

Atentamente

Avalimed S.A. de C.V.
R.F.C. AVA-910717-LI2
C. Industrial 20905 Int A. Fracc. Ciudad Industrial, Tijuana, B.C. C.P. 22444
Tel 664 977-2734

[LIZETH JULIANA BUELNA FIGUEROA]
[SR DIRECTOR, OPERATIONS]
[FLEX]
[LIZETH.BUELNA@FLEX.COM]

[JOSE ADRIAN GALVEZ GUERRERO]
[OPERATIONS TRAINING MANAGER]
[FLEX]
[JOSE.GALVEZ2@FLEX.COM]

C. Industrial #20905 Int. A, Fracc. Ciudad Industrial, C.P. 22444, Tijuana Baja California, México | Tel. (664) 977 26 00

flex

9.3. Validación técnica por el Centro de Investigación para el Aprendizaje Digital

Universidad Autónoma de Baja California

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

CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DIGITAL

Oficio núm. 155/2026-2

DR. JOSÉ JAIME ESQUEDA ELIZONDO
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS E INGENIERIA
P R E S E N T E.-

Por medio del presente nos permitimos extender la validación a la propuesta del Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales en Dispositivos Médicos, en modalidad semipresencial.

Lo anterior se emite una vez que, habiendo recibido la propuesta por parte de su Unidad Académica, se llevó a cabo su análisis y discusión colegiada, en la que se valoraron los siguientes aspectos:

- La viabilidad y estrategia de operación del programa educativo en la modalidad semipresencial.
- La participación que este Centro tendrá en la implementación del programa.

En virtud de lo anterior, se emite la presente validación con el compromiso de colaboración para las etapas subsecuentes del proceso.

Aprovechamos este espacio para reconocer y felicitar al equipo responsable del diseño y desarrollo de esta propuesta educativa.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DIGITAL

ATENTAMENTE
Mexicali, B.C., a 01 de septiembre de 2026
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"
COORDINADOR GENERAL

DR. JOSÉ EDUARDO PEREZCHICA VEGA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
DESPACHADO
01 SEP 2026
DESPACHADO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DIGITAL

C.c.p. Interesado
C.c.p. Archivo.
JEPV/mavr

9.4. Aprobación del Consejo Técnico

Universidad Autónoma de Baja California

Acta de reunión de Consejo Técnico 2025-2027

Tijuana, Baja California, a 25 de agosto de 2026

Asunto: Acta de reunión de Consejo Técnico

En la ciudad de Tijuana, Baja California, siendo las 11:10 horas del día 25 de agosto de 2026, se reunieron los integrantes del Consejo Técnico en la Sala de Diplomados del Edificio 6E, con el propósito de llevar a cabo la sesión correspondiente y tratar los asuntos establecidos en el orden del día, los cuales se enlistan:

1. Lista de asistencia.
2. Revisar y aprobar el Programa de Estudios de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos.
3. Asuntos generales.

La reunión fue presidida por el Dr. José Jaime Esqueda Elizondo, director de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), quien dio la bienvenida a los asistentes y declaró formalmente iniciada la sesión.

Acto seguido, se presentó la propuesta del Programa de Estudios de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, la cual dirigió el M.C. Roberto Alejandro Reyes Martínez, en calidad de representante del comité de diseño curricular. Durante la exposición, se abordaron las características del plan de estudios en cuestión, comenzando por la justificación, que surgió como una necesidad de la empresa Flex Tijuana para profesionalizar a su personal, en colaboración con la UABC, debido a su experiencia en programas de ingeniería y en modalidades semipresenciales.

Se expuso que el nuevo plan de estudios se impartirá de manera semipresencial, vinculado al área de ingeniería industrial, con un valor de 300 créditos, un mapa curricular con el 50% de las horas en modalidad presencial y el 50% en modalidad virtual, y una duración de nueve cuatrimestres.

Las sesiones presenciales se desarrollarán principalmente en las instalaciones de la compañía, que facilitará a sus colaboradores la asistencia los viernes y sábado. En su modalidad virtual, de lunes a jueves, las actividades se llevarán a cabo a través de las plataformas institucionales de la UABC.

En este plan de estudios se contempló la acreditación del segundo idioma, la cual se realizará conforme a los criterios establecidos por UABC. Además, se podrán obtener créditos optativos a través de Otras Modalidades de Aprendizaje (OMA) y, como requisito de titulación, los alumnos deberán realizar el servicio social profesional y presentar una tesina.

Universidad Autónoma de Baja California

Una vez concluida la exposición del nuevo plan de estudios, se procedió a la sesión de preguntas, donde los representantes del Consejo Técnico participaron realizando algunas preguntas referentes al campo laboral y su impacto en otras ingeniería que se imparten en la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, así como las recomendaciones en su propuesta de plan de estudios referente a la propiedad intelectual, que surge debido a que será un plan de estudios que estará vinculado con el sector empresarial. Ante estas dudas y recomendaciones, el representante del comité del diseño curricular explicó que este plan de estudios se promoverá a través de una convocatoria especial en la que podrán participar personas de mayor edad, con un mayor tiempo transcurrido al término del bachillerato y que trabajan en la compañía, por lo que no afectaría a otras ingenierías que se imparten en la Facultad, en cuanto al tema de propiedad intelectual se acordó tomar en cuenta las recomendaciones.

No habiendo más preguntas, se procedió a la votación por parte del Consejo Técnico, mediante la cual se aprobó el plan de estudios de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, con 7 votos a favor por parte de los consejeros propietarios y 2 votos a favor por parte de los consejeros suplentes.

Siendo las 12:05 horas del mismo día, se dio por concluida la reunión, firmando al calce quienes en ella intervinieron para constancia. Se anexa la hoja de firma de los participantes.

Consejeros Propietarios	Consejeros Suplentes
Dra. Rita María Zurita Frías	Dra. Karla Vega Granados
Dra. Lizeth Carolina Aguilar Dodier	Dr. Jonathan Vincent López Baena
Dra. Lilia Angélica Hurtado Ayala	Dr. Guillermo Licea Sandoval
Dr. Mauricio Alonso Sánchez Herrera	Dra. Quetzalli Aguilar Virgen
M.C. Marco Antonio Pinto Ramos	C. Daniel Bruno Cortes
Dra. Mydory Oyuky Nakasima López	C. Luz Paola Pozos Santiago
C. María José Garzón González	C. Víctor Roque Bravo Cárdenas

Dr. José Jaime Esqueda Elizondo
Director y Presidente del Consejo Técnico

Dra. Lizeth Carolina Aguilar Dodier
Secretaria del Consejo Técnico

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA

10. Referencias

Alianza para la Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México, A. C. (2014). *Estudio de la demanda de las carreras de ingeniería y de mejores prácticas internacionales sobre vinculación para la formación*.

Centro Metropolitano de Información Económica y Empresarial. (s. f.). *Información económica de Baja California*. Recuperado el 20 de agosto de 2026, de https://cemdi.org.mx/

Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería. (s. f.). *Misión y visión*. Universidad Autónoma de Baja California. https://fcqi.tij.uabc.mx/nuestra-facultad/mision-y-vision/

Flores Gonzalez, M. (2026, 2 de marzo). Tijuana concentra 73 de las 100 empresas de dispositivos médicos en el estado. *El Sol de Tijuana*. https://oem.com.mx/elsoldetijuana/local/tijuana-concentra-73-de-las-100-empresas-de-dispositivos-medicos-en-el-estado-28752417

Global Data Lab. (s. f.). *Subnational Human Development Index (SHDI): Mexico*. Institute for Management Research, Radboud University. Recuperado el 18 de agosto de 2026, de https://globaldatalab.org/shdi/shdi/MEX/

Gontero, S., & Novella, R. (2021). *El futuro del trabajo y los desajustes de habilidades en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://hdl.handle.net/11362/47651

Instituto de Estudios en Gobierno y Finanzas Públicas. (2016). *Evaluación de las condiciones de desarrollo socioeconómico en Baja California*. https://iegfip.com/gobiernos-subnacionales/

Instituto Mexicano para la Competitividad. (2025a). *Ingeniería industrial*. Compara Carreras. https://comparacarreras.imco.org.mx/ingenier%C3%ADa_industrial

Instituto Mexicano para la Competitividad. (2025b, 24 de enero). *Reporte futuro del empleo 2025*. https://imco.org.mx/reporte-futuro-del-empleo-2025/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México: SCIAN 2023*.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2026). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo: Población ocupada según sector de actividad económica* [Conjunto de datos]. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?idrt=18&nc=597&opc=t

International Labour Organization. (2024, 20 de febrero). *Vulnerable youth, digital skills and vocational training in Latin America*. https://www.ilo.org/publications/vulnerable-youth-digital-skills-and-vocational-training-latin-america

Levin, V., Santos, I. V., Weber, M., Iqbal, S. A., Aggarwal, A., Comyn, P. J., Katayama, H., & Hoftijzer, M. A. (2023). *Building better formal TVET systems: Principles and practice in low- and middle-income countries*. World Bank, International Labour Organization, & UNESCO. https://doi.org/10.1596/40072

ManpowerGroup. (2026, 25 de febrero). *Escasez de talento 2026: México*. https://blog.manpowergroup.com.mx/manpowergroup/escasez-de-talento-2026-mx

Observatorio Laboral. (s. f.). *Tendencias actuales del mercado laboral*. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias_actuales.html

Organisation for Economic Co-operation and Development. (1994). *OECD annual report 1994*. OECD Publishing.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019). *Educación superior en México: Resultados y relevancia para el mercado laboral*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/a93ed2b7-es

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2022). *Informe sobre Desarrollo Humano 2021/2022: Tiempos inciertos, vidas inestables: Configurar nuestro futuro en un mundo en transformación*. https://hdr.undp.org/informe-sobre-desarrollo-humano-2021-22

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2024). *Informe sobre Desarrollo Humano 2023/2024: Romper el bloqueo: Reimaginar la cooperación en un mundo polarizado*. https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2023-24

Secretaría de Economía e Innovación de Baja California. (2025, marzo). *Panorama económico de Baja California: Marzo de 2025*. Gobierno del Estado de Baja California. https://bajacalifornia.gob.mx/sei/Estadisticas/PanoramaEconomico

Serna, A., & Castro, A. (2018). *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura*. Universidad Autónoma de Baja California. http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/metodologia_con_ficha.pdf

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2010). *Engineering: Issues, challenges and opportunities for development*.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2021). *Engineering for sustainable development: Delivering on the Sustainable Development Goals*.

Universidad Autónoma de Baja California. (1982). *Reglamento general de exámenes profesionales*.

Universidad Autónoma de Baja California. (2004). *Reglamento de prácticas profesionales*.

Universidad Autónoma de Baja California. (2007). *Reglamento de servicio social*.

Universidad Autónoma de Baja California. (2010). *Guía metodológica para la creación, modificación y actualización de los programas educativos de la Universidad Autónoma de Baja California*. https://cgfp.uabc.mx/formatos-y-guias-pe-y-pua/

Universidad Autónoma de Baja California. (2012). *Manual de tutorías*.

Universidad Autónoma de Baja California. (2017). *Código de ética de la Universidad Autónoma de Baja California*.

Universidad Autónoma de Baja California. (2018). *Modelo educativo de la UABC*. http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/ModeloEducativodelaUABC2018.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*. Coordinación General de Formación Profesional.

Universidad Autónoma de Baja California. (2021). *Estatuto escolar*. http://sriagral.uabc.mx/Externos/AbogadoGeneral/Reglamentos/Estatutos/03_EstatutoEscolarUABC_Reforma_May_202021.pdf

Universidad Autónoma de Baja California. (2023a, 2 de agosto). *Indicadores de seguimiento e-Trayecto*. https://sindi.uabc.mx/etrayecto-web/app?opcion=seguimiento-etrayecto

Universidad Autónoma de Baja California. (2023b, 2 de agosto). *Indicadores de trayectoria escolar*. https://sindi.uabc.mx/app?opcion=trayectoria-escolar

Universidad Autónoma de Baja California. (2023c). *Plan de Desarrollo Institucional 2023-2027*. http://planeacion.uabc.mx/pdi2023/docs/UABC_PDI_2023-2027_Ejecutivo.pdf

Universidad Autónoma de Baja California. (2024). *Evaluación interna del programa educativo de la Licenciatura en Ciencias Computacionales* [Documento institucional].

Universidad Autónoma de Baja California. (2025). *Evaluación externa e interna del Programa de Ingeniería Industrial* [Documento institucional].

World Economic Forum. (2025). *The Future of Jobs Report 2025*. https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/

11. Anexos

11.1. Anexo 1. Formatos metodológicos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL
Departamento de Diseño Curricular

Anexo 1. Formatos metodológicos para la modificación del plan de estudios del programa educativo Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos

FORMATO 1. PROBLEMÁTICAS Y COMPETENCIAS PROFESIONALES

Problemáticas/ Demanda/Necesidad	Competencia profesional	Ámbitos
1. La industria de dispositivos médicos tiene la necesidad del uso y aplicación de herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial, orientadas al análisis y mejora de procesos productivos en la manufactura de dispositivos médicos, que permitan desarrollar capacidades para interpretar datos, modelar problemas y proponer soluciones técnicas, contribuyendo a la eficiencia operativa y a la competitividad en entornos industriales globales.	Crear e implementar herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, uso de herramientas, y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos. Con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.	Local, Regional, Nacional e Internacional
2.La industria de dispositivos médicos enfrenta la necesidad de diseñar e innovar en sus procesos productivos mediante soluciones que incorporen herramientas de ingeniería industrial y de mejora continua, automatización, digitalización y tecnologías emergentes, orientadas a optimizar el uso de sus recursos, y asegurar la sostenibilidad de sus operaciones.	Diseñar, innovar, e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y de mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.	Local, Regional, Nacional e Internacional
3.El sector empresarial requiere implementar sistemas de gestión de calidad basados en estándares nacionales e internacionales, además de estar a la vanguardia de leyes y	Establecer, implementar, mantener y mejorar sistemas integrales de gestión en apego a la normatividad nacional e internacional para garantizar la calidad de bienes en un	Local, Regional, Nacional e Internacional

Problemáticas/ Demanda/Necesidad	Competencia profesional	Ámbitos
modificaciones que emergen del contexto económico, tecnológico, científico y ambiental.	marco de sustentabilidad, con objetividad, respeto y profesionalismo.	

FORMATO 2. IDENTIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS QUE INTEGRAN CADA COMPETENCIA PROFESIONAL

Competencia profesional	Competencias específicas
1.1 Crear e implementar soluciones a los problemas de procesos industriales, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, con herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos. Con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.	1.1.1 Desarrollar y aplicar modelos basados en ciencias básicas y principios de ingeniería industrial para el análisis de procesos productivos y la toma de decisiones, utilizando enfoques cuantitativos que permitan interpretar datos y evaluar escenarios con objetividad, actuando con responsabilidad, pensamiento crítico, y creatividad. 1.1.2 Implementar tecnologías digitales para la captura, análisis y visualización de datos en procesos productivos, facilitando la toma de decisiones informada y la mejora del desempeño operativo, con responsabilidad, ética, objetividad, y colaboración en entornos multidisciplinarios. 1.1.3 Analizar y evaluar procesos productivos, mediante la aplicación de herramientas de las ciencias básicas y de ingeniería industrial, para la optimización de recursos y mejora del desempeño operativo, de manera objetiva y creativa.
2.1 Diseñar, analizar, evaluar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.	2.1.1. Diseñar, rediseñar y mejorar procesos productivos mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial, considerando requerimientos técnicos, operativos, regulatorios y de calidad, e integrando criterios de sostenibilidad, con el fin de desarrollar soluciones eficientes e innovadoras que optimicen el uso de recursos, reduzcan el impacto ambiental y respondan a las necesidades del entorno productivo. Con creatividad, responsabilidad y de trabajo multidisciplinario. 2.1.2. Desarrollar e implementar soluciones de automatización, digitalización y tecnologías emergentes en procesos productivos, evaluando su viabilidad técnica, económica y operativa, para mejorar el control del proceso, reducir la variabilidad y aumentar la eficiencia operativa. Con creatividad, responsabilidad y de trabajo multidisciplinario. 2.1.3. Analizar y evaluar el uso de recursos productivos, incluyendo materiales, energía, tiempo y mano de obra, mediante la aplicación herramientas de mejora continua y de ingeniería industrial, con el propósito de incrementar la productividad y el rendimiento del sistema, actuando con responsabilidad, ética profesional, objetividad, pensamiento crítico y compromiso con la mejora continua.
3.1 Establecer, implementar, mantener y mejorar sistemas integrales de gestión en	

Competencia profesional	Competencias específicas
apego a la normatividad nacional e internacional para garantizar la calidad de bienes en un marco de sustentabilidad, con objetividad, respeto y profesionalismo.	3.1.1 Analizar actividades industriales, con apoyo y contraste de las guías normativas nacionales o internacionales, así como las leyes aplicables a la gestión de la calidad, ambiental, de seguridad y salud en el trabajo que permita establecer e implementar sistemas de gestión eficientes y eficaces en un marco de sustentabilidad, con sentido ético, socialmente responsable y trabajo multidisciplinario. 3.1.2 Auditar sistemas de gestión de actividades industriales, mediante guías metodológicas estandarizadas nacionales o internacionales para verificar y documentar la situación actual del sistema implementado, con objetividad, honestidad e imparcialidad. 3.1.3 Mantener y mejorar sistemas de gestión con base en el seguimiento y medición del sistema, revisiones directivas y resultados de auditorías para garantizar la calidad de bienes e incidir en la competitividad de las organizaciones, con responsabilidad, honestidad e imparcialidad. 3.1.4 Diagnosticar la eficiencia de los sistemas de gestión mediante la aplicación de técnicas de control estadístico para identificar la no conformidad o incumplimiento de los requisitos, con objetividad y responsabilidad social.

*Añadir o quitar renglones de acuerdo a la determinación de competencias.

FORMATO 3. ESTABLECIMIENTO DE LAS EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Competencia profesional 1: Crear e implementar soluciones a los problemas de procesos industriales, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, con herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos. Con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

Competencias específicas	Evidencias de aprendizaje
1.1.1 Desarrollar y aplicar modelos basados en ciencias básicas y principios de ingeniería industrial para el análisis de procesos productivos y la toma de decisiones, utilizando enfoques cuantitativos que permitan interpretar datos y evaluar escenarios con objetividad, actuando con responsabilidad, pensamiento crítico, y creatividad.	Reporte escrito de evaluación diagnóstica de un proceso productivo para analizar el comportamiento del sistema, interpretar datos y evaluar escenarios que permitan sustentar la toma de decisiones.

Competencias específicas	Evidencias de aprendizaje
1.1.2 Implementar tecnologías digitales para la captura, análisis y visualización de datos en procesos productivos, facilitando la toma de decisiones informada y la mejora del desempeño operativo, con responsabilidad, ética, objetividad, y colaboración en entornos multidisciplinarios.	Hoja de cálculo que permita la captura, análisis y visualización de datos de un proceso productivo, generando indicadores clave y apoyando la toma de decisiones para mejorar el desempeño operativo.
1.1.3 Analizar y evaluar procesos productivos, mediante la aplicación de herramientas de las ciencias básicas y de ingeniería industrial, para la optimización de recursos y mejora del desempeño operativo, de manera objetiva y creativa.	Reporte técnico de análisis y evaluación de un proceso productivo con propuesta de optimización

Competencia profesional 2: Diseñar, analizar, evaluar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.

Competencias específicas	Evidencias de aprendizaje
2.1.1. Diseñar, rediseñar y mejorar procesos productivos mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial, considerando requerimientos técnicos, operativos, regulatorios y de calidad, e integrando criterios de sostenibilidad, con el fin de desarrollar soluciones eficientes e innovadoras que optimicen el uso de recursos, reduzcan el impacto ambiental y respondan a las necesidades del entorno productivo. Con creatividad, responsabilidad y de trabajo multidisciplinario.	Reporte y presentación de un proyecto aplicado donde el estudiante analiza un proceso productivo existente (real o simulado), identifica oportunidades de mejora y propone un rediseño o mejora incorporando herramientas de ingeniería industrial y criterios de sostenibilidad.
2.1.2. Desarrollar e implementar soluciones de automatización, digitalización y tecnologías emergentes en procesos productivos, evaluando su viabilidad técnica, económica y operativa, para mejorar el control del proceso, reducir la variabilidad y aumentar la eficiencia operativa. Con creatividad, responsabilidad y de trabajo multidisciplinario.	Proyecto de aplicación donde se muestre el análisis de un proceso productivo donde se identifiquen oportunidades de automatización o digitalización y se desarrolle una solución tecnológica evaluando su viabilidad técnica, económica y operativa.
2.1.3. Analizar y evaluar el uso de recursos productivos, incluyendo materiales, energía, tiempo y mano de obra, mediante la aplicación herramientas de mejora continua y de ingeniería industrial, con el propósito de incrementar la productividad y el rendimiento del sistema, actuando con responsabilidad, ética profesional, objetividad, pensamiento crítico y compromiso con la mejora continua.	Reporte de proyecto que muestre el análisis de uso de recursos productivos (materiales, energía, tiempo y mano de obra) en un proceso, que identifique ineficiencias y proponga mejoras mediante herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, sustentando el impacto en productividad y desempeño.

Competencia profesional 3: Establecer, implementar, mantener y mejorar sistemas integrales de gestión en apego a la normatividad nacional e internacional para garantizar la calidad de bienes en un marco de sustentabilidad, con objetividad, respeto y profesionalismo.

Competencias específicas	Evidencias de aprendizaje
3.1.1 Analizar actividades industriales, con apoyo y contraste de las guías normativas nacionales o internacionales, así como las leyes aplicables a la gestión de la calidad, ambiental, de seguridad y salud en el trabajo que permita establecer e implementar sistemas de gestión eficientes y eficaces en un marco de sustentabilidad, con sentido ético, socialmente responsable y trabajo multidisciplinario.	Reporte escrito de evaluación diagnóstica de una actividad industrial, para resolver áreas de oportunidad identificadas e implementar un sistema de gestión.
3.1.2 Auditar sistemas de gestión de actividades industriales, mediante guías metodológicas estandarizadas nacionales o internacionales para verificar y documentar la situación actual del sistema implementado, con objetividad, honestidad e imparcialidad.	Un plan de acción para la resolución de los hallazgos encontrados en la auditoría a un sistema de gestión implementado en una actividad industrial, en donde se propongan acciones de mejora.
3.1.3 Mantener y mejorar sistemas de gestión con base en el seguimiento y medición del sistema, revisiones directivas y resultados de auditorías para garantizar la calidad de bienes y servicios e incidir en la competitividad de las organizaciones, con responsabilidad, honestidad e imparcialidad.	Un plan de acción para revisar un sistema de gestión implementado en una actividad industrial, comercial o de servicios, en donde se propongan acciones de mejora.
3.1.4 Diagnosticar la eficiencia de los sistemas de gestión mediante la aplicación de técnicas de control estadístico para identificar la no conformidad o incumplimiento de los requisitos, con objetividad y responsabilidad social.	Reporte escrito de resultados de un sistema de gestión en donde se exprese el uso de técnicas de control estadístico aplicados a materias primas, subproductos y producto terminado.

11.2. Anexo 2. Programas de unidad de aprendizaje

Universidad Autónoma de Baja California
Coordinación General de Formación Profesional

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Química Aplicada en Ingeniería
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapa de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Luis Antonio Flores Sánchez José Luis Villegas Chávez Oscar Ruíz Galindo
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de este curso es aplicar los fundamentos teórico-prácticos de la Química General en el ámbito de la ingeniería, mediante la clasificación de las sustancias según su comportamiento físico y químico y el análisis cualitativo y cuantitativo de la tabla periódica, considerando las propiedades y el comportamiento de los elementos ante estímulos físicos y químicos. Asimismo, se busca desarrollar la comprensión de la proporcionalidad en los cálculos estequiométricos de reacciones y soluciones, así como la adquisición de destrezas experimentales propias del laboratorio de química. Todo ello orientado a fomentar una actitud crítica y reflexiva, el rigor científico y la responsabilidad en el cuidado del medio ambiente. La asignatura se ubica en la etapa básica, tiene carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los fundamentos teóricos-prácticos de la química general en la ingeniería, mediante el análisis del comportamiento de las propiedades fisicoquímicas que presentan las sustancias puras y mezclas, con el propósito de identificar posibles soluciones a problemas en contextos industriales y tecnológicos, con responsabilidad ambiental, ética profesional y pensamiento crítico.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Portafolio de evidencias. El portafolio deberá integrar de manera organizada y sistemática los productos académicos desarrollados durante el curso: tareas, ejercicios prácticos de taller y reportes de laboratorio, trabajos de investigación documental.
2. Presentación de un proyecto final donde se identifique y muestre la posible solución a problemas en su contexto industrial y/o tecnológico, utilizando diversas herramientas digitales.

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

Diseñar, analizar, evaluar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Excelencia e Interculturalidad.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Composición de la materia y sus propiedades fisicoquímicas

Competencia

Analizar la relación entre la estructura atómica y las propiedades fisicoquímicas de los elementos, mediante el uso del método científico y el Sistema Internacional de unidades en la resolución de problemas teóricos y prácticos, para interpretar el comportamiento de la materia, con responsabilidad y actitud proactiva.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Resolución de ejercicios de identificación de compuestos

Ejercicios de configuración electrónica

Problemas resueltos de número atómico y número de masa

Identificación de isótopos en diferentes ejemplos de determinación de partículas

Contenido

1.1. Fundamentos de la química
- 1.1.1. Definición de la Química
- 1.1.2. Importancia de la química en el entorno
- 1.1.3. Impacto de la química verde en los procesos industriales

1.2. Composición de la materia
- 1.2.1. Clasificación de las sustancias puras
- 1.2.2. Clasificación de los compuestos

1.3. Partículas subatómicas de la materia
- 1.3.1. Partículas Fundamentales
- 1.3.2. Evolución de los modelos atómicos
- 1.3.3. Estructura electrónica de los átomos
- 1.3.4 Número atómico, número de masa e isótopos

Duración

06 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C., Woodward, P., & Stoltzfus, M. (2023). *Chemistry: The Central Science* (15th ed.). Pearson.

Chang, R., & Goldsby, K. (2022). *Química* (13th ed.). McGraw-Hill Education.

Miranda Ruvalcaba, R., Noguez Córdova, M. O., Martínez, J., & Escobedo-González, R. G. (2024). Química verde: Principio por principio. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Atkins, P., & Jones, L. (2022). Principios de química: Los caminos del descubrimiento (6th ed.). Editorial Médica Panamericana.

Flores-Murillo, C. R., Ochoa-Celi, J. A., Santamaría-Robles, L. B., & Peñafiel Pazmiño, M. E. (2025). *Fundamento a la química ambiental*. Editorial Grupo AEA.

Ruiz-Reyes, E., & Ruiz, J. A. (2022). *La química verde: definiciones y aplicaciones*. Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social, 6(1), 38–79.

Unidad II. propiedades periódicas y su relación con los enlaces químicos y las propiedades de la materia

Competencia

Clasificar compuestos químicos a partir del tipo de enlace y sus propiedades periódicas, mediante el uso de sistemas de nomenclatura y representaciones químicas, para interpretar su comportamiento y formulación en la resolución de problemas, con organización y objetividad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Ejercicios de cálculo de mol, masa molar y masa molecular.

Estructuras de Lewis (dibujos correctos) Determinación de tipo de enlace

Clasificación de sustancias según tipo de enlace (Tabla de compuestos/ electronegatividad)

Determinación práctica de propiedades periódicas

Contenido

2.1. Masa molecular y concepto de mol
- 2.1.1 Masa atómica y masa molecular
- 2.1.2 Cálculo de masa molecular
- 2.1.3 Masa molar (g/mol)

2.1.4 Aplicaciones en sustancias puras y compuestos

2.2. Estructura de la tabla periódica

2.2.1. Tabla periódica larga y tabla cuántica

2.2.2. Propiedades periódicas de los elementos

2.2.2.1. Radio atómico e iónico

2.2.2.2. Energía de ionización

2.2.2.3. Afinidad electrónica

2.2.2.4. Electronegatividad

2.2. Enlaces químicos

2.2.1. Estructuras de Lewis

2.2.2. Tipos de enlaces químicos

2.2.2.1. Metálico

2.2.2.2. Iónico

2.2.2.3. Covalente (polar y apolar)

2.2.3. Relación entre enlace químico y propiedades de la materia

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Brown, T. L., LeMay, H. E., et al. (2023). *Chemistry: The Central Science* (15th ed.). Pearson.

Chang, R., & Goldsby, K. (2023). *Chemistry* (14th ed.). McGraw-Hill.

Scerri, E. (2020). *The Periodic Table: Its Story and Its Significance* (2nd ed.). Oxford University Press. [clásica]

Silberberg, M. S. (2022). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change* (9th ed.). McGraw-Hill.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Química Fácil. (2025). Tabla periódica de los elementos 2025: actualización y organización moderna.

Scribd / Unidad de Química (2022). Tabla periódica y enlaces químicos.

StudySmarter. (2023). Tabla periódica actual y propiedades de los elementos.

Tro, N. J. (2021–2023 ediciones actualizadas en cursos). Introductory Chemistry. Pearson. [clásica]

Unidad III. Clasificación de las reacciones química (7 horas)

Competencia

Resolver problemas de reacciones químicas mediante el balanceo de ecuaciones y el análisis estequiométrico, para determinar cantidades de reactivos y productos, con precisión, organización y responsabilidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Clasificación e identificación de tipo de ecuaciones químicas

Ejercicios prácticos de balanceo de ecuaciones (60 min)

Ejercicios de identificación de reactivo limitante y rendimiento (90 min)

Problemas aplicados de rendimiento de reacción (%) (60 min)

Contenido

3.1. Introducción a las reacciones químicas
- 3.1.1 Concepto de reacción química
- 3.1.2 Reactivos y productos

3.2. Representación de las reacciones químicas
- 3.2.1 Ecuaciones químicas
- 3.2.2 Símbolos y estados de la materia

3.3. Balanceo de ecuaciones químicas
- 3.3.1. Métodos de balanceo (Inspección)
- 3.3.2. Métodos de balanceo (óxido - reducción)

3.4. Clasificación de las reacciones químicas
- 3.4.1 Reacciones de síntesis
- 3.4.2 Reacciones de descomposición
- 3.4.3 Reacciones de sustitución (simple y doble)
- 3.4.4 Reacciones de Ácido-base
- 3.4.5 Reacciones de Precipitación
- 3.4.5 Reacciones de Oxido-reducción

3.5. Conceptos de reactivo limitante y rendimiento de reacción
- 3.5.1. Concepto de estequiometría

3.5.2. Determinación de reactivo limitante
3.5.3. Determinación del rendimiento de reacción

Duración

09 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Atkins, P., Jones, L. (2023). *Chemical Principles: The Quest for Insight* (8th ed.). Oxford University Press.

Chang, R., Goldsby, K. (2021). *Chemistry* (14th ed.). McGraw-Hill Education. [clásica]

McMurry, J., Fay, R. C., Robinson, J. K. (2021). *Chemistry* (9th ed.). Pearson. [clásica]

Zumdahl, S. S., Zumdahl, S. A. (2022). *Chemistry* (11th ed.). Cengage Learning.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Hammer, E. M. G., & Avram, R. (2024). Online interactive activity for balancing chemical equations.

Méndez Gutiérrez, L. et al. (2024). Balanceo de ecuaciones químicas usando propiedades de vectores en R^3.

Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., et al. (2023). Química General: Principios y aplicaciones modernas (12ª ed.). Pearson.

Shaikh, M. M. (2023). Mathematical methods to balance chemical equations.

Unidad IV. Expresiones de concentración

Competencia

Calcular concentraciones de soluciones químicas mediante el uso de unidades físicas y químicas, para interpretar y preparar soluciones en contextos aplicados, con pensamiento analítico, precisión y responsabilidad ambiental.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Clasificacion e identificacion de tipo de solución (componentes, diluida, concentrada, saturada)

Resolución de ejercicios de concentración % m/m, % v/v y % m/v, partes por millón (ppm)

Ejercicios de molaridad (M), molalidad (m), normalidad (N) y fracción molar (X□)(60 min)

Cálculo de Problemas de dilución usando la fórmula $C_1\ V_1\ = C_2\ V_2$

Ejercicios de cálculo de pH y pOH (60 min)

Clasificación de soluciones (ácidas, neutras y básicas)

Contenido

4.1. Concepto de solución química
- 4.1.1. Definición de solución, soluto y solvente
- 4.1.2. Tipos de soluciones (diluidas, concentradas, saturadas)
- 4.1.3. Importancia en la vida cotidiana

4.2. Concentración en unidades físicas
- 4.2.1. Porcentaje masa-masa (% m/m)
- 4.2.2. Porcentaje volumen-volumen (% v/v)
- 4.2.3. Porcentaje masa-volumen (% m/v)
- 4.2.4. Partes por millón (ppm)

4.3. Concentración en unidades químicas
- 4.3.1. Molaridad (M)
- 4.3.2. Molalidad (m)
- 4.3.3. Normalidad (N)
- 4.3.4. Fracción molar (X□)

4.4. Preparación de soluciones
- 4.4.1. Concepto de dilución
- 4.4.2. Preparación a partir de solutos sólidos
- 4.4.3. Preparación a partir de líquidos
- 4.4.4. Aplicación de Fórmula: $C_1\ V_1\ = C_2\ V_2$

4.5. Análisis y propiedades de las soluciones ácidas y alcalinas
- 4.5.1. Concepto de ácido y base
- 4.5.2. Relación de la escala entre pH y pOH
- 4.5.3. Cálculo de pH y pOH
- 4.5.4. Clasificación de soluciones (ácidas, neutras, básicas)

4.6. Propiedades coligativas de la materia
- 4.4.1. Concepto de propiedades coligativas
- 4.4.2. Tipos de propiedades coligativas

Duración

09 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Atkins, P., & Jones, L. (2023). Principios de química: Los caminos del descubrimiento (8ª ed.). Oxford University Press

Brown, T. L., et al. (2023) Química: La ciencia central (15ª ed.). Pearson.

Chang, R., & Goldsby, K. (2021) Química (14ª ed.). McGraw-Hill Education. [clásica]

Petrucci, R. H., et al. (2023) Química General: Principios y aplicaciones modernas (12ª ed.). Pearson.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M., & Stoltzfus, M. W. (2023). Química: La ciencia central (15.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Dahsah, C., & Coll, R. K. (2024 revisión de estudios previos). Understanding stoichiometry and students' misconceptions.

García-García, J. L. (2020). El álgebra de la estequiometría. [clásica]

Guzmán, E., Rubio, R. G., & Ortega, F. (2024). A physico-chemical approach to multilayer solution systems.

Hammer, E. M. G., & Avram, R. (2024). Interactive learning of solution preparation and chemical equations.

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Composición de la materia y sus propiedades físicoquímicas

Práctica 1: Resolución de ejercicios de identificación de compuestos

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identificar diferentes compuestos químicos a partir de sus fórmulas.
3. Aplicar los conocimientos sobre nomenclatura y propiedades de los compuestos.
4. Resuelve los ejercicios propuestos para la identificación de compuestos.
5. Registra tus respuestas y justifica tus elecciones.
6. Identifica los criterios de evaluación del análisis de tus respuestas.
7. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
8. Identifica logros y áreas de mejora en el análisis químico realizado.
9. Propone ajustes en la interpretación de la información química.
10. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Etiquetas de productos (reales o impresas)
- Tabla periódica
- Hojas o software para esquemas

Práctica 2: Ejercicios de configuración electrónica.

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Realiza ejercicios de configuración electrónica para diferentes elementos químicos.
3. Aplica el principio de Aufbau, el principio de exclusión de Pauli y la regla de Hund.
4. Registra tus configuraciones electrónicas y justifica tus respuestas.
5. Identifica patrones en las configuraciones electrónicas de los elementos.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Tabla periódica

- Hojas de ejercicios
- Software para simulación de configuraciones electrónicas

Práctica 3: Problemas resueltos de número atómico y número de masa.

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Resuelve problemas relacionados con el número atómico y el número de masa de diferentes elementos.
3. Identifica la relación entre el número atómico, el número de masa y la estabilidad del isótopo.
4. Registra tus soluciones y justifica tus elecciones.
5. Discute en grupo las diferentes respuestas y métodos utilizados para resolver los problemas.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Tabla periódica
- Ejercicios de práctica
- Calculadora científica

Práctica 4: Identificación de isótopos en diferentes ejemplos.

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Examina ejemplos de isótopos y determina sus partículas subatómicas (protones, neutrones y electrones).
3. Identifica las diferencias entre los isótopos de un mismo elemento.
4. Registra tus hallazgos y justifica la identificación de cada isótopo.
5. Comparte tus resultados con el grupo y discute la importancia de los isótopos en la química.

6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Tabla periódica
- Ejemplos de isótopos
- Hojas de trabajo para registros

Unidad II. propiedades periódicas y su relación con los enlaces químicos y las propiedades de la materia

Práctica 5: Ejercicios de cálculo de mol, masa molar y masa molecular.

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Realiza ejercicios de cálculo de moles, masa molar y masa molecular para diferentes compuestos.
3. Aplica las fórmulas y conceptos relacionados con la conversión entre moles y masa.
4. Registra tus respuestas y justifica tus elecciones.
5. Identifica los criterios de evaluación del análisis de tus respuestas.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Tabla periódica
- Calculadora científica
- Hojas de ejercicios

Práctica 6: Generación de estructuras de Lewis.

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Dibuja las estructuras de Lewis para diferentes compuestos químicos.

3. Asegúrate de incluir todos los electrones de valencia y cumplir con las reglas de octeto.
4. Registra tus dibujos y justifica tus elecciones.
5. Identifica los criterios de evaluación del análisis de tus respuestas.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Ejemplos de compuestos
- Hojas de dibujo
- Tabla periódica

Práctica 7: Clasificación de sustancias según tipo de enlace

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Clasifica diferentes sustancias químicas según el tipo de enlace (iónico, covalente, metálico).
3. Utiliza una tabla de electronegatividad para determinar el tipo de enlace en cada compuesto.
4. Registra tus clasificaciones y justifica tus elecciones.
5. Identifica los criterios de evaluación del análisis de tus respuestas.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Tabla de electronegatividad
- Ejemplos de compuestos
- Hojas de trabajo para registros

Práctica 8: Determinación práctica de propiedades periódicas

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Realiza experimentos o ejercicios para determinar propiedades periódicas (radio atómico, electronegatividad, energía de ionización).
3. Registra tus observaciones y resultados.
4. Discute en grupo las tendencias observadas en las propiedades periódicas.
5. Identifica los criterios de evaluación del análisis de tus respuestas.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Tabla periódica
- Hojas de trabajo
- Materiales para experimentos (si aplica)

Unidad III. Clasificación de las reacciones química

Práctica 9: Clasificación e identificación de tipo de ecuaciones químicas

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Clasifica diferentes ecuaciones químicas según su tipo (síntesis, descomposición, desplazamiento, doble desplazamiento).
3. Identifica los reactivos y productos en cada ecuación.
4. Registra tus clasificaciones y justifica tus elecciones.
5. Identifica los criterios de evaluación del análisis de tus respuestas.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Ejemplos de ecuaciones químicas
- Hojas de trabajo
- Tabla periódica

Práctica 10: Ejercicios prácticos de balanceo de ecuaciones

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Realiza ejercicios de balanceo de diferentes ecuaciones químicas.
3. Aplica métodos como el método de tanteo o el método algebraico para balancear las ecuaciones.
4. Registra tus soluciones y justifica tus elecciones.
5. Identifica los criterios de evaluación del análisis de tus respuestas.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Ejercicios de práctica
- Hojas de balanceo
- Tabla periódica

Práctica 11: Ejercicios de identificación de reactivo limitante y rendimiento

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Resuelve ejercicios para identificar el reactivo limitante en diferentes reacciones químicas.
3. Calcula el rendimiento teórico y práctico de las reacciones.
4. Registra tus soluciones y justifica tus elecciones.
5. Identifica los criterios de evaluación del análisis de tus respuestas.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Ejercicios de práctica
- Hojas de trabajo

- Calculadora científica

Práctica 12: Problemas aplicados de rendimiento de reacción (%)

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Resuelve problemas aplicados que involucren el cálculo del rendimiento de una reacción química en porcentaje.
3. Analiza los resultados y discute las implicaciones del rendimiento en la eficiencia de las reacciones.
4. Registra tus soluciones y justifica tus elecciones.
5. Identifica los criterios de evaluación del análisis de tus respuestas.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Ejemplos de problemas
- Hojas de trabajo
- Calculadora científica

Unidad IV. Expresiones de concentración

Práctica 13: Clasificación e identificación de tipo de solución

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Clasifica diferentes tipos de soluciones (componentes, diluida, concentrada, saturada).
3. Identifica ejemplos de cada tipo de solución en productos comerciales o en laboratorio.
4. Registra tus clasificaciones y justifica tus elecciones.
5. Identifica los criterios de evaluación del análisis de tus respuestas.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Ejemplos de soluciones
- Hojas de trabajo
- Tabla periódica

Práctica 14: Resolución de ejercicios de concentración % m/m, % v/v y % m/v, partes por millón (ppm)

Duración:

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Resuelve ejercicios de cálculo de concentración en diferentes formas (% m/m, % v/v, % m/v y ppm).
3. Aplica las fórmulas correspondientes para cada tipo de concentración.
4. Registra tus soluciones y justifica tus elecciones.
5. Identifica los criterios de evaluación del análisis de tus respuestas.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Ejercicios de práctica
- Hojas de trabajo
- Calculadora científica

Práctica 15: Ejercicios de molaridad (M), molalidad (m), normalidad (N) y fracción molar (X□)

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Realiza ejercicios para calcular molaridad, molalidad, normalidad y fracción molar.
3. Aplica las fórmulas correspondientes para cada tipo de concentración.
4. Registra tus soluciones y justifica tus elecciones.
5. Identifica los criterios de evaluación del análisis de tus respuestas.

6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Ejercicios de práctica
- Hojas de trabajo
- Tabla periódica

Práctica 16: Diluciones, pH y clasificación de soluciones

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza 2 a 3 situaciones problema que involucren soluciones químicas.
3. Para cada caso:
    a. Aplica la fórmula de dilución ($C_1\ V_1 = C_2\ V_2$) para determinar la nueva concentración.
    b. Calcula el pH o pOH de la solución resultante.
    c. Clasifica la solución como ácida, neutra o básica con base en el valor obtenido.
4. Registra el procedimiento completo, incluyendo fórmulas, sustituciones y resultados.
   Justifica la clasificación de cada solución con base en criterios químicos.
   Integra los resultados en el portafolio de evidencias.
   Participa en la discusión y retroalimentación grupal.

Recursos de apoyo

- Tabla de pH
- Hojas de trabajo
- Calculadora científica

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Composición de la materia y sus propiedades físicoquímicas

Práctica 1: Reglamento de seguridad, pictogramas, rombo de seguridad y materiales de uso común en el laboratorio y uso adecuado de balanza analítica.

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica las normas del reglamento de seguridad aplicables durante la sesión y verifica el uso correcto de EPP (bata, lentes, guantes).
3. Reconoce pictogramas del sistema GHS y etiquetas reales de reactivos disponibles en el laboratorio.
4. Interpreta el rombo de seguridad (NFPA) de sustancias asignadas, determinando niveles de riesgo y medidas de manejo.
5. Identifica material de uso común (vidrio, plástico e instrumentos) y ejecuta su manejo correcto en estaciones de trabajo.
6. Analiza escenarios simulados de riesgo (derrame, exposición, mala manipulación) y ejecuta la respuesta adecuada según el reglamento.
7. Verifica el estado de la balanza analítica: nivelación (burbuja), limpieza y condiciones ambientales.
8. Realiza el encendido y estabilización de la balanza; ejecuta tara con cápsula o papel de pesaje.
9. Pesa muestras sólidas de bajo riesgo (por ejemplo, NaCl o sacarosa) aplicando técnica correcta: uso de espátula, cierre de vitrinas, evitar corrientes de aire y registro con cifras significativas.
10. Ejecuta mediciones por repetición (mínimo 3) de la misma muestra y registra masa, desviación y promedio.
11. Evalúa la precisión de los resultados y compara con valores esperados (si se proporciona masa objetivo).
12. Aplica buenas prácticas: no pesar directamente sobre el plato, no tocar con manos, evitar cargas estáticas, uso de pinzas si aplica.
13. Integra los resultados en un reporte de laboratorio que incluya: interpretación de pictogramas y NFPA de una sustancia, identificación de material, procedimiento de pesaje y análisis de precisión.
14. Identifica logros y áreas de mejora en seguridad y técnica de medición.
15. Propone ajustes en el manejo seguro y en la operación de la balanza analítica.
16. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
17. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Reglamento de laboratorio y checklist de seguridad

- Reactivos etiquetados con GHS/NFPA (bajo riesgo)
- Material de laboratorio básico (vasos, matraces, espátulas, pinzas)
- Balanza analítica
- Cápsulas o papel de pesaje
- Sustancias sólidas de bajo riesgo (NaCl, sacarosa)
- Bitácora de laboratorio y calculadora

Unidad II. propiedades periódicas y su relación con los enlaces químicos y las propiedades de la materia

Práctica 2: Determinación del punto de fusión y ebullición por el método de Siwoloboff.

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica el fundamento del punto de ebullición y del punto de fusión como propiedades físicas características de las sustancias puras.
3. Reconoce el montaje experimental para la determinación del punto de ebullición por el método de Siwoloboff.
4. Prepara la muestra líquida en un sistema adecuado para la determinación del punto de ebullición mediante tubo capilar y baño de calentamiento.
5. Aplica calentamiento controlado y observa la formación continua de burbujas en la muestra.
6. Registra la temperatura correspondiente al punto de ebullición cuando cesa el burbujeo al retirar la fuente de calentamiento.
7. Repite la determinación para evaluar la reproducibilidad de los resultados.
8. Prepara la muestra sólida en tubo capilar para la determinación del punto de fusión.
9. Coloca la muestra en el fusionómetro y realiza el calentamiento controlado del equipo.
10. Observa y registra la temperatura de inicio y fin de fusión de la sustancia analizada.
11. Repite la medición para verificar la consistencia experimental.
12. Compara los valores experimentales obtenidos con valores reportados en la literatura.
13. Analiza las posibles desviaciones considerando pureza de la muestra, velocidad de calentamiento y errores experimentales.
14. Integra los resultados en un reporte de laboratorio que incluya datos experimentales, observaciones, comparación con literatura y análisis de resultados.
15. Identifica logros y áreas de mejora en la ejecución de la técnica y en el registro de datos experimentales.

16. Propone ajustes en el control de las variables experimentales para mejorar la precisión de los resultados.
17. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
18. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Tubos capilares
- Tubos de ensayo
- Termómetro o sensor de temperatura
- Baño de aceite o sistema de calentamiento para método de Siwoloboff
- Soporte universal y pinzas
- Fusionómetro
- Sustancias líquidas para punto de ebullición
- Sustancias sólidas para punto de fusión
- Tabla de valores de referencia
- Bitácora de laboratorio

Unidad III. Clasificación de las reacciones química

Práctica 3: Potenciometría y Estequiometría: Determinación de pH y Preparación de NaCl a partir de Reacciones Ácido-Base.

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica el fundamento del pH como medida de acidez y basicidad en soluciones acuosas.
3. Reconoce el principio de la potenciometría y el uso de tiras indicadoras de pH como métodos de medición.
4. Calcula las cantidades requeridas para la preparación de soluciones diluidas de ácido (HCl) y base (NaOH) a concentraciones específicas.
5. Determina el pH teórico de las soluciones preparadas a partir de su concentración, considerando su carácter ácido o básico fuerte.
6. Prepara las soluciones diluidas aplicando técnicas adecuadas de laboratorio (manejo seguro y uso de material volumétrico).
7. Homogeneiza y etiqueta correctamente las soluciones preparadas.

8. Calibra el potenciómetro utilizando soluciones buffer estándar (pH 4, 7 y/o 10), cuando el equipo esté disponible.
9. Mide el pH de las soluciones preparadas utilizando potenciómetro.
10. Determina el pH de las mismas soluciones utilizando tiras indicadoras y registra los valores obtenidos.
11. Compara los valores de pH teóricos con los valores experimentales obtenidos por ambos métodos.
12. Analiza las diferencias considerando factores como concentración real, temperatura, precisión del equipo y errores experimentales.
13. Evalúa la relación entre concentración y pH en las soluciones preparadas.
14. Integra los resultados en un reporte de laboratorio que incluya cálculos teóricos, procedimiento experimental, datos obtenidos y análisis comparativo.
15. Identifica logros y áreas de mejora en la preparación de soluciones y medición de pH.
16. Propone ajustes en los procedimientos experimentales y en los cálculos teóricos.
17. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
18. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Solución de ácido (ej. HCl)
- Solución de base (ej. NaOH)
- Agua destilada
- Material volumétrico (matraz aforado, pipetas, probetas)
- Potenciómetro (pH-metro)
- Soluciones buffer para calibración
- Tiras indicadoras de pH
- Calculadora
- Tabla de valores de pH teóricos
- Bitácora de laboratorio

Unidad IV. Expresiones de concentración

Práctica 4: Reacción de neutralización y determinación del rendimiento de una reacción.

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.

2. Identifica el fundamento de la reacción de neutralización entre un ácido fuerte y una base fuerte, reconociendo la formación de sal y agua como productos de reacción.
3. Interpreta la ecuación química balanceada correspondiente a la neutralización entre HCl y NaOH.
4. Calcula, a partir de las concentraciones y volúmenes de las soluciones preparadas en la práctica anterior, la cantidad teórica de reactivos necesarios para llevar a cabo la neutralización.
5. Determina el reactivo limitante y el reactivo en exceso, cuando aplique, con base en la relación estequiométrica de la reacción.
6. Realiza la mezcla controlada de las soluciones de HCl y NaOH bajo condiciones seguras de laboratorio.
7. Verifica la neutralización mediante medición de pH con potenciómetro o tiras indicadoras.
8. Recupera el producto de la reacción por evaporación controlada del agua, obteniendo el residuo sólido correspondiente.
9. Pesa el producto obtenido y registra la masa experimental.
10. Calcula el rendimiento teórico y el porcentaje de rendimiento de la reacción a partir de la masa de NaCl esperada y la masa realmente obtenida.
11. Compara el rendimiento experimental con el rendimiento teórico e interpreta las posibles causas de desviación.
12. Analiza la relación entre neutralización, estequiometría y rendimiento de reacción.
13. Integra los resultados en un reporte de laboratorio que incluya ecuación química, cálculos estequiométricos, datos experimentales, rendimiento y análisis de resultados.
14. Identifica logros y áreas de mejora en la ejecución experimental, recuperación del producto y tratamiento de datos.
15. Propone ajustes en el procedimiento para mejorar la recuperación del producto y la precisión del rendimiento calculado.
16. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
17. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Soluciones de HCl y NaOH preparadas en la práctica anterior
- Material volumétrico
- Vaso de precipitados o matraz Erlenmeyer
- Potenciómetro o tiras indicadoras de pH
- Cápsula de evaporación o vaso de precipitados resistente al calentamiento
- Parrilla de calentamiento
- Balanza analítica o granataria
- Agua destilada y calculadora
- Bitácora de laboratorio

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Microaprendizaje (microlearning)
- Clase invertida (flipped classroom)
- Foros de discusión guiada
- Tutoría entre pares por videoconferencia o foros
- Webinars interactivos
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Participación en foros y videoconferencias
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Interacción con comunidades o actores reales mediante plataformas virtuales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

XI. 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	10%
- Prácticas de laboratorio.	25%
- Portafolio de evidencias	15%
- Trabajo final integrador	10%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

Formación en Química, Ingeniería Química o área afín; preferentemente con estudios de posgrado y al menos dos años de experiencia docente en educación superior. Debe contar con sólidos conocimientos en Química General, análisis de las propiedades fisicoquímicas de las sustancias, estequiometría, soluciones y trabajo experimental en laboratorio y/o simuladores, así como en la aplicación de estos fundamentos en contextos industriales. Se requiere que sea proactivo, analítico, responsable y colaborativo, con capacidad para guiar el desarrollo del

pensamiento científico, el rigor metodológico y las destrezas experimentales en los estudiantes. Se valorará la experiencia profesional en el ámbito industrial o tecnológico, el manejo de normas de seguridad e higiene en laboratorios y el compromiso con la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Desarrollo Profesional del Ingeniero
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapa de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Leticia González Granado Giovana Andrés Garfias
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Desarrollo Profesional del Ingeniero tiene como propósito propiciar el desarrollo de habilidades del comportamiento humano como inteligencia emocional, habilidades interpersonales, comunicación, liderazgo, trabajo en equipo, solución de conflictos, normatividad y trazabilidad de producción, lo cual contribuye de manera integral a su proyecto profesional en las áreas de la ingeniería. Esta asignatura se ubica en la etapa básica, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar un proyecto de vida laboral, a través de un análisis FODA, elaboración de objetivos y el establecimiento metodológico de un plan estratégico a corto y mediano plazo, con la finalidad de fortalecer habilidades del comportamiento humano y contribuir en la formación profesional, con una actitud crítica, responsable y propositiva.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Proyecto integrador de planeación estratégica en manufactura médica

Documento integrador de carácter profesional que incluya misión, visión, análisis situacional, objetivos estratégicos, plan de acción y plan de contingencia, orientado al contexto laboral de la manufactura médica, evidenciando habilidades de análisis, planeación, toma de decisiones, comunicación y trabajo colaborativo.

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

Diseñar, analizar, evaluar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia; Equidad Social e Interculturalidad.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Fundamentos del rol del ingeniero en la industria de dispositivos médicos

Competencia de la unidad

Aplicar los factores normativos, éticos, personales y los principios básicos de Buenas Prácticas de Manufactura, que influyen en el desarrollo profesional del ingeniero en manufactura médica, mediante la identificación y análisis de las expectativas de su contexto social y laboral, para resolver conflictos en escenarios formativos y laborales, con eficiencia, pensamiento crítico y responsabilidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reflexión sobre el impacto del ingeniero en el ámbito laboral donde analice las expectativas sociales, éticas y laborales que influyen directamente en su vocación; enumerando por relevancia los productos, regulaciones y estándares, así como las habilidades técnicas y buenas prácticas de manufactura que impactan directamente en el entorno de manufactura médica.

Contenido

1.1. Contexto de la industria de manufactura médica: productos, regulaciones y estándares (FDA, ISO 13485, MDR)
1.2. Expectativas sociales, éticas y laborales del ingeniero en entorno médico
1.3. Elementos de la profesión: vocación, aptitud, habilidades técnicas y. blandas
1.4. Habilidades duras básicas: interpretación de planos, especificaciones técnicas y procedimientos operativos
1.5. Introducción a Buenas Prácticas de Manufactura (BPM o GMP)

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Abuhav, I. (2021). ISO 9001:2015: A complete guide to quality management systems (2nd ed.).

CRC Press.[clásica]

Groover, M. P. (2021). Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing

(5th ed.). Pearson. [clásica]

Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). Manufacturing engineering and technology (7th ed.). Pearson. [clásica]

Stevenson, W. J. (2021). Operations management (14th ed.). McGraw-Hill.[clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Kaushal, I., & Chakrabarti, A. (2023). System modelling for collecting life cycle inventory (LCI) data in MSMEs using a conceptual model for smart manufacturing systems (SMSs). International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology, 10(3), 819–834. https://doi.org/10.1007/s40684-022-00452-6

Kannaraya, P. S., Shreya, G. H., Arora, M., & Chakrabarti, A. (2023). Impact of smart incoming inspection system on the production in a medical device manufacturing MSME. In A. Chakrabarti, S. Suwas, & M. Arora (Eds.), Industry 4.0 and advanced manufacturing (pp. 157–165). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0561-2_15

UNIDAD II. Habilidades hacia la integración profesional del ingeniero

Competencia de la unidad

Emplear habilidades de comportamiento humano, tales como inteligencia emocional, comunicación asertiva, trabajo en equipo, liderazgo técnico y resolución de conflictos, mediante la aplicación de teorías y métodos orientados a la integración efectiva en entornos de manufactura médica, para favorecer la gestión de emociones, la resolución de situaciones laborales y el fortalecimiento del desempeño en contextos colaborativos, con empatía, respeto y compromiso con la calidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de análisis de un caso práctico de conflicto laboral en el contexto de manufactura médica, que incluya la resolución de un cuestionario de inteligencia emocional, la identificación de emociones y estilos de comunicación, la dramatización o interpretación en equipo de la situación planteada, y la propuesta argumentada de estrategias de resolución del conflicto mediante comunicación asertiva y trabajo colaborativo.

Contenido

2.1. Inteligencia emocional aplicada a entornos de alta precisión y presión
2.2. Factores que influyen en el control emocional (estrés, fatiga, trabajo repetitivo)
2.3. Habilidades interpersonales: comunicación asertiva con operarios, supervisores y auditores
2.4. Trabajo en equipos multidisciplinarios (calidad, producción, ingeniería)
2.5. Barreras de la comunicación en entornos de manufactura
2.6. Liderazgo técnico: cómo influir sin autoridad formal

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Lussier, R. N., & Achua, C. F. (2016). *Liderazgo: teoría, aplicación y desarrollo de habilidades* (6a ed.). Cengage. [clásica]

Northouse, P. G. (2013). *Leadership: Theory and practice* (6th ed.). Sage. [clásica]

Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2023). *Comportamiento organizacional* (18a ed.). Pearson.

Whetten, D. A., & Cameron, K. S. (2022). *Desarrollo de habilidades directivas* (1a ed.). Pearson.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

IMD Business School. (2025). *Essential interpersonal skills for effective leadership: A comprehensive framework of 7 interpersonal processes* [Nota técnica]. https://www.imd.org/research-knowledge/leadership/case-studies/essential-interpersonal-skills-for-effective-leadership/

Praeliscere Consulting. (2025). *The value resource nook: Emotional intelligence 360° assessment, conflict management, communication styles & leadership toolkit* [Kit de herramientas descargables]. Praeliscere Consulting. https://lnkd.in/gbgs-R-z

UNIDAD III. Fundamentos del rol del ingeniero en la aplicación de técnicas de producción y calidad en la industria médica

Competencia de la unidad

Emplear herramientas técnicas propias de la manufactura de dispositivos médicos, mediante la aplicación de documentos maestros de producción, CAPA, validación de procesos, trazabilidad, estadística básica para SPC y metrología, para resolver problemas operativos en el piso de producción, asegurando la calidad del proceso y la seguridad del paciente, con precisión y responsabilidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Documento técnico elaborado en parejas que integre la interpretación y aplicación de un Documento Maestro de Producción (DMP) simulado, así como el análisis de una no conformidad en proceso, incluyendo su clasificación, el registro de acciones correctivas y preventivas, y el llenado del formato CAPA correspondiente.

Contenido

3.1. Lectura e interpretación de Documentos Maestros de Producción (DMP)
3.2. Control de cambios y no conformidades: fundamentos de CAPA (Acciones Correctivas y Preventivas)
3.3. Validación de procesos y equipos (IQ, OQ, PQ) – conceptos básicos
3.4. Gestión de trazabilidad y etiquetado en productos médicos

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Juuso, I. (2022). *Developing an ISO 13485-certified quality management system: An implementation guide for the medical-device industry*. Routledge.

Kerzner, H. (2022). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (13th ed.). Wiley.

Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). Wiley. [clásica]

Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2015). *El manual de administración de la calidad: guía completa para la excelencia operativa* (1a ed.). Trillas. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Carvalho, A. V., Enrique, D. V., Chouchene, A., & Charrua-Santos, F. (2021). Quality 4.0: An overview. Procedia Computer Science, 181, 341–346. https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.176

Dovleac, R. (2021). Knowledge management systems in Quality 4.0. MATEC Web of Conferences, 342, 09003. https://doi.org/10.1051/matecconf/202134209003

Patel, B. (2024). The role of process capability, Gage R&R, and TMV in enhancing medical device development. International Journal of Science and Research (IJSR), 13(12), 1051–1053. https://www.ijsr.net/getabstract.php?paperid=SR241216075527

UNIDAD IV. Proyecto profesional y plan de desarrollo individual

Competencia de la unidad

Desarrollar un proyecto profesional integral, mediante el análisis de su formación académica y del entorno de la manufactura médica, para la definición y aplicación de un plan de acción a corto y mediano plazo orientado a su desarrollo profesional, con actitud crítica, objetiva, propositiva y responsable.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Documento integrador que incluya misión, visión, valores, análisis FODA personal, estrategias, metas SMART, plan de acción y plan de contingencia, acompañado de un portafolio de evidencias técnicas y de habilidades blandas que sustente el desarrollo profesional en el ámbito de la manufactura médica.

Contenido

4.1. Definición de misión, visión y valores profesionales en el contexto técnico-industrial
4.2. Análisis FODA personal (fortalezas, debilidades, oportunidades, amenazas)
4.3. Establecimiento de estrategias para desarrollo técnico (certificaciones, cursos, habilidades duras)
4.4. Plan de acción a corto y mediano plazo (3, 6, 12 meses)
4.5. Plan de contingencia para el desarrollo profesional
4.6. Elaboración de portafolio de evidencias técnicas y blandas
4.7. Presentación final del proyecto profesional ante grupo y/o supervisores invitados

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Duarte, N. (2016). *Presentaciones persuasivas*. Reverté. [clásica]

Kerzner, H. (2022). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (13th ed.). Wiley.

Northouse, P. G. (2013). *Leadership: Theory and practice* (6th ed.). Sage. [clásica]

Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2023). *Comportamiento organizacional* (18a ed.). Pearson.

Whetten, D. A., & Cameron, K. S. (2022). *Desarrollo de habilidades directivas*. Pearson

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Molnar, C., & McDermott, O. (2024). The first chapter of a regional deployment of a continuous improvement program in a medical device company. In T. van Kollenburg, A. Kokkinou,

& O. McDermott (Eds.), *Challenging the future with lean: 9th IFIP WG 5.7 European Lean Educator Conference, ELEC 2023, proceedings* (pp. 287–305). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-63265-5_22

Sitko-Lutek, A., Ławicka-Kruk, K., & Jakubiak, M. (2023). Improving the competencies of managers in the medical devices industry from an international perspective. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series, 186*, 583–594. https://doi.org/10.29119/1641-3466.2023.186.41

Tsugita, Y., Ushimaru, Y., Kato, T., Sasaki, M., Hata, T., Hosaka, M., Eguchi, H., Doki, Y., & Nakajima, K. (2023). Efficacy of human resource development program for young industry personnel who will be involved in future medical device development. *Surgical Endoscopy, 37*(12), 9633–9642. https://doi.org/10.1007/s00464-023-10474-3

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos del rol del ingeniero en la industria de dispositivos médicos

Práctica 1: Retiro de producto por etiquetado incorrecto

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica causa raíz y productos afectados.
3. Analiza acciones inmediatas.
4. Selecciona acciones correctivas.
5. Llena el formato CAPA básico.
6. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Material impreso de los casos de estudio.
- Computadora
- Proyector.
- Bocinas

Práctica 2: Role playing: Auditoría sorpresa en línea de manufactura médica

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los hallazgos y los relaciona con el BMP.
3. Analiza su actuar al ser cuestionado bajo presión.
4. Entrega formatos solicitados de manera organizada y los interpreta correctamente.
5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Material impreso de guión del caso describiendo planta simulada.
- Tarjetas de roles
- Formatos simulados de registros de limpieza, calibración y producción
- Lista de verificación del auditor.
- Rúbrica de evaluación de desempeño del equipo.
- Cronómetro
- Pizarrón o rotafolio

Práctica 3: Interpretación de planos y especificaciones técnicas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica mediante código de color las cotas críticas, tolerancias y notas especiales.
3. Estima acciones preventivas y correctivas.
4. Responde preguntas de la guía de interpretación.
5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Plano técnico de un dispositivo médico simple.
- Especificación del producto.
- Hoja de preguntas para guía de interpretación.
- Colores rojo, azul y verde.
- Regla o escalímetro.

Unidad II. Habilidades hacia la integración profesional del ingeniero

Práctica 4: Role playing: Conflicto en la línea de producción

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza anotaciones sobre el rol jugado de cada participante del grupo.
3. Identifica los efectos de la comunicación asertiva.
4. Retroalimenta de manera grupal los ejercicios sobre comunicación para proponer soluciones viables del conflicto identificado.
5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Impresión del guión de caso conflicto.
- Tarjeta de roles.
- Formato de análisis de conflicto.
- Rúbrica de evaluación de desempeño.
- Cronómetro.

Práctica 5: Liderazgo técnico simulado: influir sin autoridad formal

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza anotaciones del rol jugado por cada participante del grupo.
3. Analiza los efectos de un liderazgo sin autoridad formal.

4. Diseña un documento metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Descripción impresa de nuevo procedimiento simulado.
- Tarjeta de resistencia.
- Rúbrica de liderazgo técnico.
- Hoja de retroalimentación para el líder
- Cronómetro.

Unidad III. Fundamentos del rol del ingeniero en la aplicación de técnicas de producción y calidad en la industria médica

Práctica 6: Seguimiento de DMP, clasificación de no conformidades y redacción de CAPA

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Completa el formato DMP simulado con todos los registros, mediciones y firmas.
3. Completa el Formato CAPA.
4. Clasifica las tarjetas de escenarios de no conformidad de mayor a menor
5. Realiza anotaciones sobre el rol jugado por sus compañeros.
6. Redacta una reflexión sobre aciertos y áreas de mejora.
7. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- DMP simulado de un dispositivo médico.
- Formato de registro de lote.
- Tarjetas con mediciones simuladas.
- Formato CAPA en blanco.
- Guía de clasificación de no conformidades.
- Tarjetas con escenarios adicionales de no conformidad.
- Formato de diseño metodológico.
- Hoja de observación de pares.
- Cronómetro.

Práctica 7: Validación de procesos, trazabilidad, SPC básico y metrología

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza el protocolo IQ/OQ/PQ de validación completa.
3. Responde el cuestionario de trazabilidad.
4. Identifica la acción ante los errores detectados.
5. Grafica de control manual SPC con hoja de cálculos realizados.
6. Elabora hoja de verificación de calibración.
7. Realiza anotaciones sobre el rol jugado por los participantes del grupo.
8. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Impresión de Protocolo IQ/OQ/PQ de validación simplificado
- Características del equipo simulado
- Bolsas para sellar
- Termómetro
- Cronómetro
- Etiquetas de lote simuladas.
- Impresiones de Registros de producción simulados.
- 30 piezas para medir o datos simulados
- Calibrador vernier
- Hoja de registro de mediciones SPC.
- Papel milimétrico o cuadriculado.
- Hoja de verificación de calibración.
- Hoja de observación de pares
- Calculadora básica

Unidad IV. Proyecto profesional y plan de desarrollo individual

Práctica 8: Misión, visión, valores, análisis FODA y estrategias

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Elabora misión, visión y valores completada alineadas a la industria médica
3. Realiza el análisis FODA indicando mínimo tres elementos por cuadrante.
4. Llena la plantilla de conversión de debilidades a estrategias, identificando como mínimo una debilidad y al menos una estrategia específica.
5. Gráfica de control manual SPC con hoja de cálculos realizados.
6. Redactar notas sobre el rol jugado por sus compañeros.
7. Redacta una reflexión sobre aciertos, dificultades y compromisos identificados.
8. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Plantilla para misión, visión y valores
- Plantilla de análisis FODA
- Guía de preguntas para FODA personal
- Plantilla de conversión de debilidades a estrategias
- Hoja de observación de pares
- Pizarrón o rotafolio
- Computadora
- Proyector

Práctica 9: Metas SMART, plan de acción, plan de contingencia, portafolio y presentación

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define y redacta las metas SMART.
3. Elabora cronograma del plan de acción.
4. Elabora plan de contingencia.
5. Organiza el portafolio de evidencias.
6. Ensaya con un compañero y realiza anotaciones sobre su rol desempeñado.
7. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Plantilla de metas SMART
- Plantilla de plan de acción
- Plantilla de plan de contingencia
- Lista de cotejo del portafolio de evidencias
- Hoja de observación de pares
- Computadora
- Proyector
- Cronómetro

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Micro aprendizaje (microlearning)
- Clase invertida (flipped classroom)
- Foros de discusión guiada
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Práctica reflexiva mediante blogs, portafolios o diarios digitales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)

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	10%
- Prácticas taller	30%
- Metas de las unidades	30%
- Proyecto integrador	30%
Total	100%

XI. PERFIL DOCENTE

La persona docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá contar con formación profesional en Ingeniería Biomédica, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Electrónica o áreas afines, preferentemente con experiencia profesional o docente en entornos de manufactura, gestión de procesos, desarrollo profesional y trabajo interdisciplinario. Se sugiere que posea experiencia en el fortalecimiento de competencias técnicas y socioemocionales, así como habilidades para orientar al estudiantado en la planeación de su desarrollo profesional,

liderazgo, comunicación efectiva, resolución de problemas y toma de decisiones en contextos laborales. Asimismo, deberá promover el pensamiento crítico, la ética profesional, el trabajo colaborativo y el aprendizaje continuo, con compromiso con la formación integral del futuro profesionista.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Matemáticas Universitarias
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapa de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Giovana Andrés Garfias
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de la unidad de aprendizaje Matemáticas Universitarias es proporcionar al estudiantado las bases de conocimientos básicos aritméticos en metrología, álgebra lineal, cálculo diferencial y cálculo integral para adquirir las habilidades básicas para su formación en el área de matemáticas. Se imparte en la etapa básica con carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar conceptos básicos aritméticos en metrología, álgebra lineal, cálculo diferencial y cálculo integral mediante la identificación de las variables en la resolución de problemas en contextos de ingeniería industrial en manufactura, apoyándose en tecnologías de información, para sustentar el análisis y desarrollo de proyectos en sistemas asociados a dispositivos médicos, con pensamiento lógico, trabajo colaborativo, honestidad y responsabilidad profesional.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluya ejercicios resueltos en clase, taller y tareas, de los temas de metrología, álgebra lineal, cálculo diferencial y cálculo integral, desarrollados de acuerdo con las metodologías específicas de cada tema, con orden y limpieza.

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

Crear e implementar herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, uso de herramientas, y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos, con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Excelencia; Inclusión e Interculturalidad

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Números reales, exactitud, precisión y errores

Competencia

Determinar errores absolutos, relativos y de propagación en mediciones asociadas a dispositivos médicos, para evaluar su confiabilidad y decidir la aceptación o rechazo de lotes conforme a normativas nacional e internacional, con rigor metrológico, honestidad en el reporte de desviaciones y compromiso con la seguridad del paciente.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Documento integrador que incluya reporte de no conformidad, hoja de liberación de lote y certificado de análisis de fallas debido a exactitud o precisión. El documento incluye cálculo de errores medios, porcentaje de no conformidad y análisis de fallos y propagación de incertidumbres decidiendo el cumplimiento con la especificación.

Contenido

1.1. Cifras significativas y redondeo
1.2. Error absoluto y error relativo
1.3. Exactitud vs precisión
1.4. Propagación de errores en mediciones indirectas

Duración

05 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Cox, M., & O'Hagan, A. (2022). *Meaningful expression of uncertainty in measurement. Accreditation and Quality Assurance*. Springer Nature.

Do Rosario, P. P. N., & Mendes, A. (2025). *Metrology and measurement uncertainty: Concepts and applications*. Springer

Gao, W. (Ed.). (2019). *Metrology*. Springer Nature [clásica]

Salicone, S. (Ed.). (2023). *Measurement uncertainty*. Springer.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Illowsky, B., & Dean, S. (2022). *Estadística para negocios y ciencias sociales*. OpenStax / Rice University. https://openstax.org/subjects/math

Pakay, J. (2023). *Foundations of biomedical science: Quantitative literacy theory and problems*. La Trobe eBureau. https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/

Wadehra, J. M. (2022). *Mathematics for biomedical physics*. Wayne State University Library System. https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/mathematics-for-biomedical-physics

Unidad II. Álgebra lineal y sistemas de ecuaciones

Competencia.

Modelar y resolver sistemas de ecuaciones lineales y operaciones vectoriales para analizar balances de flujo, procesos de calibración de sensores y fuerzas en equipos médicos, a fin de sustentar la validación de resultados y la toma de decisiones en contextos de ingeniería, mediante el uso de métodos matemáticos y herramientas tecnológicas, con precisión, orden metódico, verificación rigurosa de los resultados y responsabilidad en la seguridad del paciente.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Informe de calibración de sensores con interferencia cruzada y hoja de balance de fluidos, mediante el registro de verificación de fuerzas en brazo robótico y comparando valores con rangos seguros de variables de temperatura y presión mediante la solución de sistemas de ecuaciones lineales.

Contenido

2.1. Vectores y operaciones básicas
2.2. Matrices y determinantes
2.3. Sistemas de ecuaciones lineales
2.4. Aplicaciones en dispositivos médicos

Duración

06 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Grossman, S. I., & Flores Godoy, J. J. (2019). *Álgebra lineal*. (8.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana [clásica]

Lay, D. C., Lay, S. R., & McDonald, J. J. (2023). *Álgebra lineal y sus aplicaciones*. Pearson

Nicholson, W. K. (2003). *Álgebra lineal con aplicaciones.* (4.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Poole, D. (2017). *Álgebra lineal: Una introducción moderna*. (4.ª ed.). Cengage Learning. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

OpenStax College. (2021). *Álgebra lineal para ingeniería*. OpenStax / Rice University. https://openstax.org/subjects/math

OpenStax College. (2021). *Cálculo diferencial e integral* (Vol. 1 - Sección de vectores y geometría). OpenStax / Rice University. https://openstax.org/subjects/math

Pakay, J. (2023). *Foundations of biomedical science: Quantitative literacy theory and problems* (Sección de modelado matemático). La Trobe eBureau. https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/

Wadehra, J. M. (2022). *Mathematics for biomedical physics* (Capítulos 6 y 7: Determinants and Matrices). Wayne State University Library System. https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/mathematics-for-biomedical-physics

Unidad III. Funciones, límites y continuidad

Competencia

Analizar e interpretar funciones reales, sus límites y continuidad mediante métodos matemáticos y herramientas tecnológicas para modelar y evaluar fenómenos en contextos de ingeniería en dispositivos médicos, a fin de sustentar la validación de modelos y la detección de fallas, con pensamiento crítico y responsabilidad profesional.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Documento integrador que incluya gráfica y análisis de decaimiento de fármaco en parche transdérmico y reporte de anomalía por discontinuidad en señal de ECG, calculando concentraciones en distintos tiempos y recomendando una acción correctiva.

Contenido

3.1. Dominio, rango y gráficas de funciones
3.2. Funciones exponencial y logarítmica
3.3. Límites de funciones
3.4. Continuidad y discontinuidades

Duración

05 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Larson, R., & Edwards, B. H. (2023). *Cálculo diferencial*. Cengage.

Stewart, J., Clegg, D., & Watson, S. (2021). *Cálculo: Trascendentes tempranas*. Cengage.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

OpenStax College. (2021). *Cálculo diferencial e integral* (Vol. 1 - Capítulos de límites y continuidad). OpenStax / Rice University. https://openstax.org/books/calculus-volume-1/pages/1-introduction

OpenStax College. (2021). *Precálculo*. OpenStax / Rice University. https://openstax.org/subjects/math

Pakay, J. (2023). *Foundations of biomedical science: Quantitative literacy theory and problems* (Funciones exponenciales y logarítmicas aplicadas). La Trobe eBureau. https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/

Wadehra, J. M. (2022). *Mathematics for biomedical physics* (Capítulo 1: Differential Calculus). Wayne State University Library System. https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/mathematics-for-biomedical-physics

Unidad IV. Derivadas y aplicaciones

Competencia

Aplicar el concepto de derivada como razón de cambio para analizar tasas de variación y resolver problemas de optimización en la fabricación de dispositivos médicos, a fin de sustentar la mejora continua de procesos, mediante métodos matemáticos y herramientas tecnológicas, con rigor analítico, atención al detalle y responsabilidad profesional.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Documento integrador donde incluya hoja de monitoreo de rampa de calentamiento en autoclave, recomendación de optimización de tamaño de lote y certificado de incertidumbre dimensional, mediante un registro de control de velocidad de bomba peristáltica, utilizando técnicas de derivación para evaluar la velocidad en un tiempo dado y comparar con el límite seguro y tolerancia especificada

Contenido

4.1. Definición y reglas básicas de derivación
4.2. Regla de la cadena
4.3. Derivadas de funciones exponenciales y logarítmicas
4.4. Interpretación física de la derivada
4.5. Optimización mediante derivadas (máximos y mínimos)
4.6. Diferenciales y aproximaciones

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Larson, R., & Edwards, B. H. (2023). *Cálculo diferencial*. Cengage.

Stewart, J. (2006). *Cálculo: Conceptos y contextos* (3a ed.). Thomson Learning. [clásica]

Zill, D. G., & Wright, W. S. (2011). *Matemáticas 1: Cálculo diferencial*. McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

OpenStax College. (2021). *Cálculo diferencial e integral* (Vol. 1 - Capítulos de derivadas y aplicaciones). OpenStax / Rice University. https://openstax.org/books/calculus-volume-1/pages/4-introduction}

OpenStax College. (2021). *Cálculo diferencial e integral* (Vol. 3 - Optimización). OpenStax / Rice University. https://openstax.org/subjects/math

Pakay, J. (2023). *Foundations of biomedical science: Quantitative literacy theory and problems* (Tasas de cambio en modelos biomédicos). La Trobe eBureau. https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/

Wadehra, J. M. (2022). *Mathematics for biomedical physics* (Capítulo 1: Differential Calculus). Wayne State University Library System. https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/mathematics-for-biomedical-physics

Unidad V. Integrales básicas y aplicaciones

Competencia

Aplicar la integral definida e indefinida para calcular acumulaciones en volúmenes de llenado, dosis total administrada y área bajo curva de concentración de fármaco, mediante el establecimiento de la conexión con el análisis de probabilidad y estadística, para verificar que las dosis no excedan límites seguros y realizar una interpretación rigurosa de resultados como base para el control de procesos en dispositivos médicos, con responsabilidad ética y objetividad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Portafolio de evidencias con informe farmacocinético, hoja de administración, hoja de control y hoja de producción que incluya los cálculos de volumen total por integral definida, comparando el resultado con la especificación mínima requerida, la dosis total administrada y la dosis máxima permitida para determinar si la programación de la bomba es segura para el paciente.

Contenido

5.1. Integral indefinida y antiderivadas
5.2. Integral definida y teorema fundamental del cálculo
5.3. Método de sustitución simple
5.4. Aplicaciones de la integral definida
5.5. Conexión con probabilidad y estadística

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Ayres, F., Jr., & Mendelson, E. (2010). *Cálculo* (5a ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores [clásica]

Larson, R., & Edwards, B. H. (2023). *Cálculo integral*. Cengage.

Zill, D. G., Wright, W. S., e Ibarra Escutia, J. (2015). *Matemáticas 2: Cálculo integral* (2ª ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Illowsky, B., & Dean, S. (2022). *Estadística para negocios y ciencias sociales* (Capítulo 5 - Distribuciones continuas). OpenStax / Rice University. https://openstax.org/books/statistics/pages/5-introduction

OpenStax College. (2021). *Cálculo diferencial e integral* (Vol. 3 - Optimización). OpenStax / Rice University. https://openstax.org/subjects/math

OpenStax College. (2021). *Cálculo diferencial e integral* (Vol. 2 - Capítulos de integral definida e indefinida). OpenStax / Rice University. https://openstax.org/books/calculus-volume-2/pages/1-introduction

Pakay, J. (2023). *Foundations of biomedical science: Quantitative literacy theory and problems* (Aplicaciones de integrales en farmacocinética). La Trobe eBureau. https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/

Wadehra, J. M. (2022). *Mathematics for biomedical physics* (Capítulo 2: Integral Calculus). Wayne State University Library System. https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/mathematics-for-biomedical-physics

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Números reales, exactitud, precisión y errores

Práctica 1: Expediente de control de calidad y certificación de lote de dispositivos médicos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Calcula errores absolutos y relativos.
3. Decide aceptación o rechazo inicial del lote.
4. Analiza propagación de incertidumbres y desviaciones.
5. Identifica si es problema de exactitud o precisión.
6. Emite un dictamen final por cada dispositivo y un certificado consolidado del lote.
7. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Formatos y hojas de datos impresos
- Proyector
- Computadora.
- Pizarrón y marcadores.
- Calculadora científica básica.
- Hojas de papel milimétrico o cuadriculado

Práctica 2: Propagación de incertidumbre y certificación de densidad de implantes

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Calcula la propagación de incertidumbre en un lote de implantes poliméricos.
3. Identifica fuentes de error adicionales.
4. completa un certificado de análisis (COA) para cada lote.
5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Datos de masa y volumen de implantes poliméricos
- Proyector
- Computadora
- Pizarrón y marcadores
- Calculadora científica básica

Unidad II. Álgebra lineal y sistemas de ecuaciones

Práctica 3: Balance de flujos y calibración de sensores con interferencia cruzada

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Calcula la propagación de incertidumbre en un lote de implantes poliméricos.
3. Identifica fuentes de error adicionales.
4. completa un certificado de análisis (COA) para cada lote.
5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Datos de masa y volumen de implantes poliméricos
- Proyector
- Computadora
- Pizarrón y marcadores
- Calculadora científica básica

Práctica 4: Calibración de sensores con interferencia cruzada

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Calcula la propagación de incertidumbre en un lote de implantes poliméricos.
3. Identifica fuentes de error adicionales.
4. Completa un certificado de análisis COA para cada lote.
5. Compara los resultados obtenidos con la especificación de diseño del implante.
6. Discute en equipo las implicaciones clínicas de liberar un lote fuera de especificación.
7. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Hoja de datos con escenarios de calibración de sensores
- Informe de calibración de sensores

- Lista de verificación para el estudiante para autoevaluación
- Calculadora científica
- Computadora
- Cronómetro o temporizador
- Pizarrón blanco o rotafolio

Unidad III. Funciones, límites y continuidad

Práctica 5: Modelado de sensores, decaimiento de fármacos y detección de discontinuidades

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Determina el dominio, rango y asíntotas de la función del sensor de autoclave
3. Calcula el voltaje de salida del sensor a la temperatura de esterilización.
4. Evalúa la función de decaimiento del fármaco.
5. Gráfica la función de decaimiento en papel milimétrico y etiquetar ejes y puntos clave.
6. Calcula límites laterales, evalúa la función en el punto y clasifica la discontinuidad de la señal de ECG dada por tramos.
7. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Hoja de datos de función del sensor de autoclave
- Hoja de datos con la función por tramos para señal de ECG con discontinuidad
- Ficha técnica de sensor
- Formato para graficación y análisis de decaimiento
- Reporte de anomalía por discontinuidad
- Lista de verificación de autoevaluación para el estudiante

Unidad IV. Derivadas y aplicaciones

Práctica 6: Tasas de cambio y control de equipos médicos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Deriva la función de posición de la bomba peristáltica para obtener la velocidad.
3. Evalúa la velocidad en un tiempo definido y compara con el límite seguro de la bomba.
4. Deriva la función de temperatura del autoclave.
5. Evalúa la tasa de calentamiento en un tiempo definido e interpreta su signo y magnitud.
6. Resuelve dos escenarios adicionales con parámetros modificados de las funciones originales.
7. Completa el registro de control de bomba
8. Completa la hoja de monitoreo de autoclave.
9. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Función de posición de bomba peristáltica
- Función de temperatura de autoclave
- Escenarios adicionales con parámetros modificados
- Plantilla de registro de control de bomba
- Hoja de monitoreo de autoclave
- Lista de verificación para autoevaluación del estudiante
- Calculadora científica
- Computadora
- Cronómetro o temporizador
- Pizarrón blanco o rotafolio

Práctica 7: Optimización y diferenciales para mejora de procesos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Deriva la función de costo para producción de válvulas cardíacas.
3. Encuentra el punto crítico definiendo el tamaño de lote óptimo.
4. Verifica que el punto crítico corresponde a un mínimo usando el criterio de la segunda derivada.
5. Calcula el costo mínimo y redacta la recomendación a producción.
6. Calcula el volumen nominal de la jeringa cilíndrica.

7. Calcular el diferencial total del volumen y estimar el error máximo.
8. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Función de costo para válvulas cardíacas
- Dimensiones de jeringa
- Escenarios adicionales con parámetros modificados
- Formato de recomendaciones a producción
- Certificado de incertidumbre dimensional en blanco
- Calculadora científica
- Computadora
- Cronómetro o temporizador
- Pizarrón blanco o rotafolio

Unidad V. Integrales básicas y aplicaciones

Práctica 8: Acumulación de dosis, AUC y control de seguridad

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Calcula el volumen total administrado por una bomba de infusión con caudal constante durante un tiempo definido mediante integral definida.
3. Calcula el volumen total llenado por una máquina con caudal variable durante un tiempo mediante integral definida.
4. Verifica el resultado del caudal variable aproximando el área con el método del trapecio.
5. Calcula el área bajo la curva de concentración en un tiempo definido mediante integral definida.
6. Compara el resultado de concentración obtenido con la especificación mínima requerida
7. Calcula la dosis total administrada por una bomba de infusión con caudal variable durante un tiempo definido.
8. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Hoja de datos de caudal constante
- Hoja de datos de caudal variable
- Hoja de datos de concentración de fármaco
- Hoja de datos de caudal variable
- Hoja de administración de fármaco
- Hoja de producción
- Informe farmacocinético
- Hoja de control de dosificación acumulada
- Calculadora científica
- Computadora
- Cronómetro o temporizador
- Pizarrón blanco o rotafolio

Práctica 9: Análisis integral de un proceso de llenado de jeringas farmacéuticas

Duración

05 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Calcula el error absoluto, error relativo y porcentaje de lote no conforme para mediciones de volumen de jeringas con tolerancia definida.
3. Determina si el problema de desviación en el lote es de exactitud o precisión calculando media y desviación estándar.
4. Resuelve un sistema de ecuaciones para calibrar la bomba de llenado a partir de dos lecturas de caudal con interferencia.
5. Deriva la función de velocidad de llenado y evalúa la tasa de cambio en un tiempo definido.
6. Optimiza el tiempo de ciclo encontrando el mínimo de la función de costo.
7. Calcula mediante integral definida el volumen total llenado durante un tiempo definido con caudal variable.
8. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y entregarlo al docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Hoja de datos con mediciones de volumen de jeringas
- Hoja de datos del sistema de calibración de bomba de llenado

- Hoja de datos con las funciones de velocidad de llenado.
- Hoja de datos con las funciones de costo
- Hoja de datos de caudal variable.
- Calculadora científica
- Cronómetro o temporizador
- Pizarrón blanco o rotafolio

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Microaprendizaje (microlearning)
- Clase invertida (flipped classroom)

- Foros de discusión guiada
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)

Estrategias de aprendizaje

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)

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 taller	30%
- Metas de las unidades	30%
- Portafolio de evidencias	20%
Total	100%

XI. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Ingeniería Industrial o afín, preferentemente con posgrado en área matemática o biomédica. Experiencia profesional en procesos de manufactura y calidad de al menos 2 años. Ser una persona proactiva, responsable 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 Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Comunicación Oral y Escrita
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapa de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Lorena Haydee Reynoso Osuna Erika Alejandra Valdés Sánchez
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Comunicación Oral y Escrita tiene como finalidad fortalecer las destrezas que permitan al estudiantado expresarse correctamente en distintas situaciones comunicativas, mediante el manejo adecuado del sistema lingüístico compuesto de elementos fonéticos, morfosintácticos, semánticos y discursivos. Su utilidad radica en que permitirá al estudiantado redactar documentos como curriculum vitae, informe y reporte técnico, correo electrónico y solicitud, además de comunicarse efectivamente de manera verbal y no verbal en entornos laborales. Esta unidad de aprendizaje es de carácter obligatorio, se ubica en la etapa básica y pertenece al área de conocimiento de Producción.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar las técnicas de comunicación, mediante el uso de los conocimientos teóricos de la expresión oral, escrita y corporal, apoyados en tecnologías de la información y enfocados el perfil del ingeniero, para mejorar la capacidad de escuchar y expresar tanto las ideas como experiencias, con una actitud de tolerancia y respeto hacia las personas.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Presenta un portafolio de evidencia que integre los siguientes documentos: curriculum vitae, informe y reporte técnico, correo electrónico y solicitud, y una reflexión de la utilidad de los mismos en la ingeniería.
2. Participación en simulaciones de reuniones y presentaciones de proyectos organizacionales.

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

Crear e implementar herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, uso de herramientas, y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos. Con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Inclusión.

VIII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Ingeniería y comunicación

Competencia

Identificar los conceptos generales de la comunicación, mediante el estudio de su proceso e importancia, tomando en cuenta los niveles, barreras y las nuevas tecnologías, para establecer una comunicación efectiva y asertiva que pueda aplicarse en la ingeniería, con una actitud crítica y reflexiva.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

- Evaluación
- Análisis de grado de comunicación
- Esquema
- Reflexión escrita
- Simulación de conflicto laboral

Contenido

1.1. Concepto de comunicación, alcances e importancia
1.2. El proceso y los modelos de la comunicación
1.3. Los ingenieros, la comunicación y las nuevas tecnologías
1.4. Niveles de la comunicación
    1.4.1. Intrapersonal
    1.4.2. Interpersonal
    1.4.3. Social, grupal, masiva
1.5. Barreras de la comunicación
    1.5.1. Interferencias: físicas, psicológicas, semánticas, fisiológicas, administrativas
1.6. Comunicación asertiva
    1.6.1. Concepto de comunicación asertiva
    1.6.2. Técnicas de comunicación asertiva
    1.6.3. Simulación de junta de trabajo y manejo de conflictos laborales

Duración

09 horas

Bibliografía básica

Alberti, R. E., & Emmons, M. L. (2008). *Your perfect right: Assertiveness and equality in your life and relationships.* Impact Publishers. [clásica]

Lange, A. J., & Jakubowski, P. (1976). *Responsible assertive behavior: Cognitive/behavioral procedures for trainers.* Research Press. [clásica]

Littlejohn, S. W., Foss, K. A., & Oetzel, J. G. (2017). *Theories of human communication* (11th ed.). Waveland Press.[clásica]

McQuail, D. (2010). *McQuail's mass communication theory (6th ed.).* SAGE Publications.[clásica]

West, R., & Turner, L. H. (2018). Int*roducing communication theory: Analysis and application* (6th ed.). McGraw-Hill Education. [clásica]

Bibliografía complementaria

BBC Learning English. (s. f.). *BBC Learning English*. https://www.bbc.co.uk/learningenglish

Coursera. (s. f.). *Coursera*. https://www.coursera.org

Harvard Business Review. (s. f.). *Harvard Business Review*. https://hbr.org

Khan Academy. (s. f.). *Khan Academy*. https://www.khanacademy.org

TED. (s. f.). *TED: Ideas worth spreading*. https://www.ted.com

Universidad Nacional Autónoma de México. (s. f.). *Universidad Nacional Autónoma de México*. https://www.unam.mx

YouTube. (s. f.). *YouTube*. https://www.youtube.com

Unidad II. Comunicación escrita

Competencia

Elaborar documentos profesionales con transparencia y honestidad, mediante el uso de las reglas ortográficas y lineamientos de la redacción, procurando la claridad y precisión de la comunicación escrita dentro de la industria de la ingeniería.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

1. Portafolio de documentos profesionales
2. Exposiciones y evaluación

Contenido

2.1. Ortografía general
- 2.1.1. Reglas generales de acentuación
- 2.1.2. Signos de puntuación
- 2.1.3. Uso de grafías complejas

2.2. Redacción
- 2.2.1. Planeación de la redacción (planificación, textualización y revisión)
- 2.2.2. Métodos y técnicas de redacción
- 2.2.3. Elementos: fondo y forma
- 2.2.4. Características de redacción (claridad, sencillez, precisión, concisión, integridad, corrección)

2.3. El párrafo (estructura y clasificación)
- 2.3.1. Párrafo de introducción
- 2.3.2. Párrafo de desarrollo
  - 2.3.2.1. Párrafo descriptivo
  - 2.3.2.2. Párrafo expositivo
  - 2.3.2.3. Párrafo argumentativo
  - 2.3.2.4. Párrafo de transición
  - 2.3.2.5. Párrafo de conclusión

2.4. Redacción de documentos profesionales en el ámbito de la ingeniería
- 2.4.1. Curriculum vitae
- 2.4.2. Informe técnico
- 2.4.3. Reporte técnico
- 2.4.4. Correo electrónico
- 2.4.5. Solicitud (insumos, mantenimiento, equipo, personal, permisos)

Duración

11 horas

Bibliografía básica

Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad.* Fondo de Cultura Económica. [clásica]

Cassany, D. (2006). *La cocina de la escritura.* Anagrama. [clásica]

Cassany, D. (2012). *Describir el escribir: Cómo se aprende a escribir.* Paidós. [clásica]

García Negroni, M. M., & Tordesillas, M. (2001). *La escritura en la formación profesional.* Ediciones del Signo. [clásica]

Serafini, M. T. (2007). Cómo se escribe. Paidós.[clásica]

Zavala, V. (2009). *Escritura académica y comunicación profesional.* Pontificia Universidad Católica del Perú. [clásica]

Bibliografía complementaria

Canva. (s.f.). *Plantillas para CV y documentos profesionales*

https://www.canva.com

FundéuRAE. (s.f.). *Recomendaciones prácticas de redacción*

https://www.fundeu.es

Google Docs. (s.f.). *Herramienta colaborativa para redacción*

https://docs.google.com

Grammarly. (s.f.). *Apoyo para redacción*

https://www.grammarly.com

Purdue Online Writing Lab. (s.f.). *Guías de escritura académica*

https://owl.purdue.edu

Real Academia Española. (s.f.). *Ortografía, gramática y dudas lingüísticas*

https://www.rae.es

Universidad de Chile. (s.f.). *Manual de redacción académica*

https://www.uchile.cl

Unidad III. Comunicación verbal y no verbal

Competencia

Utilizar la comunicación verbal y no verbal, fundamentándose en los conocimientos lingüísticos, para comunicarse de manera eficaz y pertinente ante diferentes audiencias y ambientes organizacionales, en situaciones personales, sociales y profesionales, con propiedad y objetividad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

- Evaluación
- Mapa conceptual
- Exposiciones
- Simulación de junta de trabajo

Contenido

3.1. Comunicación organizacional
  3.1.1. Líneas de comunicación organizacional
  3.1.2. Canales de comunicación organizacional
  3.1.3. Toma de decisiones
3.2. Niveles y precisión en el uso del lenguaje en el contexto laboral
  3.2.1. Culto, Técnico, Popular y Vulgar
3.3. Habilidades de comunicación eficaz en contextos organizacionales
  3.3.1. Cualidades del comunicador eficaz
  3.3.2. Posturas frente al interlocutor: kinesia, proxémica y paralingüística
  3.3.3. Manejo de la tensión, nerviosismo y vicios del lenguaje
3.4 Simulación de reuniones y presentación de proyectos (participación y escucha activa)
  3.4.1. Tipos de presentación: leído, memorizado, improvisado y espontáneo
  3.4.2. Material de apoyo para presentar el discurso (verbales y visuales)

Duración

12 horas

Bibliografía básica

Bovee, C. L., & Thill, J. V. (2021). *Business communication today* (14th ed.). Pearson.

Cestero Mancera, A. M. (2014). *Comunicación no verbal y comunicación eficaz.* Arco Libros.

Costa, J. (2012). *La comunicación en la empresa.* Trillas.

Fernández Collado, C. (2012). *Comunicación organizacional.* McGraw-Hill. [clásica]

Holtzhausen, D. R., & Zerfass, A. (2015). *Strategic communication: Opportunities and challenges of the research area.* Routledge. [clásica]

Miller, K. (2015). *Organizational communication: Approaches and processes* (7th ed.). Cengage Learning. [clásica]

Putnam, L. L., & Mumby, D. K. (2014). *The SAGE handbook of organizational communication: Advances in theory, research, and methods* (3rd ed.). SAGE Publications. [clásica]

Rojas, E. (2010). *Cómo hablar bien en público*. Planeta. [clásica]

Bibliografía complementaria

Coursera. (s.f.). *Cursos sobre comunicación oral y presentaciones*. https://www.coursera.org

edX. (s.f.). *Cursos de universidades sobre comunicación profesional*

https://www.edx.org

MindTools. (s.f.). *Técnicas de comunicación y liderazgo*

https://www.mindtools.com

TED. (s.f.). *Ejemplos de presentaciones efectivas*

https://www.ted.com

Toastmasters International (s.f.). *Recursos para hablar en público*

https://www.toastmasters.org

YouTube. (s.f.). *Videos sobre lenguaje corporal y presentaciones*

https://www.youtube.com

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Ingeniería y comunicación

Práctica 1: Evaluación de grado y estilos de comunicación

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Responde un cuestionario sobre el estilo de comunicación personal.
3. Analiza las fortalezas y áreas de mejora identificadas a partir de la herramienta proporcionada por el o la docente.
4. Elabora una reflexión escrita sobre el propio estilo de comunicación.
5. Comparte la reflexión ante el grupo de forma voluntaria.
6. Participa en un proceso de retroalimentación entre pares.

Recursos de apoyo

- Cuestionarios impresos o en formato digital.

Práctica 2: Identificación de barreras de comunicación

Duración

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa el material audiovisual proporcionado.
3. Identifica los tipos de barreras de comunicación presentes en la obra cinematográfica compartida por la persona docente.
4. Registra en el cuaderno las barreras identificadas.
5. Comparte ante el grupo los hallazgos obtenidos.
6. Participa en un proceso de retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Material audiovisual (video o película).

Práctica 3: Resolución de conflicto laboral

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Escucha con atención el caso de conflicto laboral presentado por el o la docente.
3. Identificar los principales elementos del proceso de comunicación (emisor, receptor, canal y mensaje).
4. Ubica qué tipo de barreras se presentan en la situación, así como el tipo de comunicación.
5. Desarrolla un esquema que represente el conflicto dentro del proceso de comunicación.
6. Elabora una reflexión en el cuaderno y posteriormente proponer una posible resolución, empleando las técnicas de comunicación asertiva revisadas en clase.
7. Comparte ante el grupo los hallazgos obtenidos.
8. Participa en un proceso de retroalimentación guiado docente.

Recursos de apoyo

- Casos prácticos de conflictos laborales impresos proporcionados por el o la docente para su análisis.

Unidad II. Comunicación escrita

Práctica 4: Exposición de estructura de documentos profesionales en equipo

Duración

05 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos de trabajo para la exposición de contenidos.
3. Asigna el o la docente los temas de exposición a cada equipo.
4. Investiga la estructura del documento profesional asignado.
5. Elabora, con base en la investigación realizada, una presentación para la exposición.
6. Expone el tema ante el grupo.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Equipos audiovisuales.

Práctica 5: Portafolio de documentos profesionales

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Redacta e integra los siguientes documentos profesionales: currículum vitae, informe técnico, reporte técnico, correo electrónico y solicitud.
3. Verifica que cada documento cumpla con la estructura y los elementos correspondientes.
4. Integra los documentos en un formato de portafolio ordenado y presentable.
5. Entrega el portafolio de documentos profesionales en la fecha establecida.

Recursos de apoyo

- Ejemplos de documentos profesionales (currículum vitae, informes, reportes, correos electrónicos y solicitudes).

Unidad III. Comunicación verbal y no verbal

Práctica 6: Técnicas de control de nerviosismo y manejo de tensión

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Integra equipos de trabajo para la exposición de contenidos.
2. Asigna el o la docente, una técnica específica a cada equipo.
3. Analiza el material previamente asignado.
4. Elabora una explicación clara y estructurada de la técnica correspondiente.
5. Diseña e implementa una dinámica que permita al resto del grupo comprender la técnica mediante su aplicación práctica.
6. Participar en un proceso de retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Equipos audiovisuales.

Práctica 7: Análisis de lenguaje verbal y no verbal

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Observa un video de un conferencista.
2. Analiza la expresión verbal y no verbal del conferencista mostradas durante su discurso (kinesia, proxémica y paralingüística)
3. Redacta un análisis crítico sobre el desempeño del conferencista incluyendo los aspectos vistos en clase.
4. Comparte ante el grupo los hallazgos obtenidos.
5. Participa en un proceso de retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Material y equipo audiovisual.

Práctica 8: Simulación de reunión empresarial

Duración

05 horas

Procedimiento

- Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
- Integra equipos de trabajo, considerando el número de integrantes indicado por el o la docente.
- Se reúne en equipos para plantear una temática simulando una reunión empresarial.
- Asigna a cada integrante un rol diferente, mientras el resto del grupo analiza el desarrollo del diálogo y el desenvolvimiento de los participantes (verbal y no verbal, así como la escucha activa).
- Participa en el proceso de retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Material impreso con el tema de la reunión empresarial.

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aplicará examen diagnóstico, así como evaluaciones parciales, ordinarias y extraordinarias.
- Introducirá algunos de los temas básicos y reforzará las exposiciones de los equipos cuando sea pertinente.
- Retroalimentar a los estudiantes en sus presentaciones orales y escritas.
- Aplicará dinámicas escritas y vivenciales relacionadas con los temas a tratar.
- Asesorará y coordinará las exposiciones de los equipos.
- Revisará y orientará sobre la redacción de textos.
- Exigirá el uso adecuado del lenguaje verbal y no verbal.
- Desarrollará sesiones de taller para la realización de las prácticas propuestas.

Estrategias de aprendizaje

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos colaborativos
- Investigación documental mediante fuentes electrónicas
- Práctica reflexiva

- Resolverá un examen diagnóstico oral y/o escrito con la finalidad de identificar áreas de oportunidad de mejora.
- Resolverá casos prácticos sobre el tema de comunicación y el entorno profesional.
- Procesa mediante cuadros sinópticos, comparativos y mapas conceptuales temas expuestos por el profesor o sus compañeros.
- Ejercitar la aplicación de reglas generales de acentuación, puntuación y las grafías complejas.
- Analizará y redactará textos propios del ámbito de la ingeniería: currículum vitae, informe técnico, reporte técnico y solicitud.
- Elaborará presentaciones audiovisuales para expresarse frente a grupo sobre temas de la unidad de aprendizaje.
- El presente curso es teórico-práctico y requiere de la participación dinámica del alumno, tanto en los trabajos grupales como en los individuales.

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 y/o exposiciones	60%
- Prácticas taller y tareas	30%
- Portafolio de documentos profesionales	10%
Total	100%

XI. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Comunicación, Lingüística, Educación, Ingeniería o Disciplinas afines. Se valorará experiencia en el ámbito industrial o en contextos profesionales donde se apliquen procesos de comunicación técnica. Asimismo, deberá demostrar competencias didácticas para el diseño e implementación de estrategias de enseñanza-aprendizaje centradas en el desarrollo de habilidades comunicativas, promoviendo el trabajo colaborativo, el pensamiento crítico y la

expresión clara de ideas en contextos técnicos. Se espera que la persona docente fomente un ambiente de respeto, inclusión y participación activa, brindando retroalimentación oportuna y pertinente para el fortalecimiento de las competencias comunicativas del estudiantado en el ámbito profesional.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Estadística Descriptiva
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapa de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	José Jaime Esqueda Elizondo Carlos Uriel Gastelum Acosta
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje le permitirá a cada estudiante desarrollar habilidades para presentar datos resumidos en gráficos y obtener información a través de la estadística descriptiva para dar seguimiento a procesos o servicios, mediante el uso de tecnología y herramientas computacionales. Se ubica en la etapa básica; es de carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento de Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Interpretar el comportamiento de los procesos industriales mediante técnicas de estadística descriptiva y herramientas computacionales para sintetizar información que los represente, con sentido crítico, objetividad y actitud proactiva.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora y entrega un reporte de análisis de procesos industriales que incluya: metodologías de muestreo, aplicación del análisis estadístico, gráficas, interpretación de resultados y conclusión.

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

Crear e implementar herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, uso de herramientas, y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos, con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Distribución de frecuencias

Competencia

Construir una tabla de distribución de frecuencias mediante la clasificación en intervalos para mostrar el comportamiento de los datos con objetividad y sentido crítico.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora reportes que incluyan la metodología, tablas de distribución de frecuencias, intervalos de clase, con apoyo de herramientas tecnológicas.

Contenido

1.1. Introducción a la Estadística
    1.1.1. Población y muestra
    1.1.2. Parámetro y estadístico
    1.1.3. Técnicas de muestreo
    1.1.4. Tipos de Variables
1.2. Distribución de Frecuencia para Variables Discretas
    1.2.1. Frecuencia absoluta y relativa
    1.2.2. Frecuencia absoluta acumulada y relativa acumulada
1.3. Distribución de Frecuencia para Variables Continuas
    1.3.1. Intervalo de clase
    1.3.3. Frecuencia absoluta y relativa
    1.3.3. Frecuencia absoluta acumulada y relativa acumulada
1.4. Distribución de Frecuencias en Software
    1.4.1. Uso de herramientas computacionales

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Kahl, A. (2023). *Introductory Statistics*. Bentham Science Publishers.

Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2023). *Introducción a la probabilidad y estadística*. Cengage. http://libcon.rec.uabc.mx:2048/login?url=https://www.ebooks7-24.com:443/?il=33955

Navidi, W. C. (2022). *Estadística para ingenieros y científicos* (1a ed). McGraw-Hill Interamericana.

Walpolen, R., Myers, R. H., Myers, S. I., & Ye, K. (2022). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Pearson Educación de México. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786073256681/pageid/5

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Cox, F. T., González, D., Magreñán, Á. A., & Orcos, L. (2022). Enseñanza de estadística descriptiva mediante el uso de simuladores y laboratorios virtuales en la etapa universitaria. *Bordón. Revista de Pedagogía, 74*(4), 103-123. https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94121

Khan Academy. (2026). *Analizar datos categóricos*. Estadística y probabilidad. https://es.khanacademy.org/math/statistics-probability

Kunin, D., Guo, J., Dae Devlin, T., Xiang, D., & Orozco, C. (2026). *Viendo la Teoría*. Seeing Theory. http://seeingtheory.io

Medina-Hernández, E. J., Muñiz, J. L., Guzmán-Aguiar, D. S., & Holguín-Higuita, A. (2022). Recursos y estrategias para la enseñanza de la estadística y la analítica de datos en la educación superior. *Formación universitaria, 15*(3), 61-68. https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000300061

Unidad II. Medidas de tendencia central

Competencia

Calcular parámetros descriptivos de datos para describir el comportamiento de un proceso industrial mediante el uso de las medidas de tendencia central y de herramientas tecnológicas, con sentido crítico e imparcialidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora reportes que incluyan la metodología, las medidas de tendencia central, con apoyo de herramientas tecnológicas, así como su interpretación.

Contenido

2.1. Medidas de tendencia central para datos no agrupados
    2.1.1. Media
    2.1.2. Mediana
    2.1.3. Moda
2.2. Medidas de tendencia central para datos agrupados
    2.2.1. Media
    2.2.2. Mediana
    2.2.3. Moda
2.3 Medidas de Tendencia Central en Software
    2.3.1. Uso de herramientas computacionales

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Kahl, A. (2023). *Introductory Statistics*. Bentham Science Publishers.

Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2023). *Introducción a la probabilidad y estadística*. Cengage. http://libcon.rec.uabc.mx:2048/login?url=https://www.ebooks7-24.com:443/?il=33955

Navidi, W. C. (2022). *Estadística para ingenieros y científicos*. McGraw-Hill Interamericana.

Walpolen, R., Myers, R. H., Myers, S. I., & Ye, K. (2022). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Pearson Educación de México. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786073256681/pageid/5

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Cox, F. T., González, D., Magreñán, Á. A., & Orcos, L. (2022). Enseñanza de estadística descriptiva mediante el uso de simuladores y laboratorios virtuales en la etapa universitaria. *Bordón. Revista de Pedagogía, 74*(4), 103-123. https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94121

Khan Academy. (2026). *Analizar datos categóricos*. Estadística y probabilidad. https://es.khanacademy.org/math/statistics-probability

Kunin, D., Guo, J., Dae Devlin, T., Xiang, D., & Orozco, C. (2026). *Viendo la Teoría*. Seeing Theory. http://seeingtheory.io

Medina-Hernández, E. J., Muñiz, J. L., Guzmán-Aguiar, D. S., & Holguín-Higuita, A. (2022). Recursos y estrategias para la enseñanza de la estadística y la analítica de datos en la educación superior. *Formación universitaria, 15*(3), 61-68. https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000300061

Unidad III. Medidas de dispersión

Competencia

Calcular la variabilidad de los procesos industriales para determinar sus rangos de operación mediante herramientas informáticas, con responsabilidad y una actitud proactiva.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora reportes que incluyan la metodología, las medidas de dispersión obtenidas, con apoyo de herramientas tecnológicas, así como su interpretación.

Contenido

3.1. Medidas de dispersión para datos no agrupados
- 3.1.1. Rango
- 3.1.2. Varianza
- 3.1.3. Desviación estándar.

3.2. Medidas de dispersión para datos agrupados
- 3.2.1. Rango
- 3.2.2. Varianza
- 3.2.3. Desviación estándar.

3.3 Medidas de dispersión en Software
- 3.3.1. Uso de herramientas computacionales

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Kahl, A. (2023). *Introductory Statistics*. Bentham Science Publishers.

Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2023). *Introducción a la probabilidad y estadística*. Cengage. http://libcon.rec.uabc.mx:2048/login?url=https://www.ebooks7-24.com:443/?il=33955

Navidi, W. C. (2022). *Estadística para ingenieros y científicos*. McGraw-Hill Interamericana.

Walpolen, R., Myers, R. H., Myers, S. I., & Ye, K. (2022). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Pearson Educación de México. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786073256681/pageid/5

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Cox, F. T., González, D., Magreñán, Á. A., & Orcos, L. (2022). Enseñanza de estadística descriptiva mediante el uso de simuladores y laboratorios virtuales en la etapa universitaria. *Bordón. Revista de Pedagogía, 74*(4), 103-123. https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94121

Khan Academy. (2026). *Analizar datos categóricos*. Estadística y probabilidad. https://es.khanacademy.org/math/statistics-probability

Kunin, D., Guo, J., Dae Devlin, T., Xiang, D., & Orozco, C. (2026). *Viendo la Teoría*. Seeing Theory. http://seeingtheory.io

Medina-Hernández, E. J., Muñiz, J. L., Guzmán-Aguiar, D. S., & Holguín-Higuita, A. (2022). Recursos y estrategias para la enseñanza de la estadística y la analítica de datos en la

educación superior. *Formación universitaria, 15*(3), 61-68. https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000300061

Unidad IV. Representación gráfica de datos

Competencia

Graficar el comportamiento de los datos mediante herramientas informáticas para su análisis, con actitud proactiva, sentido crítico y responsabilidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora reportes que incluyan la metodología, las gráficas obtenidas con el apoyo de herramientas tecnológicas y su interpretación.

Contenido

4.1. Gráficas para datos discretos
- 4.1.1. Diagrama de barras
- 4.1.2. Diagrama Circular
- 4.1.3. Diagrama de Pareto
- 4.1.3. Gráfico de Puntos

4.2. Gráficas para datos continuos
- 4.2.1. Histograma
- 4.2.2. Polígono de Frecuencias
- 4.2.3. Ojiva
- 4.2.4. Diagrama de Caja y Bigotes
- 4.2.5. Gráfico de Líneas

4.3 Generación de gráficas en Software
- 4.3.1. Uso de herramientas computacionales

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Kahl, A. (2023). *Introductory Statistics*. Bentham Science Publishers.

Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2023). *Introducción a la probabilidad y estadística*. Cengage. http://libcon.rec.uabc.mx:2048/login?url=https://www.ebooks7-24.com:443/?il=33955

Navidi, W. C. (2022). *Estadística para ingenieros y científicos*.McGraw-Hill Interamericana.

Walpolen, R., Myers, R. H., Myers, S. I., & Ye, K. (2022). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Pearson Educación de México. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786073256681/pageid/5

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Cox, F. T., González, D., Magreñán, Á. A., & Orcos, L. (2022). Enseñanza de estadística descriptiva mediante el uso de simuladores y laboratorios virtuales en la etapa universitaria. *Bordón. Revista de Pedagogía, 74*(4), 103-123. https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94121

Khan Academy. (2026). *Analizar datos categóricos*. Estadística y probabilidad. https://es.khanacademy.org/math/statistics-probability

Kunin, D., Guo, J., Dae Devlin, T., Xiang, D., & Orozco, C. (2026). *Viendo la Teoría*. Seeing Theory. http://seeingtheory.io

Medina-Hernández, E. J., Muñiz, J. L., Guzmán-Aguiar, D. S., & Holguín-Higuita, A. (2022). Recursos y estrategias para la enseñanza de la estadística y la analítica de datos en la educación superior. *Formación universitaria, 15*(3), 61-68. https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000300061

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Distribución de frecuencias

Práctica 1: Distribución de Frecuencia para Variables Discretas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Utiliza la base de datos de atributos proporcionada
3. Determina los valores únicos de la variable (categorías o niveles) para establecer las clases de la distribución sin necesidad de intervalos de rango.
4. Realiza el conteo de frecuencias absolutas para cada categoría, asegurando que la suma sea igual al tamaño total de la muestra.
5. Calcula las frecuencias relativas, identificando la representatividad de cada valor discreto respecto del total del proceso.
6. Construye la tabla de frecuencias acumuladas
7. Redacta una conclusión técnica que resuma el comportamiento de la variable.
8. Documenta los resultados en un reporte ejecutivo y recibe retroalimentación sobre la claridad de la presentación de los datos.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital sobre tablas de frecuencia.
- Calculadora científica.
- Acceso a internet

Práctica 2: Distribución de Frecuencia para Variables Continuas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Organiza el conjunto de datos de mediciones e identifica los valores máximo y mínimo.
3. Calcula el rango de la serie de datos para determinar la amplitud total de la variación del proceso.
4. Determina el número de intervalos de clase, manteniendo un sentido crítico sobre la necesidad de granularidad.

5. Establece la amplitud de la clase dividiendo el rango en el número de intervalos, asegurando que todos los datos queden contenidos sin traslapes.
6. Define los límites de clase (inferiores y superiores) y calcula la marca de clase, es decir, el punto representativo de cada intervalo, para cálculos posteriores.
7. Realiza el conteo de frecuencias absolutas y relativas para cada intervalo,
8. Redacta una conclusión técnica que resuma el comportamiento de la variable.
9. Documenta los resultados en un reporte ejecutivo y recibe retroalimentación sobre la claridad de la presentación de los datos.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital sobre tablas de frecuencia.
- Calculadora científica.
- Acceso a internet

Unidad II. Medidas de tendencia central

Práctica 3: Medidas de tendencia central para datos no agrupados

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Organiza la serie de datos brutos
3. Ordena los datos de forma ascendente, paso crítico para la identificación manual de la mediana y la detección visual de valores extremos.
4. Calcula la media aritmética sumando todos los valores y dividiendo entre el número total de observaciones
5. Identifica la mediana como el valor central de la serie ordenada; si el número de datos es par, calcula el promedio de los dos valores centrales.
6. Determina la moda identificando el valor o valores que presentan la mayor frecuencia de aparición en la serie.
7. Realiza un análisis comparativo entre las tres medidas para detectar si existen sesgos debidos a valores atípicos que afecten el promedio.
8. Documenta los resultados en un reporte ejecutivo y recibe retroalimentación sobre la claridad de la presentación de los datos.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital sobre medidas de tendencia central para datos no agrupados
- Calculadora científica.

- Acceso a internet

Práctica 4: Medidas de tendencia central para datos agrupados

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Calcula la media aritmética de datos agrupados mediante la sumatoria del producto de las marcas de clase por su frecuencia absoluta, dividida entre el número total de datos.
3. Calcula la mediana aplicando la fórmula de interpolación lineal, considerando el límite inferior de la clase mediana, la amplitud y las frecuencias asociadas.
4. Calcula la moda mediante la fórmula que considera las diferencias de frecuencia con los intervalos adyacentes (anterior y posterior).
5. Redacta una conclusión técnica sobre la ubicación del punto central del proceso
6. Documenta los resultados en un reporte ejecutivo y recibe retroalimentación sobre la claridad de la presentación de los datos.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital sobre medidas de tendencia central para datos no agrupados
- Calculadora científica.
- Acceso a internet

Unidad III. Medidas de dispersión

Práctica 5: Medidas de dispersión para datos no agrupados

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Organiza la serie de datos brutos
3. Calcula el rango restando el valor mínimo del valor máximo, identificando así la amplitud total de la variación en la muestra.
4. Calcula la desviación media obteniendo el promedio de los valores absolutos de las diferencias entre cada dato y la media.
5. Calcula la varianza muestral sumando los cuadrados de las desviaciones de cada dato respecto a la media y dividiendo entre (n-1)

6. Calcula la desviación estándar como la raíz cuadrada de la varianza.
7. Interpreta este resultado como la desviación estándar de las mediciones respecto al centro.
8. Redacta una conclusión técnica sobre la variabilidad del proceso

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital sobre medidas de dispersión para datos no agrupados
- Calculadora científica.
- Acceso a internet

Práctica 6: Medidas de dispersión para datos agrupados

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Prepara la tabla de distribución de frecuencias con las columnas de intervalos, marcas de clase, frecuencias absolutas y el valor de la media aritmética calculado previamente.
3. Calcula la varianza para datos agrupados siguiendo el método de las desviaciones cuadráticas: multiplica la frecuencia de cada intervalo por el cuadrado de la diferencia entre su marca de clase y la media, y divide entre (n-1)
4. Calcula la desviación estándar como la raíz cuadrada de la varianza.
5. Determina el rango de la distribución restando el límite inferior del primer intervalo del límite superior del último intervalo.
6. Interpreta este resultado como la desviación promedio típica de las mediciones respecto al centro.
7. Redacta una conclusión técnica sobre la variabilidad del proceso

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital sobre medidas de dispersión para datos agrupados
- Calculadora científica
- Acceso a internet

Unidad IV. Representación gráfica de datos

Práctica 7: Gráficas para datos discretos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Organiza tu base de datos de forma discreta y asegúrate de contar con las frecuencias absolutas y porcentuales.
3. Construye el diagrama de barras, asegúrate de dejar espacio entre las barras para indicar que la variable es discreta y etiqueta claramente los ejes
4. Diseña el diagrama circular (gráfico de pastel); úsalo sólo cuando desees mostrar la participación de una parte respecto al todo (proporciones).
5. Desarrolla el diagrama de Pareto, ordena tus categorías de mayor a menor frecuencia absoluta. Calcula el porcentaje acumulado y traza la curva de Pareto (ojiva) sobre las barras. Identifica visualmente la zona del 80/20 para determinar qué problemas abordar primero.
6. Elabora el Gráfico de Puntos (Dotplot): Dibuja una línea horizontal con la escala de sus datos. Coloca un punto por cada observación; si los valores se repiten, apila verticalmente.
7. Redacta una conclusión técnica ejecutiva: Indica, basándote en sus gráficos, cuál es el estado actual del proceso y qué acción correctiva es la más urgente. Documenta el taller en un reporte técnico.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital
- Calculadora científica
- Acceso a internet

Práctica 8: Gráficas para datos continuos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Organiza tu tabla de frecuencias para datos continuos

3. Construye el histograma, dibuja barras rectangulares unidas entre sí (sin espacios) sobre los límites de clase. Utiliza la altura para representar la frecuencia absoluta o relativa.
4. Dibuja el polígono de frecuencias, une con segmentos de línea los puntos medios (marcas de clase) de la parte superior de las barras del histograma.
5. Traza la ojiva (gráfico de frecuencia acumulada): primero, grafica las frecuencias acumuladas contra los límites superiores de cada intervalo.
6. Elabora el Diagrama de Caja y Bigotes (Boxplot), calculando los 5 números resumen, Mínimo, Cuartil 1, Mediana (Q2), Cuartil 3 y Máximo.
7. Diseña el gráfico de líneas
8. Redacta una conclusión técnica ejecutiva: Indica, basándote en tus gráficos, cuál es el estado actual del proceso y qué acción correctiva es la más urgente. Documenta el taller en un reporte técnico.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital
- Calculadora científica
- Acceso a internet

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Distribución de frecuencias

Práctica 1: Tablas de Frecuencia

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Carga la base de datos en el software estadístico.
3. Procesa la Distribución para Variables Discretas, sigue la ruta correspondiente al software estadístico y genera las columnas de resultados, e identifica la Frecuencia Absoluta, Relativa, Absoluta Acumulada y Relativa Acumulada.
4. Configura la Distribución para Variables Continuas, siguiendo la ruta correspondiente al software estadístico. Modifica el número de intervalos o el ancho de la clase dentro del software para observar cómo cambia la representación de los datos y asegurar que el Intervalo de Clase sea técnicamente coherente con el proceso. Asegúrate de que el software genere la e identifica la Frecuencia Absoluta, Relativa, Absoluta Acumulada y Relativa Acumulada.

5. Verifica que la sumatoria de las frecuencias relativas sea igual a 1 (o 100%) y que la última frecuencia acumulada coincida con el tamaño total de la muestra.
6. Redacta una conclusión técnica ejecutiva, donde se interprete las frecuencias obtenidas.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Manual de interpretación del software
- Acceso a internet

Unidad II. Medidas de tendencia central

Práctica 2: Medidas de tendencia central

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Carga una serie de datos tanto en formato de lista simple (no agrupados) como organizada en una tabla de frecuencias (agrupados).
3. Ejecuta el Análisis para Datos No Agrupados (Datos Crudos), puede ser en las siguientes opciones:
    a. En Minitab: Utiliza la ruta *Estadísticas* > *Estadísticas básicas* > *Mostrar estadísticos descriptivos*. Selecciona Media, Mediana y Moda.
    b. En Excel: Utiliza las funciones =PROMEDIO(), =MEDIANA() y =MODA.UNO() sobre el rango de celdas.
4. Procesa el Análisis para Datos Agrupados (Tablas):
    a. En Minitab: Utiliza la opción de *Estadísticas básicas,* pero ingresa la columna de marcas de clase en "Variables" y la columna de frecuencias en "Variables de ponderación".
    b. En Excel: Crea una fórmula matricial o utiliza columnas auxiliares para calcular la sumatoria.
5. Redacta una recomendación técnica, explicando cuál de las tres medidas representa mejor el "valor típico" de la producción analizada y por qué.
6. Documenta el reporte de laboratorio anexando las tablas de resultados del software y la interpretación de las diferencias entre el método agrupado y no agrupado.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Manual de interpretación del software

- Acceso a internet

Unidad III. Medidas de dispersión

Práctica 3: Medidas de dispersión

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Carga una serie de datos tanto en formato de lista simple (no agrupados) como organizada en una tabla de frecuencias (agrupados).
3. Ejecuta el Análisis para Datos No Agrupados (Datos Crudos), puede ser en las siguientes opciones:
    a. En Minitab: Ruta *Estadísticas* > *Estadísticas básicas* > *Mostrar estadísticos descriptivos*. Selecciona Rango, Varianza y Desviación Estándar.
    b. En Excel: Utiliza las funciones =VAR.S() (muestral), =DESVEST.M() (muestral) y =MAX()-MIN() para el rango.
4. Procesa el Análisis para Datos Agrupados:
    a. En Minitab: En el menú de *Estadísticos Descriptivos*, utiliza la columna de frecuencias en el cuadro "Variables de ponderación".
    b. En Excel: Construye las columnas auxiliares para calcular la suma de los cuadrados de las desviaciones respecto a la media, ponderadas por la frecuencia.
5. Redacta una conclusión técnica ejecutiva: Explica qué tan confiable es el proceso analizado.
6. Documenta el reporte de laboratorio capturando las tablas de varianza y desviación generadas por el software.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Manual de interpretación del software
- Acceso a internet

Unidad IV. Representación gráfica de datos

Práctica 4: Representación gráfica de datos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Carga tu base de datos mixta en Minitab o Excel (ej. causas de rechazo para datos discretos y dimensiones de piezas para datos continuos).
3. Genera Gráficas para Datos Discretos:
    - Diagrama de Barras: En Minitab: *Gráfica > Gráfica de barras*. En Excel: *Insertar > Gráfico de columnas*. Compara frecuencias entre categorías.
    - Diagrama Circular: En Minitab: *Gráfica > Gráfica de sectores*. En Excel: *Insertar > Gráfico Circular*
    - Diagrama de Pareto: (Crítico) En Minitab: *Estadísticas > Herramientas de calidad > Diagrama de Pareto*. Identifica los "pocos vitales".
    - Gráfico de Puntos: En Minitab: *Gráfica > Gráfica de puntos*. Ideal para ver la densidad en muestras pequeñas.
4. Genera Gráficas para Datos Continuos:
    - Histograma: En Minitab: *Gráfica > Histograma > Con ajuste*. Evalúa la forma de la distribución y su cercanía a la curva normal.
    - Polígono de Frecuencias: En Excel, utiliza un gráfico de líneas basado en las marcas de clase y sus frecuencias.
    - Ojiva: Grafica la frecuencia acumulada para identificar el porcentaje de datos por debajo de un valor específico.
    - Diagrama de Caja y Bigotes (Boxplot): En Minitab: *Gráfica > Gráfica de caja*. Visualiza cuartiles, mediana y detecta *outliers*.
    - Gráfico de Líneas: En Minitab: *Gráfica > Gráfica de series de tiempo*. Observa la estabilidad del proceso cronológicamente.
5. Personaliza y Edita los Gráficos, ajustando los títulos, etiquetas de ejes, colores y escalas para que el gráfico sea entendible.
6. Redacta una conclusión técnica ejecutiva: Utiliza los gráficos generados para justificar una decisión.
7. Documenta el reporte de laboratorio exportando las gráficas con alta resolución y añadiendo una breve interpretación técnica debajo de cada una.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Manual de interpretación del software
- Acceso a internet

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, las rúbricas y las ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y de formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiante en el ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados en el espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o de presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Microaprendizaje (microlearning)
- Foros de discusión guiada
- Tutoría entre pares por videoconferencia o foros
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Participación activa en foros y videoconferencias
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)

XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a los exámenes ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia establecidos en el Estatuto Escolar vigente. La calificación se evalúa en una escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	40%
- Actividades de taller	20%
- Prácticas de laboratorio	40%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en ingeniería afín, deseable grado de Maestría en Ciencias, Maestría en Ingeniería, Doctorado en Ciencias o Doctorado en Ingeniería. Se sugiere que cuente con al menos dos años de experiencia docente. Experiencia profesional deseable en el área de procesos, manufactura, control de calidad o en proyectos en los que haya utilizado herramientas estadísticas para la toma de decisiones y la resolución de problemas. Debe contar con experiencia docente deseable en el área de matemáticas, preferentemente en estadística. Debido a la impartición en modalidad semipresencial, se requiere que cuente con la formación mínima solicitada por el Centro de Investigación para el Aprendizaje Digital (CIAD) y con experiencia en el manejo de paquetes de cómputo para el análisis estadístico. Debe ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, ética, con capacidad de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Introducción a la Programación
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapa de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Raquel Mascareñas Gutiérrez María Jesús Ruiz Soto Thelma Violeta Ocegueda Miramontes
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Introducción a la Programación tiene como propósito que el estudiantado desarrolle el razonamiento lógico, el pensamiento algorítmico y la capacidad para analizar y resolver problemas del área de ingeniería, mediante el diseño de algoritmos utilizando técnicas de elaboración de diagramas de flujo y pseudocódigo. Su utilidad radica en proporcionar herramientas metodológicas para la solución sistemática de problemas, la optimización de procesos y el desarrollo de aplicaciones básicas.

Esta unidad de aprendizaje se ubica en la etapa básica, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Construir soluciones a problemas de ingeniería, mediante la aplicación de técnicas de diagrama de flujo y pseudocódigo, para el diseño de algoritmos y el desarrollo del razonamiento lógico aplicado al ejercicio de su profesión, con actitud analítica, proactiva y responsable.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Proyecto integrador de diseño de algoritmos

Elaborar un documento que presente la solución de una problemática real de la industria médica, que incluya el análisis del problema, diagrama de flujo, pseudocódigo, justificación de la estrategia de solución y propuesta de solución alterna.

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

Crear e implementar herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, uso de herramientas, y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos, con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Metodología para la solución de problemas

Competencia

Aplicar la metodología de creación de algoritmos, mediante la identificación de las etapas que la componen, para el desarrollo de soluciones a problemas reales y su aplicación posterior en contextos disciplinares, con pensamiento analítico, enfoque lógico y curiosidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar un diagrama de flujo que resuelva un problema real donde aplique las técnicas de creación de algoritmos para la estructuración de la solución.

Contenido

1.1. Introducción a la metodología para la solución de problemas
1.2. Problema
    1.2.1. Definición del problema
    1.2.2. Análisis del problema
1.3. Algoritmo
    1.3.1. Definición de algoritmo
    1.3.2. Características de un algoritmo
    1.3.3. Prueba de escritorio
1.4. Diagrama de Flujo
    1.4.1. Definición de diagrama de flujo
    1.4.2. Reglas para la construcción de un diagrama de flujo
    1.4.3. Simbología
1.5. Pseudocódigo

Duración

05 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Cairó Battistutti, O. (2005). *Metodología de la programación: Algoritmos, diagramas de flujo y programas* (3.ª ed.). Alfaomega. [clásica]

Joyanes Aguilar, L. (2020). *Fundamentos de programación: Algoritmos, estructura de datos y objetos* (5.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Mancilla Herrera, A., Ebratt Gómez, R., & Capacho Portilla, J. R. (2014). *Diseño y construcción de algoritmos*. Ediciones de la U; Universidad del Norte. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Pinales Delgado, F. J., & Velázquez Amador, C. E. (2014). *Problemario de algoritmos resueltos con diagramas de flujo y pseudocódigo*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. [clásica]

Unidad II. Expresiones

Competencia

Resolver problemas reales que involucran expresiones lógicas, aritméticas y relacionales, mediante la construcción de algoritmos usando los diferentes tipos de operadores; con pensamiento analítico y responsabilidad en la entrega de soluciones.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar un diagrama de flujo que resuelva un problema real, donde aplique correctamente las diferentes expresiones y operadores.

Contenido

2.1. Variables y Constantes
2.2. Tipos de datos simples
    2.2.1. Numéricos
    2.2.2. Alfanuméricos
2.3. Operadores
    2.3.1. Operadores aritméticos
    2.3.2. Operadores relacionales
    2.3.3. Operadores lógicos
    2.3.4. Operadores de agrupación
    2.3.5. Jerarquía de operadores
2.4. Expresiones
    2.4.1. Expresiones aritméticas
    2.4.2. Expresiones relacionales
    2.4.2. Expresiones lógicas

Duración

05 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Cairó Battistutti, O. (2005). *Metodología de la programación: Algoritmos, diagramas de flujo y programas* (3.ª ed.). Alfaomega. [clásica]

Joyanes Aguilar, L. (2020). *Fundamentos de programación: Algoritmos, estructura de datos y objetos* (5.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Joyanes Aguilar, L., & Zahonero Martínez, I. (2001). *Programación en C: Metodología, algoritmos y estructura de datos* (1.ª ed.). McGraw-Hill. [clásica]

Mancilla Herrera, A., Ebratt Gómez, R., & Capacho Portilla, J. R. (2014). *Diseño y construcción de algoritmos*. Ediciones de la U; Universidad del Norte. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Cairó Battistutti, O. (2006). *Fundamentos de programación: Piensa en C*. Pearson Educación. [clásica]

Pinales Delgado, F. J., & Velázquez Amador, C. E. (2014). *Problemario de algoritmos resueltos con diagramas de flujo y pseudocódigo*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. [clásica]

Unidad III. Estructuras de control de selección

Competencia

Emplear estructuras de selección en el análisis y resolución de problemas de ingeniería, mediante el uso de algoritmos, diagramas de flujo y pseudocódigo, con la finalidad de apoyar la toma de decisiones en la solución de problemas, actuando con pensamiento analítico, curiosidad y enfoque lógico.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar un diagrama de flujo que represente una solución de un problema real que requiere toma de decisiones, elaborado mediante técnicas de diseño de algoritmos para la estructuración de la solución.

Contenido

3.1. Selección condicional básica
3.2. Selección condicional doble
3.3. Selección condicional múltiple

Duración

06 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Cairó Battistutti, O. (2005). *Metodología de la programación: Algoritmos, diagramas de flujo y programas* (3.ª ed.). Alfaomega. [clásica]

Joyanes Aguilar, L. (2020). *Fundamentos de programación: Algoritmos, estructura de datos y objetos* (5.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Joyanes Aguilar, L., & Zahonero Martínez, I. (2001). P*rogramación en C: Metodología, algoritmos y estructura de datos* (1.ª ed.). McGraw-Hill. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Herrera M., J. O., Gutiérrez P., J. E., & Pulgarín G., R. (s. f.). *Introducción a la lógica de programación*. OpenLibra.

Bobillo Ortega, F. (2024). *Introducción a la programación: Un enfoque práctico usando Pascal y Python*. Universidad de Zaragoza.

Pino Herrera, J., Martínez Moreno, P., Vergara Camacho, J. A., & Contreras Vega, G. (s. f.). *Introducción a la programación*. InfoLibros.

Unidad IV. Estructuras de control de iteración

Competencia

Usar estructuras de iteración mediante el diseño de algoritmos, para la resolución de problemas que implican la repetición de tareas, actuando con actitud analítica, responsable y proactiva.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar un diagrama de flujo que represente una solución de un problema real mediante el uso de estructuras de iteración.

Contenido

4.1. Teoría de ciclos
    4.1.1. Contadores
    4.1.2. Acumuladores
    4.1.3. Centinela
4.2. Ciclos controlados por contador
4.3. Ciclos controlados por centinela

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Cairó Battistutti, O. (2005). *Metodología de la programación: Algoritmos, diagramas de flujo y programas* (3.ª ed.). Alfaomega. [clásica]

Joyanes Aguilar, L. (2020). *Fundamentos de programación: Algoritmos, estructura de datos y objetos* (5.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Joyanes Aguilar, L., & Zahonero Martínez, I. (2001). *Programación en C: Metodología, algoritmos y estructura de datos* (1.ª ed.). McGraw-Hill. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Downey, A. B. (2024). *Think Python: How to think like a computer scientist* (3rd ed.). O'Reilly Media.

Gómez Jiménez, E., & Aguilera Jinesta, R. (2023). *Metodología de la programación: Conceptos, lógica e implementación*. Marcombo.

Hanly, J. R., & Koffman, E. B. (2019). *Problem solving and program design in C* (8th ed.). Pearson. [clásica]

Knuth, D. E. (1997). *The art of computer programming* (Vol. 1, 3rd ed.): *Fundamental algorithms*. Addison-Wesley. [clásica]

Kernighan, B. W., & Ritchie, D. M. (1988). *The C programming language* (2nd ed.). Prentice Hall. [clásica]

Unidad V. Fundamentos de Programación (C/Python).

Competencia

Desarrollar programas computacionales mediante el uso de elementos del lenguaje de programación para la solución de problemas de ingeniería con actitud analítica, creativa y responsable.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Construir un programa donde utilice estructuras de control de selección, estructuras de control de iteración, correcta definición de datos, uso apropiado de operadores, de expresiones aritméticas relacionales y lógicas para resolver problemas de ingeniería.

Contenido

5.1. Introducción al Lenguaje de Programación (C/Python).
- 5.1.1. El entorno de trabajo y estructura base de un programa (C/Python).
- 5.1.2. Tipos de datos.
- 5.1.3. Variables y constantes, locales y globales.
- 5.1.4. Operadores aritméticos, lógicos y relacionales.
- 5.1.5. Instrucciones de entrada y salida.

5.2. Estructuras de control selectivas.
5.3. Estructuras de control repetitivas.
5.3. Funciones.
- 5.3.1. Funciones Matemáticas
- 5.3.2. Funciones definidas por el usuario.

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Joyanes Aguilar, L., & Zahonero Martínez, I. (2005). *Programación en C: Metodología, algoritmos y estructura de datos* (2.ª ed.). McGraw-Hill. [clásica]

Joyanes Aguilar, L., & Zahonero Martínez, I. (2014). *Programación en C, C++, Java y UML* (2.ª ed.). McGraw-Hill. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Guttag, J. V. (2021). *Introduction to computation and programming using Python* (3rd ed.). MIT Press.

Hanly, J. R., & Koffman, E. B. (2019). *Problem solving and program design in C* (8th ed.). Pearson. [clásica]

Gaddis, T. (2019). *Starting out with C++: From control structures to objects* (9th ed.). Pearson. [clásica]

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Unidad I. Metodología para la solución de problemas

Práctica 1: Identificación de soluciones ante un problema.

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una lectura crítica y reflexiva del problema planteado por su docente.
3. Identifica los datos de entrada, de salida y sus tipos.
4. Plantea los pasos a seguir para resolver el problema.
5. Elabora el diagrama de flujo de la solución propuesta.
6. Realiza corrida de escritorio para validar la lógica de la solución.
7. Transcribe el diagrama de flujo a pseudocódigo.

8. Entrega para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Hoja
- Lápiz y/o pluma
- Apuntes

Unidad II. Expresiones

Práctica 2: Emplear los diferentes operadores y expresiones.

Duración
04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una lectura crítica y reflexiva del problema planteado por su docente.
3. Identifica los datos de entrada, de salida y sus tipos.
4. Plantea los pasos a seguir para resolver el problema.
5. Selecciona los tipos de operadores y expresiones a utilizar, para dar solución.
6. Elabora el diagrama de flujo de la solución propuesta.
7. Realiza corrida de escritorio para validar la lógica de la solución.
8. Transcribe el diagrama de flujo a pseudocódigo.
9. Entrega para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Hoja
- Lápiz y/o pluma
- Apuntes

Unidad III. Estructuras de control de selección

Práctica 3: Aplicar estructuras de control de selección

Duración
04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una lectura crítica y reflexiva del problema planteado por su docente.
3. Identifica los datos de entrada y los datos de salida.

4. Identifica los pasos a seguir para resolver el problema.
5. Selecciona el tipo de estructura de control de selección a utilizar.
6. Elabora el diagrama de flujo de la solución propuesta.
7. Elabora el pseudocódigo de la solución propuesta.
8. Realiza corrida de escritorio para validar la lógica de la solución.
9. Redacta la justificación de la estrategia de solución utilizada.
10. Entrega para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Hoja
- Lápiz y/o pluma
- Apuntes

Unidad IV. Estructuras de control de iteración

Práctica 4: Aplicar estructuras de iteración

Duración
04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una lectura crítica y reflexiva del problema planteado por su docente.
3. Identifica los datos de entrada y los datos de salida.
4. Identifica los pasos a seguir para resolver el problema.
5. Selecciona el tipo de estructura de iteración a utilizar.
6. Elabora el diagrama de flujo de la solución propuesta.
7. Elabora el pseudocódigo de la solución propuesta.
8. Realiza corrida de escritorio para validar la lógica de la solución.
9. Redacta la justificación de la estrategia de solución utilizada.
10. Entrega para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Hoja
- Lápiz y/o pluma
- Apuntes

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad V. Fundamentos de Programación (C/Python)

Práctica 1: Programa para gestionar rechazos por lote en dispositivos médicos.

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una lectura crítica y reflexiva del problema planteado por su docente.
3. Identifica y estructura datos de rechazos por lote.
4. Calcular métricas de calidad: % rechazo por lote, defectos por tipo, rendimiento.
5. Identifica causas principales.
6. Visualiza tendencias de rechazo en el tiempo.
7. Realiza corrida de escritorio para validar la lógica de la solución.
8. Genera un reporte automático con alertas si el rechazo supera un límite especificado
9. Redacta la justificación de la estrategia de solución utilizada.
10. Participa en la retroalimentación grupal y docente.
11. Entrega justificación para revisión final por su docente.

Recursos de apoyo

- Apuntes
- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos

Práctica 2: Programa para detectar tendencias de defectos en dispositivos médicos.

Duración
04 horas

Procedimiento
1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una lectura crítica y reflexiva del problema planteado por su docente.
3. Identifica y estructura datos de defectos en dispositivos médicos.
4. Calcular métricas de calidad: tasa de defectos, densidad de defectos, RFT y DPM.
5. Identifica causas principales.
6. Visualiza tendencias de defectos en el tiempo.
7. Realiza corrida de escritorio para validar la lógica de la solución.
8. Genera un reporte automático con alertas si el rechazo supera un límite especificado

9. Redacta la justificación de la estrategia de solución utilizada.
10. Participa en la retroalimentación grupal y docente.
11. Entrega justificación para revisión final por su docente.

Recursos de apoyo

- Apuntes
- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos

Práctica 3: Programa para simulación de un control de acceso a sala limpia con registro de eventos

Duración
04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una lectura crítica y reflexiva del problema planteado por su docente.
3. Identifica y estructura datos de control de acceso a sala limpia.
4. Calcula métricas clave: control de aforo en tiempo real, tiempo de permanencia, tiempo de estabilización de esclusa, tasa de rechazo (FRR/FAR), frecuencia de accesos por turno, e índice de incidencias.
5. Identifica causas principales.
6. Visualiza tendencias de eventos.
7. Realiza corrida de escritorio para validar la lógica de la solución.
8. Genera un reporte automático con alertas si el rechazo supera un límite especificado
9. Redacta la justificación de la estrategia de solución utilizada.
10. Participa en la retroalimentación grupal y docente.
11. Entrega justificación para revisión final por su docente.

Recursos de apoyo

- Apuntes
- Computadora y acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos

Práctica 4: Script para calcular Cp/Cpk de una característica crítica de un dispositivo médico.

Duración
04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Participa en la retroalimentación grupal y docente.
3. Identifica y estructura datos de capacidad potencial y de capacidad real.
4. Calcula métricas clave: límite de especificación superior, límite de especificación inferior, media, desviación estándar y tamaño de muestra.
5. Identifica causas principales.
6. Visualiza tendencias de capacidad potencial y de capacidad real.
7. Realiza corrida de escritorio para validar la lógica de la solución.
8. Genera un reporte automático con alertas si el rechazo supera un límite especificado
9. Redacta la justificación de la estrategia de solución utilizada.
10. Participa en la retroalimentación grupal y docente.
11. Entrega justificación para revisión final por su docente.

Recursos de apoyo

- Apuntes
- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.

- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP)
- Estudio de casos reales
- Simulación y uso de software
- Exposición interactiva
- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Tutoría entre pares por videoconferencia o foros
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Participación en foros y videoconferencias
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Interacción con comunidades o actores reales mediante plataformas virtuales
- Práctica reflexiva mediante blogs, portafolios o diarios digitales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

XI. 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.

Requisito obligatorio realizar y acreditar, las evaluaciones y prácticas de taller/laboratorio.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	20%
- Prácticas taller/laboratorio	40%
- Proyecto integrador	40%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

Perfil docente con formación en Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería en Computación, Ingeniería en Software, Ingeniería en Electrónica, Ingeniería Biomédica, Ingeniería Industrial o áreas afines, preferentemente con estudios de posgrado y al menos dos años de experiencia docente en educación superior. Debe poseer sólidos fundamentos en metodología de la programación y programación, así como dominio de lenguajes y herramientas tecnológicas aplicadas al entorno industrial. Asimismo, requiere comprensión del entorno regulatorio, de manufactura y de aseguramiento de la calidad propio de la industria de dispositivos médicos, además de experiencia práctica en dicho sector. Se valorará la capacidad para implementar estrategias pedagógicas pertinentes al contexto de las ingenierías, promoviendo en el estudiantado el pensamiento crítico, la innovación, el uso ético de la tecnología y la toma de decisiones fundamentadas para la resolución de problemáticas del ámbito profesional.

LEARNING MODULE

I. GENERAL INFORMATION

School:	Faculty of Chemical Sciences and Engineering, Tijuana
Study Program:	Industrial Systems Engineering for Medical Devices
Study Program:	2027-6
Learning Module Name:	English Level I
Number:	
Time distribution:	Class hours: 03 Extra classe hours: 03 Credits:06
Stage:	Basic
Module Type:	Mandatory
Requirements:	None
Mode of delivery:	Semi-virtual
Design Team:	Israel Jasso Piña Karla Fabiola Reyes Hernández
Approval of Assistant Dean (s):	Kenia Palomino Vizcaino
Date:	December 09, 2026.
Approval and registration:	

II. PURPOSE OF LEARNING MODULE

The purpose of this learning unit is to develop foundational communicative competence in English through the acquisition and application of essential vocabulary, grammatical structures, and strategies that integrate reading, listening, speaking, and writing skills. This foundation will enable students to understand and use everyday expressions, introduce themselves and others, exchange information about personal matters and their immediate surroundings, and interact clearly in familiar situations. They will also develop the ability to communicate past experiences and complete actions, describe ongoing activities, contrast present and past events, and express future and predictions using forms such as *will* and *be going to*. These skills will support their participation in basic personal, academic, and professional interactions and provide a foundation for continued English language learning. This learning unit is offered during the basic stage, is mandatory, and belongs to the Production area of knowledge.

III. COMPETENCE OF THE LEARNING MODULE

To communicate vocabulary, phrases, expressions and grammatical structures at the basic-intermediate level of English (A1-A2) according to the Common European Framework of Reference for Languages, in order to use them in communication related to oneself, familiar or everyday situations, and the immediate environment, through reading, written production, interaction, and oral expression, within a framework of respect and responsibility inside and outside the classroom with a creative and collaborative attitude.

IV. EVIDENCES OF LEARNING/ACHIEVEMENT

To prepare and present a written autobiography, as well as a written and oral timeline, in English, using the present, past and simple future tenses, along with the vocabulary and expressions acquired in the learning units. The presentation should be brief and in English, demonstrating fluency in the vocabulary and grammatical structures learned in the learning unit.

V. PROFESSIONAL COMPETENCY OF THE GRADUATE PROFILE TO WHICH THE LEARNING UNIT CONTRIBUTES

Establish, implement, maintain, and improve integrated management systems in compliance with national and international regulations to ensure the quality of goods within a framework of sustainability, objectivity, respect, and professionalism.

VI. CROSS-CUTTING THEME TO WHICH IT CONTRIBUTES

Interculturality

VII. UNIT DESCRIPTIONS

Unit I. Vocabulary and simple present

Competency

To acquire orally and in writing a basic vocabulary in English related to everyday topics, through constant conversations that include nouns, pronouns, adjectives, basic phrases and expressions, in order to achieve a foundation of effective communication in the English language, with a proactive and collaborative attitude, within a framework of inclusion and respect.

Unit learning evidence

Personal, Celebrity, and Animal Profile Posters

Create three individual digital posters. The first must present information about yourself using the pronoun *I*; the second must describe your favorite celebrity, actor, singer, or another public figure using *he*, *she*, or *they*; and the third must present your favorite animal using *it* or *they*. Each poster must include, as applicable, information about name, age, nationality or place of origin, physical appearance, strengths and areas of difficulty using *good at* and *bad at*, languages spoken, hobbies, abilities, obligations, desires, and daily routines. Include the UABC logo, the name of the faculty, the student's name, and the group on each poster. Submit the three posters by email and verify that the files or links are accessible.

Content Unit learning evidence

1.1. Alphabet: consonants and vowels
1.2. Dictation and specific vocabulary spelling
1.3. Personal introduction
1.4. Basic formal and informal phrases and expressions
1.5. Personal introduction to others
1.6. Cardinal and ordinal numbers
1.7. Basic Mathematics
1.8. Days of the week, months, seasons of the year, and dates
1.9. Descriptive adjectives
1.10. Personal pronouns
1.11. Singular, plural, regular and irregular nouns
1.12. Simple present: regular and irregular verbs in affirmative, negative and interrogative forms
1.13. Daily routines
1.14. Sentences with the verb "be" in the present tense - There is/are
1.15. Modal verbs in the simple present tense: can, have to, would.

Time Allotted

12 hours

Resources of the UABC physical and digital library

Richards, J. C., Bohlke, D., & Cambridge University Press. (2017). *Interchange Level 1 Student's Book with Online Self-Study and Online Workbook* (5th ed.). Cambridge University Press. [classic]

Freely Accessible or External Complementary Resources

British Council. (n.d.). *Learn English Online* [Website]. https://learnenglish.britishcouncil.org

Cambridge University Press. (2017). *Interchange Fifth Edition Level 1 &; Level 2* [Digital resources]. https://www.cambridge.org/interchange [classic]

Goldstein, B., Jones, C., & Cambridge University Press. (2019). *Evolve Level 2 Student's Book with Practice Extra*. Cambridge University Press. [classic]

Grammarly Inc. (n.d.). *Grammarly Writing Assistant* [Online tool]. https://www.grammarly.com

Hendra, L. A., Barber, D., & Cambridge University Press. (2019). *Evolve Level 1 Student's Book with Practice Extra*. Cambridge University Press. [classic]

Murphy, R. (2001). *Essential grammar in use:a self-study reference and practice book for elementary students of English; with answers.* Cambridge University Press. [classic]

Quizlet Inc. (n.d.). *Quizlet Vocabulary and Flashcards* [Mobile application]. https://www.quizlet.com

Unit II. Simple Past

Competency

To structure sentences orally and in writing, using acquired vocabulary and the conjugation of the simple past tense, assertively using regular and irregular verbs, to describe actions that occurred in the past with a reflective, respectful, and responsible attitude.

Unit learning evidence

Personal Narrative Essay and Audio Recording

Write an individual personal narrative essay in Google Docs about a meaningful memory, trip, person, or personal experience. The text must be between 250 and 280 words and demonstrate the appropriate use of the simple past in affirmative, negative, and interrogative sentences, as well as the modal verbs *would*, *could*, and *should*. Incorporate relevant vocabulary, including adjectives, pronouns, and terms related to family members. Format the document using Arial 12-point font and 1.5-line spacing, and include the UABC logo, the name of the faculty, the student's name, and the group. At the end of the document, indicate the total word count and the number of past-tense and modal verbs used. Additionally, record an audio file in which the essay is read aloud. Submit the essay and the audio recording by email, share the Google Docs file with editing permission, and verify that the link is accessible.

Content

2.1. Adjective pronouns
2.2. Family members
2.3. Prepositions of place
2.4. Simple past
2.5. Regular and irregular verbs in affirmative, negative and interrogative forms
2.6. Sentences with the verb "be" in the past tense (There was/There were)
2.7. Modal verbs in the simple past tense: could, had to, would have

Time Allotted

12 hours

Resources of the UABC physical and digital library

Richards, J. C., Bohlke, D., & Cambridge University Press. (2017). *Interchange Level 1 Student's Book with Online Self-Study and Online Workbook* (5th ed.). Cambridge University Press.

[classic]

Freely Accessible or External Complementary Resources

British Council. (n.d.). *Learn English Online* [Website]. https://learnenglish.britishcouncil.org

Cambridge University Press. (2017). *Interchange Fifth EditionLevel 1 &; Level 2* [Digital resources]. https://www.cambridge.org/interchange. [classic]

Goldstein, B., Jones, C., & Cambridge University Press. (2019). *Evolve Level 2 Student's Book with Practice Extra*. Cambridge University Press. [classic]

Grammarly Inc. (n.d.). *Grammarly Writing Assistant* [Online tool]. https://www.grammarly.com

Hendra, L. A., Barber, D., & Cambridge University Press. (2019). *Evolve Level 1 Student's Book with Practice Extra*. Cambridge University Press. [classic]

Murphy, R. (2001). *Essential grammar in use: a self-study reference and practice book for elementary students of English; with answers.* Cambridge University Press. [classic]

Quizlet Inc. (n.d.). *Quizlet Vocabulary and Flashcards* [Mobile application]. https://www.quizlet.com

Unit III. Present progressive and past progressive

Competency

To orally and in writing structure conjugated sentences in the present progressive and past progressive tenses, to express simultaneity or anteriority of the action with the time in which one speaks, through conversations with the acquired vocabulary, within a framework of respectful and constructive communication.

Unit learning evidence

Visual Storytelling Poster

Create, in pairs, a digital storytelling poster based on a story presented in a book, movie, television series, documentary, song, or podcast. Describe the events using both the present continuous and past continuous tenses in affirmative, negative, or interrogative sentences. Each team member must contribute six complete sentences, for a total of 12, and provide sufficient context to explain what is or was happening; avoid isolated statements such as "Luis is running."

Instead, use contextualized structures such as “Luis is running in the marathon so he can win a medal.” Include the title of the selected work, the first names of its authors or creators, and relevant images of the scenes described. Additionally, record an audio file in which both team members read their respective sentences. The poster must include the UABC logo, the name of the Faculty, the team members’ names, and the group. Submit the poster and audio recording by email, ensuring that the files or links are accessible.

Content

3.1. Gerunds
3.2. Review of the verb “be” in the simple present tense.
3.3. Sentences in the present progressive tense in affirmative, negative, and interrogative forms
3.4. Review of the verb “be” in the simple past tense
3.5. Sentences in the past progressive tense in affirmative, negative, and interrogative forms

Time Allotted

12 hours

Resources of the UABC physical and digital library

Richards, J. C., Bohlke, D., & Cambridge University Press. (2017). *Interchange Level 1 Student’s Book with Online Self-Study and Online Workbook* (5th ed.). Cambridge University Press. [classic]

Freely Accessible or External Complementary Resources

British Council. (n.d.). *Learn English Online* [Website]. https://learnenglish.britishcouncil.org

Cambridge University Press. (2017). *Interchange Fifth Edition Level 1 &; Level 2* [Digital resources]. https://www.cambridge.org/interchange [classic]

Goldstein, B., Jones, C., & Cambridge University Press. (2019). *Evolve Level 2 Student’s Book with Practice Extra*. Cambridge University Press. [classic]

Grammarly Inc. (n.d.). *Grammarly Writing Assistant* [Online tool]. https://www.grammarly.com

Hendra, L. A., Barber, D., & Cambridge University Press. (2019). *Evolve Level 1 Student’s Book with Practice Extra*. Cambridge University Press. [classic]

Murphy, R. (2001). *Essential grammar in use: a self-study reference and practice book for elementary students of English; with answers.* Cambridge University Press. [classic]

Quizlet Inc. (n.d.). *Quizlet Vocabulary and Flashcards* [Mobile application]. https://www.quizlet.com

Unit IV. Simple future

Competency

To orally and in writing structure conjugated sentences in the verb tenses “will” and “going to” to narrate and describe future events, contrasting their communicative objectives, as well as to build desirable futures in a reflective, empathetic and collaborative framework.

Unit learning evidence

Travel to Mexico: Video Podcast

Create, in pairs, a digital presentation and a three-to-five-minute video podcast for *Travel to Mexico*. Select a Mexican state and design a one-week itinerary, from Monday through Sunday, to promote it as a travel destination. For each day, write three to four sentences that appropriately use *will*, *won’t*, and *be going to* to explain the places you will visit, the activities you will do, the attractions you will show your friends, the food you will eat, where you will stay, and the souvenirs you will buy, among other relevant aspects. The presentation must include a cover slide with a creative title, the name of the selected state, the team members’ names, the UABC logo, the name of the faculty, and the group, as well as four to eight representative photographs. Once the presentation is complete, record a video in which both team members recreate a podcast format, speak naturally, and promote the selected destination. The recording must include an introduction and a closing. Submit the presentation and the video podcast by email, ensuring that the files or links are accessible.

Content

4.1. Adverbs of frequency
4.2. Professions
4.3. Simple future with “will” in affirmative, negative and interrogative form
4.4. Review of the verb “to be” in the simple present tense.
4.5. Simple future with “going to” in affirmative, negative and interrogative form

Time Allotted

12 hours

Resources of the UABC physical and digital library

Richards, J. C., Bohlke, D., & Cambridge University Press. (2017). *Interchange Level 1 Student's Book with Online Self-Study and Online Workbook* (5th ed.). Cambridge University Press. [classic]

Freely Accessible or External Complementary Resources

British Council. (n.d.). *Learn English Online* [Website]. https://learnenglish.britishcouncil.org

Cambridge University Press. (2017). *Interchange Fifth Edition Level 1 &; Level 2* [Digital resources]. https://www.cambridge.org/interchange [classic]

Goldstein, B., Jones, C., & Cambridge University Press. (2019). *Evolve Level 2 Student's Book with Practice Extra*. Cambridge University Press. [classic]

Grammarly Inc. (n.d.). *Grammarly Writing Assistant* [Online tool]. https://www.grammarly.com

Hendra, L. A., Barber, D., & Cambridge University Press. (2019). *Evolve Level 1 Student's Book with Practice Extra*. Cambridge University Press. [classic]

Murphy, R. (2001). *Essential grammar in use:a self-study reference and practice book for elementary students of English; with answers.* Cambridge University Press. [classic]

Quizlet Inc. (n.d.). *Quizlet Vocabulary and Flashcards* [Mobile application]. https://www.quizlet.com

VIII. METHODOLOGY AND STRATEGIES

Learning module

In online learning, the course framework must be integrated into the instructional design and made available to students from the start of the course on the institutional platform. The framework serves to guide, contextualize, and establish the foundation for academic work.

The teaching staff must ensure that the following elements are clearly defined and accessible in the virtual environment:

- The course methodology (modality, activity dynamics, timelines, expected interaction).
- The evaluation criteria, rubrics, and weighting for each unit or learning objective.
- The quality and format standards for submitting academic work.
- The rights and responsibilities of the teaching staff and students within the virtual learning environment.
- The means of communication and feedback, including office hours, use of forums, internal messaging, and institutional email.

All these elements must be visible and organized within the course space on the institutional platform (such as Blackboard), preferably in a welcome module or course introduction.

Teaching strategies

These are teaching activities planned by the teacher to facilitate the achievement of expected learning outcomes in virtual environments. They should consider whether the interaction is synchronous and/or asynchronous, the use of digital resources, and student autonomy.

These are examples of strategies; you can use some from this list or others that you deem appropriate:

- Online Problem-Based Learning (PBL)
- Digital Collaborative Project-Based Learning
- Digital Case-Based Learning or Simulations
- Challenge-Based Learning on Virtual Platforms
- Microlearning
- Flipped Classroom
- Guided Discussion Forums
- Peer Tutoring via Videoconference or Forums
- Interactive Webinars
- Teaching through Multimedia Resources and Educational Platforms (Videos, Simulators, Animated Infographics)
- Gamification or Game-Based Learning
- Online Service-Learning (Virtual Projects with Communities)
- Digital Formative Assessment (with Immediate Feedback)

Learning strategies

These are approaches that students use to acquire, organize, understand, and apply knowledge in digital environments. These strategies should foster autonomy, self-regulation, and critical thinking in virtual media.

These are examples of strategies; you can use some from this list or others that you consider relevant:

- Self-regulated learning through LMS platforms
- Problem-solving in simulated environments
- Development of digital or collaborative projects
- Creation of digital graphic organizers (using apps for mind maps, concept maps, or infographics)
- Active participation in forums and videoconferences
- Documentary and empirical research using electronic sources
- Strategic notetaking in digital formats
- Interaction with communities or real-world stakeholders through virtual platforms
- Reflective practice through blogs, portfolios, or digital journals
- Participation in digital simulations (virtual labs, role-playing scenarios)
- Remote or hybrid fieldwork (interviews, surveys, virtual observation)

IX. EVALUATION CRITERIA

Accreditation criteria

To be eligible for regular and make-up exams, each student must meet the attendance requirements established by the current School Statute. Grading is on a scale of 0 to 100, with a minimum passing grade of 60.

Evaluation criteria

- Quizzes and Tests	40%
- Class Participation	20%
- Assignments and Homework	20%
- Evidence of learning	20%
Total	100%

X. TEACHER PROFILE

The person appointed to teach this learning unit must hold a bachelor's degree in English Language Teaching or Language Teaching, or a bachelor's degree in Translation complemented by formal teacher training. At least one year of university-level teaching experience is desirable. In addition, they must meet at least one of the following requirements: hold a National Language Certification (CENNI) at Level 12 or higher; have attained Band 3 in Modules 1, 2, and 3 of the Teaching Knowledge Test (TKT); or have at least two years of experience teaching English at the university level. Teaching staff should demonstrate leadership, initiative, responsibility, respect, and a solution-oriented approach.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Física Aplicada a la Ingeniería
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapa de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Juan Jesús López García Wulfrano López Bolán Vivían de la Caridad Fernández Fernández
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de la asignatura Física es brindar las bases para la comprensión del mundo que lo rodea y coadyuvar en su formación científica. Su utilidad reside en que permite al estudiantado aplicar estas bases en estudios posteriores, así como adquirir competencias orientadas a la resolución de problemas relacionados con el campo de las ciencias experimentales. Se ubica en la etapa básica, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los principios de las leyes de la Física, mediante el planteamiento y resolución de problemas en la fabricación y ensamble de productos médicos, el análisis estadístico y la interpretación de resultados, para evaluar el comportamiento de fenómenos físicos en objetos inanimados, como su movimiento, fuerza y energía, con una actitud crítica, responsable y creativa.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Informes técnicos de casos prácticos en fabricación y ensamble de productos médicos

Elabora informes técnicos de tres casos prácticos, vinculados a la fabricación y ensamble de productos médicos, que incluyan el planteamiento del problema, la aplicación de leyes físicas, el desarrollo de cálculos, el análisis e interpretación de resultados y su relación con situaciones reales.

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

Diseñar, analizar, evaluar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Física Mecánica

Competencia

Resolver problemas relacionados con la física mecánica, mediante el uso de las leyes de Newton y los modelos matemáticos de trabajo, energía y potencia, para explicar los fenómenos físicos observables en el movimiento mecánico y de fluidos, con actitud sistemática y analítica.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora un reporte técnico de resolución de problemas de mecánica vectorial, que incluya diagramas de cuerpo libre, descomposición de fuerzas y aplicación de las leyes de Newton, con el fin de analizar e interpretar el comportamiento de cuerpos en movimiento y sustentar conclusiones fundamentadas.

Contenido

1.1. Conceptos de energía cinética y potencial;fuerza, momento, trabajo y energía.
1.2. Variables mecánicas
- 1.2.1. Fuerza
- 1.2.2. Masa
- 1.2.3. Posición
- 1.2.4. Velocidad
- 1.2.5. Aceleración
- 1.2.6. Trabajo
- 1.2.7. Presión
- 1.2.8. Caudal
- 1.2.9.Densidad
- 1.2.10. Viscosidad.

1.3. Vibración mecánica
- 1.3.1. Amplitud, frecuencia y periodo,
- 1.3.2. Resonancia
- 1.3.3. Amortiguación
- 1.3.4.Fricción
- 1.3.5.Desgaste
- 1.3.6. Esfuerzo
- 1.3.7. Deformación
- 1.3.8. Rigidez

1.4. Componentes mecánicos
- 1.4.1. Masa
- 1.4.2. Resorte
- 1.4.3. Amortiguador
- 1.4.4. Válvulas
- 1.4.5. Sensores

1.4.6. Bombas
1.4.7. Compresores
1.4.8. Reguladores y actuadores.
1.5. Instrumentos de medición mecánica.

Duración

22 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Hibbeler, R. C. (2022). *Engineering mechanics: Dynamics* (15th ed.). Pearson.

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

Rao, S. S. (2020). *Mechanical vibrations* (7th ed.). Pearson.

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2026). *Physics for scientists and engineers* (11th ed.). Cengage.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Alrasheed, S. (2019). *Principles of mechanics: Fundamental university physics*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15195-9

Nave, C. R. (s.f.). *HyperPhysics*. Georgia State University. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hphys.html

Unidad II. Física Eléctrica

Competencia

Aplicar los principios fundamentales de la electricidad y el magnetismo en el análisis de circuitos eléctricos, mediante el uso de variables eléctricas, leyes de Ohm y Kirchhoff, la interpretación de señales eléctricas y el uso de instrumentos de medición, con el fin de resolver problemas prácticos en contextos de ingeniería, actuando con precisión, pensamiento crítico y responsabilidad técnica.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora un reporte técnico de análisis de redes eléctricas, aplicando leyes de circuitos para determinar tensiones, corrientes y potencias, que incluya el desarrollo de cálculos, verificación de resultados e interpretación técnica.

Contenido

2.1. Conceptos de electricidad

2.1.1. Carga eléctrica
2.1.2. Campo eléctrico
2.2. Conceptos de magnetismo
2.2.1. Imanes naturales y electroimanes
2.2.2. Campo magnético
2.3. Variables eléctricas
2.3.1. Voltaje
2.3.2. Corriente
2.3.3. Potencia
2.4. Componentes eléctricos
2.4.1. Resistencia
2.4.2. Inductor
2.4.3. Capacitor
2.4.4. Fuentes de voltaje.
2.5. Leyes de Ohm, Kirchhoff y Watt.
2.6. Conexiones serie, paralelo y delta-estrella.
2.7. Parámetros de las señales eléctricas y valores promedio y efectivos.
2.8. Instrumentos de medición eléctrica.
2.9. Desfasamiento entre la corriente y el voltaje en circuitos de AC y el factor de potencia.

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Alexander, C. K., & Sadiku, M. N. O. (2021). *Fundamentals of electric circuits* (7th ed.). McGraw-Hill.

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

Hambley, A. R. (2022). *Electrical engineering: Principles and applications* (8th ed.). Pearson.

Morris, A. S., & Langari, R. (2021). *Measurement and instrumentation: Theory and application* (3rd ed.). Academic Press.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Nave, C. R. (s.f.). *HyperPhysics*. Georgia State University. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hphys.html

OpenStax. (2021). *Física universitaria volumen 2*. https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-2/pages/1-introduccion

Unidad III. Medidas de Seguridad en Mediciones de Laboratorio y Campo

Competencia

Implementar medidas de seguridad en la realización de mediciones en laboratorio y campo, mediante la identificación de riesgos, el uso adecuado de equipo de protección y la correcta manipulación de instrumentos, con el fin de prevenir accidentes, garantizar la integridad de las personas y asegurar la confiabilidad de los resultados, actuando con precisión, responsabilidad y apego a normas establecidas.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora un reporte técnico de seguridad en prácticas de medición, que integre análisis de riesgos, medidas preventivas y uso seguro de equipos, con evidencias y conclusiones técnicas.

Contenido

3.1. Fundamentos de seguridad en mediciones
- 3.1.1. Importancia de la seguridad en laboratorio y campo
- 3.1.2. Tipos de riesgos: eléctricos, mecánicos y ambientales
- 3.1.3. Actos y condiciones inseguras

3.2. Normas y lineamientos básicos de seguridad
- 3.2.1. Reglas generales de seguridad en laboratorio
- 3.2.2. Señalización de seguridad
- 3.2.3. Procedimientos seguros en mediciones

3.3. Equipo de protección personal (EPP)

3.4. Seguridad en el uso de instrumentos de medición
- 3.4.1. Verificación previa de equipos
- 3.4.2. Uso seguro de instrumentos eléctricos y mecánicos
- 3.4.3. Manejo básico de conexiones y fuentes de energía

3.5. Prácticas seguras en laboratorio y campo

3.6. Respuesta básica ante incidentes
- 3.6.1. Identificación de situaciones de riesgo
- 3.6.2. Acciones inmediatas ante incidentes
- 3.6.3. Reporte básico de incidentes

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Brauer, R. L. (2021). *Safety and health for engineers* (4th ed.). Wiley.

Goetsch, D. L. (2019). *Occupational safety and health for technologists, engineers, and managers* (9th ed.). Pearson. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Cornell University Environment, Health and Safety. (s.f.). *Laboratory safety manual*. Cornell University. https://ehs.cornell.edu/book/export/html/237

Occupational Safety and Health Administration. (2011). *Laboratory safety guidance* (OSHA 3404). U.S. Department of Labor. https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3404laboratory-safety-guidance.pdf

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Física Mecánica

Práctica 1: Análisis de fuerzas en sistemas mecánicos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica las fuerzas que actúan sobre un sistema mecánico.
3. Representa las fuerzas mediante diagramas de cuerpo libre.
4. Plantea las ecuaciones de equilibrio o movimiento.
5. Calcula las magnitudes de las fuerzas involucradas.
6. Analiza los resultados obtenidos.
7. Organiza la información en un documento técnico y
8. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software de hoja de cálculo
- Material de apoyo (problemas guía)

Práctica 2: Aplicación de las leyes de Newton

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Plantea un problema de dinámica.

3. Identifica masa, fuerzas y aceleración.
4. Aplica las leyes de Newton.
5. Desarrolla los cálculos correspondientes.
6. Verifica la coherencia de los resultados.
7. Elabora un reporte técnico y
8. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Calculadora
- Ejercicios guía

Práctica 3: Trabajo, energía y potencia en sistemas mecánicos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica un sistema donde se realice trabajo.
3. Calcula trabajo, energía y potencia.
4. Relaciona las variables mecánicas involucradas.
5. Analiza los resultados obtenidos.
6. Organiza la información en tablas.
7. Elabora un reporte técnico y
8. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Hoja de cálculo
- Calculadora

Unidad II. Física Eléctrica

Práctica 4: Análisis de circuitos con ley de Ohm

Duración
02 horas
Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los elementos de un circuito eléctrico.
3. Plantea el modelo del circuito.

4. Aplica la ley de Ohm.
5. Calcula voltajes, corrientes y resistencias.
6. Analiza los resultados obtenidos.
7. Organiza la información en un documento técnico y
8. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Simulador (LTspice recomendado)
- Calculadora

Práctica 5: Aplicación de leyes de Kirchhoff

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica nodos y mallas en un circuito.
3. Plantea ecuaciones utilizando las leyes de Kirchhoff.
4. Resuelve el sistema de ecuaciones.
5. Calcula voltajes y corrientes.
6. Verifica resultados mediante simulación.
7. Elabora un reporte técnico y
8. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- LTspice
- Calculadora

Práctica 6: Análisis de circuitos en serie y paralelo

Duración

02 oras

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Clasifica los elementos del circuito.
3. Calcula resistencias equivalentes.

4. Determina voltajes y corrientes.
5. Comparar resultados teóricos con simulación.
6. Analiza las diferencias obtenidas.
7. Elabora un reporte técnico y
8. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Simulador
- Calculadora

Unidad III. Medidas de Seguridad en Mediciones de Laboratorio y Campo

Práctica 7: Análisis de riesgos en procesos de medición

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza un escenario de medición en laboratorio o campo.
3. Identifica riesgos eléctricos, mecánicos y ambientales.
4. Clasifica los riesgos detectados.
5. Propone medidas de control.
6. Organiza la información en un formato técnico.
7. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Casos de estudio
- Formato de análisis

Práctica 8: Planeación de mediciones seguras

Duración

02 oras

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define un proceso de medición.
3. Selecciona el equipo de protección personal adecuado.

4. Establece procedimientos de seguridad.
5. Organiza la secuencia de actividades.
6. Evalúa posibles riesgos.
7. Elabora un plan de trabajo seguro y
8. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Normas básicas de seguridad
- Formato de planeación

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Física Mecánica

Práctica 1: Análisis de movimiento y variables mecánicas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica las variables mecánicas presentes en un sistema en movimiento.
3. Mide la posición y tiempo de un objeto en desplazamiento.
4. Calcula velocidad y aceleración utilizando los datos obtenidos.
5. Organiza los resultados en tablas.
6. Analiza el comportamiento del movimiento.
7. Registra los resultados en un documento técnico y
8. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cronómetro
- Regla o cinta métrica
- Computadora
- Software de hoja de cálculo

Práctica 2: Trabajo, energía y potencia

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica un sistema mecánico donde se realice trabajo.
3. Mide fuerza y desplazamiento.
4. Calcula el trabajo realizado.
5. Determina energía y potencia del sistema.
6. Organiza los datos en tablas.
7. Analiza los resultados obtenidos.
8. Elabora un reporte técnico y
9. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Dinamómetro
- Pesas
- Regla
- Computadora

Práctica 3: Presión y propiedades de fluidos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica un sistema con fluido.
3. Mide variables relacionadas con presión.
4. Calcula densidad y presión.
5. Analiza el comportamiento del fluido.
6. Organiza los datos en tablas.
7. Interpreta los resultados obtenidos.
8. Elabora un reporte técnico y
9. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Recipientes
- Líquidos
- Manómetro (si disponible)
- Computadora

Unidad II. Física Eléctrica

Práctica 4: Medición de variables eléctricas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los elementos de un circuito eléctrico.
3. Arma un circuito básico.
4. Mide voltaje y corriente utilizando instrumentos.
5. Registra los datos obtenidos.
6. Calcula potencia eléctrica.
7. Organiza los resultados en tablas.
8. Elabora un reporte técnico y
9. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Multímetro
- Fuente de voltaje
- Resistencias
- Protoboard

Práctica 5: Aplicación de la ley de Ohm

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Arma un circuito resistivo.
3. Mide voltaje y corriente en diferentes condiciones.
4. Calcula resistencia usando la ley de Ohm.

5. Comparar resultados teóricos y experimentales.
6. Organiza los datos en tablas.
7. Analiza posibles errores.
8. Elabora un reporte técnico y
9. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Multímetro
- Resistencias
- Fuente de voltaje
- Computadora

Práctica 6: Circuitos serie y paralelo

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Arma circuitos en serie y paralelo.
3. Mide voltajes y corrientes en cada configuración.
4. Calcula valores equivalentes.
5. Comparar resultados experimentales y teóricos.
6. Organiza los datos en tablas.
7. Analiza las diferencias obtenidas.
8. Elabora un reporte técnico y
9. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Protoboard
- Multímetro
- Resistencias
- Fuente de voltaje

Unidad III. Medidas de Seguridad en Mediciones de Laboratorio y Campo

Práctica 7: Identificación de riesgos en laboratorio

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa el área del laboratorio.
3. Identifica riesgos eléctricos, mecánicos y ambientales.
4. Clasifica los riesgos detectados.
5. Registra los hallazgos en un formato.
6. Propone medidas de seguridad.
7. Organiza la información en un documento.
8. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Lista de verificación
- Computadora
- Formato de inspección

Práctica 8: Aplicación de medidas de seguridad en mediciones

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona el equipo de protección personal adecuado.
3. Verifica condiciones del equipo de medición.
4. Realiza mediciones eléctricas o mecánicas de forma segura.
5. Aplica procedimientos de seguridad durante la práctica.
6. Registra las acciones realizadas.
7. Evalúa el cumplimiento de normas de seguridad.
8. Elabora un reporte técnico y
9. Entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Equipo de protección personal
- Instrumentos de medición
- Computadora

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Microaprendizaje (microlearning)
- Clase invertida (flipped classroom)
- Foros de discusión guiada
- Tutoría entre pares por videoconferencia o foros
- Webinars interactivos

- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Gamificación o aprendizaje basado en juego
- Aprendizaje servicio en línea (proyectos virtuales con comunidades)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Participación en foros y videoconferencias
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Interacción con comunidades o actores reales mediante plataformas virtuales
- Práctica reflexiva mediante blogs, portafolios o diarios digitales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

XI. 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 taller/laboratorio 50%
- Actividades 10%

- Informes técnicos 20%

Total 100%

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente de esta asignatura deberá contar con formación en Ingeniería o Física, preferentemente con estudios de posgrado y experiencia profesional en contextos industriales o en docencia a nivel superior. Deberá dominar los fundamentos de mecánica y electricidad, así como el uso de instrumentos de laboratorio, simuladores de circuitos y tecnologías de la información. Se espera que vincule la teoría con la práctica mediante actividades de laboratorio y taller, promoviendo el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y el cumplimiento de normas de seguridad. Asimismo, deberá comunicarse de manera efectiva y actuar con ética profesional, responsabilidad y compromiso con la calidad educativa.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Estadística Industrial
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Carlos Uriel Gastelum Acosta Luis Peña Meda
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje permite desarrollar habilidades para la toma de decisiones en la mejora de procesos industriales. Brinda al alumnado las bases de estadística inferencial, para dar seguimiento a procesos o servicios, mediante el uso de tecnología y software estadístico especializado. Es de carácter obligatorio, se imparte en etapa disciplinaria, pertenece al área de conocimiento de Calidad y se recomienda haber aprobado la unidad de aprendizaje Estadística Descriptiva.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar el comportamiento de los procesos industriales mediante el uso de técnicas de estadística inferencial y software estadístico especializado para fundamentar la toma de decisiones en la mejora continua de los mismos con sentido crítico, objetividad e innovación.

VI. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora y entrega reporte de análisis de procesos industriales que incluya: aplicación de intervalos de confianza, pruebas de hipótesis y análisis de regresión, interpretación de resultados y conclusión.

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

Crear e implementar herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, uso de herramientas, y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos. Con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Estimación por intervalos de confianza

Competencia

Estimar parámetros poblacionales, mediante la aplicación de intervalos de confianza, para fundamentar la toma de decisiones en la mejora de procesos industriales, con una actitud crítica y analítica.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora reportes que incluyan la metodología, intervalos de confianza para la media, varianza y/o proporciones, con apoyo de herramientas tecnológicas.

Contenido

1.1. Intervalos de confianza para una muestra
- 1.1.1. Intervalo de confianza para la Media Aritmética (con σ conocida y desconocida)
- 1.1.2. Intervalo de confianza para una proporción
- 1.1.3. Intervalo de confianza para una varianza

1.2. Intervalo de confianza para dos muestras
- 1.2.1. Intervalo de confianza para una diferencia de medias
- 1.2.2. Intervalo de confianza para una diferencia de dos proporciones
- 1.2.3. Intervalo de confianza para dos varianzas

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

García, M. T. G. (2024). *Statistics as a resource in medical research*. Nova Science Publishers.

Kahl, A. (2023). *Introductory Statistics*. Bentham Science Publishers.

Llinás Solano, Hu. (2023). *Estadística inferencial* (1a ed). Uninorte.

Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2020). *Introduction to probability and statistics: Metric version* (15th edition). Cengage.

Navidi, W. C. (2022). *Estadística para ingenieros y científicos* (1a ed). McGraw-Hill Interamericana.

Plaue, M. (2023). *Data Science: An Introduction to Statistics and Machine Learning*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-67882-4

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Unidad II. Pruebas de hipótesis

Competencia

Calcular parámetros poblacionales, mediante la aplicación de pruebas de hipótesis, para fundamentar la toma de decisiones, con una actitud crítica y analítica.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora reporte que incluya la metodología, prueba de hipótesis para la media, varianza y/o proporciones, con apoyo de herramientas tecnológicas.

Contenido

2.1. Prueba de Hipótesis para una muestra
- 2.1.1. Fundamentos y elementos de una prueba de Hipótesis
  - 2.1.1.1. Pruebas de Hipótesis Unilaterales
  - 2.1.1.2. Pruebas de Hipótesis bilaterales
- 2.1.2. Criterios de decisión para aceptar o rechazar una hipótesis nula
- 2.1.3. Criterios para seleccionar la distribución de probabilidad del estadístico de prueba
- 2.1.4. Tipos de Error
  - 2.1.4.1. Interpretación y aplicación de Error Tipo I
  - 2.1.4.2. Interpretación y aplicación de Error Tipo II

2.2. Pruebas de hipótesis de una población
- 2.2.1. Pruebas de Hipótesis para la media, con varianza conocida y desconocida
- 2.2.2. Pruebas de Hipótesis para una Proporción
- 2.2.3. Pruebas de Hipótesis para la Varianza

2.3. Pruebas de Hipótesis para dos poblaciones
- 2.3.1. Prueba de hipótesis para la diferencia de dos medias
- 2.3.2. Prueba de hipótesis para la diferencia de dos proporciones
- 2.3.3. Prueba de hipótesis para dos Varianzas

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

García, M. T. G. (2024). *Statistics as a resource in medical research*. Nova Science Publishers.

Kahl, A. (2023). *Introductory Statistics*. Bentham Science Publishers.

Llinás Solano, Hu. (2023). *Estadística inferencial*. Uninorte.

Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2020). *Introduction to probability and statistics: Metric version* (15th edition). Cengage.

Navidi, W. C. (2022). *Estadística para ingenieros y científicos*. McGraw-Hill Interamericana.

Plaue, M. (2023). *Data Science: An Introduction to Statistics and Machine Learning*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-67882-4

Unidad III. Análisis de regresión y correlación

Competencia

Caracterizar la relación entre dos o más variables de interés asociadas a un sistema productivo, a través de la aplicación del análisis de regresión lineal, para estimar y predecir el comportamiento de las variables de interés permitiendo generar información oportuna para la toma de decisiones pertinentes, con una actitud responsable, crítica y fomentando el trabajo colaborativo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora reporte que incluya la metodología, el análisis de regresión y correlación, con apoyo de herramientas tecnológicas.

Contenido

3.1. Regresión lineal simple
- 3.1.1. Estimación de los parámetros y significancia del modelo de regresión
- 3.1.2. Coeficiente de correlación y determinación
- 3.1.3. Predicción de nuevas observaciones

3.2. Regresión lineal múltiple
- 3.2.1. Estimación y significancia de los parámetros del modelo de regresión
- 3.2.2. Coeficientes determinación R2 y R2 ajustado
- 3.2.3. Predicción de nuevas observaciones

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

García, M. T. G. (2024). *Statistics as a resource in medical research*. Nova Science Publishers.

Kahl, A. (2023). *Introductory Statistics*. Bentham Science Publishers.

Llinás Solano, Hu. (2023). *Estadística inferencial* (1a ed). Uninorte.

Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2020). *Introduction to probability and statistics: Metric version* (15th edition). Cengage.

Navidi, W. C. (2022). *Estadística para ingenieros y científicos* (1a ed). McGraw-Hill Interamericana.

Plaue, M. (2023). *Data Science: An Introduction to Statistics and Machine Learning*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-67882-4

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Estimación por intervalos de confianza

Práctica 1: Intervalo de confianza de una población

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define el parámetro a estimar de un proceso (ej. el tiempo promedio de ensamble o la proporción de piezas conformes en un lote masivo).
3. Calcula o identifica la media muestral y la desviación estándar
4. Selecciona el coeficiente de confianza crítico
5. Calcula el Error Estándar de la media o de la proporción, según sea el caso del estudio.
6. Establece los Límites del Intervalo: Calcula el Límite Inferior y el Límite Superior
7. Interpreta los resultados con sentido crítico

8. Documenta el análisis en un reporte ejecutivo, incluyendo una recomendación técnica sobre el cumplimiento de las especificaciones del producto.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital
- Marcadores
- Calculadora científica
- Formulario
- Acceso a internet

Práctica 2: Intervalo de confianza de dos poblaciones

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define el objetivo de la comparación industrial
3. Calcula o identifica la media muestral y la desviación estándar de ambas poblaciones.
4. Realiza una prueba preliminar de varianzas: Determina si se puede asumir que las varianzas poblacionales son iguales o diferentes,
5. Selecciona el coeficiente de confianza crítico
6. Calcula el Error Estándar de la diferencia aplicando la fórmula correspondiente para la diferencia de medias o diferencia de proporciones.
7. Establece los Límites del Intervalo de Confianza calculando la diferencia puntual y aplica el margen de error para obtener el límite inferior y superior.
8. Interpreta los resultados con sentido crítico
9. Documenta el análisis en un reporte ejecutivo, incluyendo una recomendación técnica sobre el cumplimiento de las especificaciones del producto.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital
- Marcadores
- Calculadora científica
- Formulario
- Acceso a internet

Unidad II. Pruebas de hipótesis

Práctica 3: Pruebas de hipótesis para una población

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define las hipótesis nula y alternativa basadas en el problema planteado.
3. Selecciona el estadístico de prueba adecuado
4. Calcula el valor del estadístico utilizando tablas de distribución.
5. Determina la zona de rechazo y contrasta los resultados obtenidos frente al valor crítico.
6. Interpreta el resultado obtenido.
7. Documenta el análisis en un reporte ejecutivo y recibe retroalimentación sobre la validez de las conclusiones.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital
- Marcadores
- Calculadora científica
- Formulario
- Acceso a internet

Práctica 4: Pruebas de hipótesis para dos poblaciones

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Plantea las hipótesis nula y alternativas enfocadas a una comparativa industrial
3. Realiza la prueba de igualdad de varianzas para determinar si las poblaciones son homogéneas antes de comparar sus medias.
4. Selecciona el estadístico de prueba correcto según el tamaño y la naturaleza de las muestras.
5. Calcula el valor del estadístico utilizando tablas de distribución.
6. Define la conclusión estadística aceptando o rechazando la igualdad de los procesos basada en el nivel de confianza establecido.

7. Redacta una recomendación técnica que traduzca el hallazgo estadístico en una decisión de inversión o mejora operativa.
8. Documenta el análisis en un reporte ejecutivo y recibe retroalimentación sobre la validez de las conclusiones.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital
- Marcadores
- Calculadora científica
- Formulario
- Acceso a internet

Unidad III. Análisis de regresión y correlación

Práctica 5: Regresión lineal simple

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica la variable dependiente (Y) y la independiente (X) dentro de un contexto de manufactura o servicios
3. Construye un diagrama de dispersión para visualizar la relación inicial entre las variables y detectar posibles valores atípicos (outliers).
4. Determina la ecuación de la recta de regresión utilizando el método de mínimos cuadrados.
5. Calcula el Coeficiente de Correlación y el de Determinación para cuantificar la fuerza de la relación y el grado de confiabilidad del modelo.
6. Realiza la prueba de significancia de la pendiente
7. Realiza una proyección o pronóstico para un valor específico de X que sea relevante para la planeación de la producción.
8. Redacta una recomendación técnica basada en el modelo
9. Documenta el análisis en un reporte ejecutivo integrando los gráficos y recibe retroalimentación sobre la precisión de las estimaciones.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital
- Marcadores
- Calculadora científica
- Formulario y acceso a internet

Práctica 6: Regresión Lineal Múltiple

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define la variable de respuesta y el conjunto de variables independientes que impactan un proceso crítico.
3. Analiza la matriz de correlación para identificar relaciones fuertes entre las variables y detectar redundancias que puedan afectar la precisión del modelo.
4. Calcula los coeficientes de regresión múltiple
5. Evalúa el Coeficiente de Determinación Ajustado
6. Realiza la prueba global de significancia para determinar si al menos una de las variables independientes tiene un efecto real sobre el proceso.
7. Verifica los supuestos de los residuos (normalidad, homocedasticidad e independencia)
8. Documenta el análisis en un reporte ejecutivo y recibe retroalimentación sobre la validez de las conclusiones.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital
- Marcadores
- Calculadora científica
- Formulario
- Acceso a internet

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Estimación por intervalos de confianza

Práctica 1: Intervalo de confianza de una población

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Prepara la base de datos en el software estadístico
3. Realiza un análisis de normalidad para validar si el proceso sigue una distribución gaussiana.

4. Ejecuta la prueba estadística correspondiente mediante la ruta correspondiente del software estadístico.
5. Configura el nivel de significancia de acuerdo con el riesgo permitido en el proceso.
6. Analiza el p-value obtenido: Compara el resultado del software contra alpha para determinar si existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.
7. Redacta una conclusión técnica que indique si el proceso cumple con el estándar de calidad o si requiere ajustes inmediatos.
8. Documenta el análisis en un reporte ejecutivo exportando los gráficos y tablas generadas por el software, y recibe retroalimentación del profesorado.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Guía de interpretación de resultados (Manual de usuario).
- Formulario de criterios de decisión.
- Acceso a internet

Práctica 2: Intervalo de confianza de dos poblaciones

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica el caso de estudio industrial
3. Ingresa los datos en el software estadístico
4. Si los datos ya están resumidos (media, desviación y n), prepara los valores para su entrada directa en los cuadros de diálogo.
5. Verifica el supuesto de normalidad de los datos
6. Ejecuta el cálculo del intervalo de confianza siguiendo la ruta correspondiente del software estadístico.
7. Ajusta el nivel de confianza
8. Localiza en la salida del software los límites inferior y superior.
9. Redacta una conclusión técnica que indique si los procesos son diferentes o iguales estadísticamente.
10. Documenta el análisis en un reporte ejecutivo exportando los gráficos y tablas generadas por el software, y recibe retroalimentación del profesorado.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Guía de interpretación de resultados (Manual de usuario)
- Formulario de criterios de decisión y acceso a internet

Unidad II. Pruebas de Hipótesis

Práctica 3: Prueba de Hipótesis de una Población

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Prepara la base de datos en el software estadístico
3. Realiza un análisis de normalidad para validar si el proceso sigue una distribución gaussiana.
4. Ejecuta la prueba estadística correspondiente mediante la ruta correspondiente del software estadístico.
5. Configura el nivel de significancia de acuerdo con el riesgo permitido en el proceso.
6. Analiza el p-value obtenido: Compara el resultado del software contra alpha para determinar si existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.
7. Redacta una conclusión técnica que indique si el proceso cumple con el estándar de calidad o si requiere ajustes inmediatos.
8. Documenta el análisis en un reporte ejecutivo exportando los gráficos y tablas generadas por el software, y recibe retroalimentación del profesorado.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Guía de interpretación de resultados (Manual de usuario).
- Formulario de criterios de decisión.
- Acceso a internet

Práctica 4: Prueba de Hipótesis para dos Poblaciones

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Organiza las bases de datos en el software estadístico, disponiendo los datos en columnas separadas (datos no apilados) o en una columna de datos y otra de etiquetas (datos apilados).
3. Realiza una Prueba de Igualdad de Varianzas para determinar si las desviaciones estándar son estadísticamente iguales.

4. Ejecuta la prueba de comparación de medias mediante la ruta correspondiente del software estadístico.
5. Configura el nivel de confianza y define si la prueba es de una cola o de dos colas
6. Analiza el P-value y el Intervalo de Confianza para la diferencia
7. Redacta una conclusión técnica que indique si el proceso cumple con el estándar de calidad o si requiere ajustes inmediatos.
8. Documenta el análisis en un reporte ejecutivo exportando los gráficos y tablas generadas por el software, y recibe retroalimentación del profesorado.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Guía de interpretación de resultados (Manual de usuario).
- Formulario de criterios de decisión.
- Acceso a internet

Unidad III. Análisis de regresión y Correlación

Práctica 5: Regresión lineal simple

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define claramente la variable independiente y la variable dependiente
3. Captura y depura los datos en el software estadístico, verificando que no existan errores de transcripción o datos inconsistentes.
4. Genera un Diagrama de Dispersión para inspeccionar visualmente la relación entre las variables
5. Ejecuta el Análisis de Regresión mediante la ruta correspondiente del software estadístico.
6. Analiza el Coeficiente de Determinación
7. Evalúa qué porcentaje de la variabilidad de los datos es explicado por el modelo y define si el modelo es útil para realizar pronósticos.
8. Realiza un Análisis de Residuos: Verifica mediante gráficas (histograma de residuos y gráfica de probabilidad normal) que los errores del modelo se distribuyan de forma aleatoria.
9. Utiliza la ecuación de regresión para un pronóstico
10. Documenta el análisis en un reporte de laboratorio exportando la gráfica de línea ajustada y los estadísticos clave, y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Guía de interpretación de resultados (Manual de usuario).
- Formulario de criterios de decisión.
- Acceso a internet

Práctica 6: Regresión lineal múltiple

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define la variable de respuesta y las variables predictoras que influyan en un proceso industrial
3. Captura los datos en el software estadístico, asegurando que cada variable ocupa una columna independiente y que las filas corresponden a observaciones simultáneas.
4. Evalúa la relación entre todas las variables para detectar si existen predictoras altamente correlacionadas entre sí (colinealidad) que deban ser eliminadas o tratadas.
5. Ejecuta el Modelo de Regresión Múltiple mediante la ruta correspondiente del software estadístico.
6. Revisa el valor P del análisis de varianza para confirmar si el modelo en su conjunto es estadísticamente significativo.
7. Verifica los Supuestos del Modelo: Utiliza las gráficas de residuos para asegurar que los errores cumplen con la normalidad, independencia y varianza constante (homocedasticidad).
8. Interpreta el R^2 Ajustado: Determina qué porcentaje de la variación es explicado exclusivamente por las variables significativas, evitando el sobreajuste del modelo.
9. Realiza una estimación mediante la ecuación multivariante: Calcula el resultado esperado de Y bajo una combinación específica de niveles de entrada configurada por el docente.
10. Documenta el análisis en un reporte de laboratorio exportando la gráfica de línea ajustada y los estadísticos clave, y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Guía de interpretación de resultados (Manual de usuario).
- Formulario de criterios de decisión.
- Acceso a internet

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados

- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Interacción con comunidades o actores reales mediante plataformas virtuales
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

XI. 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%
- Reportes por unidad	15%
- Prácticas taller	20%
- Prácticas laboratorio	20%
- Reporte de análisis de procesos	25%
Total	00%

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Ingeniería Industrial o área afín; preferentemente con estudios de posgrado, se sugiere experiencia docente y laboral mínima de un año, con dominio en el área de estadística o de la calidad, experiencia en optimización de procesos, con una actitud proactiva, analítica y de liderazgo.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Manufactura de Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Pensamiento Sistémico y Solución de Problemas
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semipresencial
Equipo de diseño:	Teresa Carrillo Gutiérrez Juan Andrés López Barreras María Marcela Solis Quinteros
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar en las y los estudiantes la capacidad de analizar, modelar y resolver problemas en sistemas sociotécnicos complejos, mediante la aplicación del pensamiento sistémico, metodologías de ingeniería de sistemas y herramientas de análisis de datos. Esto permite al estudiantado proponer soluciones integrales orientadas a la optimización de procesos en la manufactura de dispositivos médicos. Se imparte en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Producción.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar y modelar sistemas sociotécnicos complejos del sector productivo de dispositivos médicos, mediante la aplicación del pensamiento sistémico, metodologías de sistemas duros y suaves y herramientas de análisis, para diseñar soluciones integrales que optimicen procesos, apoyen la toma de decisiones y contribuyan a la calidad y competitividad, con pensamiento crítico, responsabilidad y trabajo multidisciplinario.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora y presenta un proyecto integrador aplicado a un sistema productivo real o simulado, que incluya:

- Diagnóstico sistémico del problema
- Modelado del sistema (diagramas, procesos, variables)
- Análisis de datos y evaluación de alternativas
- Aplicación de metodologías (duros/suaves)
- Propuesta de solución integral
- Evaluación de impacto (técnico, operativo, calidad)
- Reporte técnico estructurado
- Presentación ejecutiva

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

Crear e implementar soluciones a los problemas de procesos industriales, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, con herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos, con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos del pensamiento sistémico

Competencia

Identificar los elementos y principios de los sistemas, mediante la Teoría General de Sistemas, para analizar sistemas sociotécnicos en el contexto industrial, con actitud crítica y responsable.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora un reporte de análisis conceptual en el que identifique y describa los elementos de un sistema sociotécnico en un proceso productivo (real o simulado), incluyendo:

- Definición del sistema
- Identificación de entradas, procesos, salidas y retroalimentación
- Delimitación del sistema (frontera y entorno)
- Identificación de interrelaciones entre componentes
- Reflexión sobre la complejidad del sistema
- Representación gráfica del sistema (diagrama básico)

Contenido

1.1. Teoría General de Sistemas (TGS)
1.2. Elementos, límites y entorno de los sistemas
1.3. Sistemas sociotécnicos en manufactura
1.4. Pensamiento sistémico vs pensamiento lineal
1.5. Complejidad en sistemas industriales

Duración

04 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Ashraf, Z. (2024). Advancing system of systems engineering using intangible value logic measurements from intellectual capital thinking approach. *Heliyon, 10*(24), e40858. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40858

Rodríguez, S. H. Y. (2020). *Administración: Pensamiento, procesos estratégicos y administrativos para la era de la inteligencia artificial*. McGraw-Hill Interamericana.

Wilson, E. (2024). Reframing engineering design: Integrating design thinking and systems thinking in engineering education and practice to address wicked problems. *Canadian Journal of Civil Engineering*. https://doi.org/10.1139/cjce-2024-0084

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Bertalanffy, L. von. (2006). *Teoría general de los sistemas: Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Fondo de Cultura Económica. [clásica]

Meadows, D. H. (2022). *Pensamiento sistémico: Una introducción*. Trillas.

Meadows, D. H. (2022). *Pensar en sistemas*. Capitán Swing.

O'Connor, J., & McDermott, I. (2019). *Introducción al pensamiento sistémico: Recursos esenciales para la creatividad y la resolución de problemas*. Urano. [clásica]

Senge, P. M. (2012). *La quinta disciplina: El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*. Ediciones Granica. [clásica]

Van Gigch, J. P. (2000). *Teoría general de sistemas*. Trillas. [clásica]

Wilson, B. (2002). *Sistemas: Conceptos, metodología y aplicaciones*. Limusa. [clásica]

Unidad II. Análisis sistémico de problemas

Competencia

Analizar problemas en sistemas productivos mediante enfoques sistémicos, para su correcta estructuración y comprensión en entornos complejos, con pensamiento crítico y analítico, así como trabajo colaborativo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Desarrolla un Reporte técnico con diagramas de análisis (causa-efecto, stakeholders o equivalente), así como un análisis estructurado de un problema industrial, aplicando el enfoque sistémico, que incluya:

- Descripción del problema
- Clasificación (estructurado / no estructurado)
- Identificación de actores, variables y restricciones
- Análisis desde enfoque de sistemas duros y suaves
- Planteamiento del problema de forma sistémica

Contenido

2.1. Naturaleza de los problemas industriales
2.2. Problemas estructurados y no estructurados
2.3. Sistemas duros y sistemas suaves
2.4. Identificación de variables, actores y restricciones
2.5. Toma de decisiones en sistemas complejos

Duración

04 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Ashraf, Z. (2024). Advancing system of systems engineering using intangible value logic measurements from intellectual capital thinking approach. *Heliyon, 10*(24), e40858. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40858

Wilson, E. (2024). Reframing engineering design: Integrating design thinking and systems thinking in engineering education and practice to address wicked problems. *Canadian Journal of Civil Engineering*. https://doi.org/10.1139/cjce-2024-0084

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Ackoff, R. (2005). *El arte de resolver problemas*. Limusa. [clásica]

Checkland, P. (2004). *Pensamientos de sistemas, práctica de sistemas.* Limusa. [clásica]

Checkland, P., Scholes, J. (1994). *La metodología de sistemas suaves en acción.* Limusa. [clásica]

Wilson, B. (2002). *Sistemas: Conceptos, metodología y aplicaciones.* Limusa. [clásica]

Unidad III. Modelado de sistemas y procesos

Competencia

Modelar sistemas productivos mediante herramientas conceptuales y cuantitativas, para representar y analizar su comportamiento, con proactividad y creatividad en la solución de problemas,

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Modelo del sistema (digital o manual) acompañado de un reporte de análisis, además construye un modelo de un sistema productivo utilizando herramientas de representación sistémica, que incluya:

- Mapa de proceso o diagrama de flujo
- Identificación de variables clave
- Representación de relaciones causales
- Integración de datos básicos del sistema
- Interpretación del comportamiento del sistema

Contenido

3.1. Modelos de sistemas (conceptuales y matemáticos)
3.2. Diagramas causales y mapas de procesos
3.3. Modelado de procesos productivos
3.4. Introducción a simulación básica
3.5. Análisis de datos en sistemas

Duración

06 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Ashraf, Z. (2024). Advancing system of systems engineering using intangible value logic measurements from intellectual capital thinking approach. *Heliyon, 10*(24), e40858. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40858

Wilson, E. (2024). Reframing engineering design: Integrating design thinking and systems thinking in engineering education and practice to address wicked problems. *Canadian Journal of Civil Engineering*. https://doi.org/10.1139/cjce-2024-0084

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Checkland, P. (2004) *Pensamientos de sistemas, práctica de sistemas.* Limusa. [clásica]

Checkland, P., Scholes, J. (1994). *La metodología de sistemas suaves en acción.* Limusa. [clásica]

Wilson, B. (2002). *Sistemas: Conceptos, metodología y aplicaciones.* Limusa. [clásica]

Unidad IV. Metodologías de solución de problemas

Competencia

Aplicar el pensamiento sistémico a través de los sistemas duros y suaves para resolver problemas en organizaciones productivas, con enfoque estructurado y crítico.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Aplica una metodología de ingeniería de sistemas (duros o suaves) para proponer una solución a un problema identificado, considerando:

- Selección y justificación de la metodología
- Desarrollo del proceso metodológico
- Generación de alternativas de solución
- Evaluación de alternativas (criterios técnicos y operativos)
- Selección de la mejor alternativa
- Reporte técnico con desarrollo metodológico y propuesta de solución.

Contenido

4.1. Metodología de sistemas duros
4.2. Metodología de sistemas suaves
4.3. Ciclo de solución de problemas
4.4. Evaluación de alternativas

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Ashraf, Z. (2024). Advancing system of systems engineering using intangible value logic measurements from intellectual capital thinking approach. *Heliyon, 10*(24), e40858. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40858

Wilson, E. (2024). Reframing engineering design: Integrating design thinking and systems thinking in engineering education and practice to address wicked problems. *Canadian Journal of Civil Engineering*. https://doi.org/10.1139/cjce-2024-0084

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Checkland, P. (2004) *Pensamientos de sistemas, práctica de sistemas.* Limusa. [clásica]

Checkland, P., Scholes, J. (1994). *La metodología de sistemas suaves en acción.* Limusa. [clásica]

Wilson, B. (2002). *Sistemas: Conceptos, metodología y aplicaciones.* Limusa. [clásica]

Unidad V. Aplicación en dispositivos médicos

Competencia

Aplicar el pensamiento sistémico en la mejora de procesos de manufactura de dispositivos médicos mediante metodologías de solución de problemas, considerando calidad, normatividad y trabajo en equipo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Integra los conocimientos adquiridos mediante el desarrollo de un proyecto aplicado, que incluya:

- Diagnóstico sistémico del proceso

- Modelado del sistema
- Análisis de datos y problemáticas
- Aplicación de metodologías de solución
- Propuesta de mejora alineada a calidad y normatividad
- Evaluación del impacto de la solución
- Reporte técnico completo
- Presentación ejecutiva

Contenido

5.1. Sistemas productivos en dispositivos médicos
5.2. Integración de calidad y normatividad
5.3. Análisis sistémico de procesos reales
5.4. Desarrollo del proyecto integrador

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Ashraf, Z. (2024). Advancing system of systems engineering using intangible value logic measurements from intellectual capital thinking approach. *Heliyon, 10*(24), e40858. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40858

Wilson, E. (2024). Reframing engineering design: Integrating design thinking and systems thinking in engineering education and practice to address wicked problems. *Canadian Journal of Civil Engineering*. https://doi.org/10.1139/cjce-2024-0084

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Acosta, J. (coordinador). (2005*). Ingeniería de sistemas con un enfoque interdisciplinario.* Alfa Omega. [clásica]

Checkland, P. (2004) *Pensamientos de sistemas, práctica de sistemas.* Limusa. [clásica]

Checkland, P. Scholes, J. (1994). *La metodología de sistemas suaves en acción.* Limusa. [clásica]

Wilson, B. (2002). *Sistemas: Conceptos, metodología y aplicaciones.* Limusa. [clásica]

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos del pensamiento sistémico

Práctica 1: Identificación de sistemas sociotécnicos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Identifica de entradas, procesos, salidas
3. Delimita el sistema e identificación de actores y relaciones
4. Realiza un Esquema conceptual del sistema
5. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
6. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes

Unidad II. Análisis sistémico de problemas

Práctica 2: Estructuración de problemas complejos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Definir el problema con enfoque sistémico
3. Identificar de actores y relaciones a través del análisis causa-efecto
4. Realiza un Planteamiento estructurado del problema
5. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
6. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes

Unidad III. Modelado de sistemas y procesos

Práctica 3: Modelado conceptual de procesos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Elaborar mapas de proceso.
3. Identificar variables críticas.
4. Realiza un Mapa de proceso.
5. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
6. Entrega reporte a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes

Unidad IV. Metodologías de solución de problemas

Práctica 4: Aplicación de metodologías sistémicas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Aplicar Checkland o enfoque estructurado
3. Generar alternativas de solución
4. Realiza una Propuesta metodológica.

5. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
6. Entrega reporte a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Fundamentos del pensamiento sistémico

Práctica 1: Identificación de sistemas sociotécnicos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Con el uso de software identifica de entradas, procesos, salidas
3. Con el uso de software delimita el sistema e identificación de actores y relaciones
4. Realiza un Esquema conceptual del sistema.
5. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
6. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes

Unidad II. Análisis sistémico de problemas

Práctica 2: Estructuración de problemas complejos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Con el uso de software, definir el problema con enfoque sistémico
3. Con el uso de software, identificar de actores y relaciones a través del análisis causa-efecto
4. Realiza un planteamiento estructurado del problema.
5. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
6. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

Unidad III. Modelado de sistemas y procesos

Práctica 3: Modelado conceptual de procesos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Con el uso de software, elaborar mapas de proceso.
3. Con el uso de software, identificar variables críticas.
4. Realiza un Mapa de proceso.
5. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
6. Entrega reporte a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes

Unidad IV. Metodologías de solución de problemas

Práctica 4: Aplicación de metodologías sistémicas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Con el uso de software, aplicar Checkland o enfoque estructurado
3. Con el uso de software generar alternativas de solución
4. Realiza una propuesta metodológica.
5. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
6. Entrega reporte a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes

X. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS CAMPO

Unidad I. Fundamentos del pensamiento sistémico

Práctica 1: Identificación de sistemas sociotécnicos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Recaba información de los procesos para entradas, procesos, salidas
3. Con la opinión del personal delimita el sistema e identificación de actores y relaciones
4. Elabora y propone un esquema conceptual del sistema.
5. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
6. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes

Unidad II. Análisis sistémico de problemas

Práctica 2: Estructuración de problemas complejos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Consultar al personal del área para definir el problema con enfoque sistémico e identificar actores y relaciones a través del análisis causa-efecto
3. Presenta un borrador del planteamiento estructurado del problema
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

Unidad III. Modelado de sistemas y procesos

Práctica 3: Modelado conceptual de procesos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. A través de visitas al área, elaborar mapas de proceso identificando variables críticas.
3. Expone los resultados preliminares y recibe retroalimentación.
4. Entrega reporte a su docente para su evaluación final.

Producto: Mapa de proceso

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet

- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

Unidad IV. Metodologías de solución de problemas

Práctica 4: Aplicación de metodologías sistémicas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Consensuar con el equipo de trabajo la aplicación Checkland o enfoque estructurado
3. Redactar documento final incluyendo alternativas de solución propuestas.
4. Expone los resultados en una propuesta metodológica y recibe retroalimentación.
5. Entrega reporte a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.

- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudianteado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP)
- Estudio de casos reales
- Simulación y uso de software
- Exposición interactiva
- Trabajo colaborativo

Estrategias de aprendizaje

- Investigación aplicada
- Desarrollo de proyectos
- Análisis de datos
- Elaboración de reportes técnicos
- Presentaciones ejecutivas

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%
- Prácticas taller/laboratorio/campo 30%
- Actividades 15%
- Proyecto 35%

Total	100%

XIII. PERFIL DOCENTE

Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas o área afín, preferentemente con estudios de posgrado en ingeniería o gestión. Contar con al menos dos años de experiencia docente. Se requiere experiencia en análisis de sistemas, mejora de procesos y entornos de manufactura, así como conocimiento de la industria de dispositivos médicos (deseable). Además, deberá poseer competencias en enseñanza activa y uso de tecnologías educativas para favorecer el aprendizaje en modalidad semipresencial.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Excel para Ingeniería
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semipresencial
Equipo de diseño:	Marco Antonio Pinto Ramos Rafael Eduardo Saavedra Leyva Judith Marisela Paz Delgadillo
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Excel para Ingeniería permite al alumnado conocer y utilizar herramientas para el manejo y análisis de información y la elaboración de informes ejecutivos, gráficos o numéricos, apoyo en la toma de decisiones. El conocimiento adquirido le permitirá al alumnado la creación de tablas dinámicas, gráficos, funciones y macros que ayuden a automatizar sus actividades para incrementar la productividad, así como comprender la importancia del manejo de la información en tiempo y forma para la toma de decisiones en el ambiente laboral de la ingeniería.

La asignatura se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Elaborar informes ejecutivos por medio del manejo de datos, diseño de tablas y gráficos dinámicos, aplicación de funciones y sistemas macros, para facilitar el análisis e interpretación de información, de manera responsable, crítica y creativa.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Hoja de cálculo de Excel con los análisis realizados, tablas dinámicas, funciones y Macro para autorizar informes recurrentes.
2. Hoja de cálculo de Excel con informes ejecutivos gráficos, cuyo contenido y características son especificadas por su docente.

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

Crear e implementar herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, uso de herramientas, y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Excel: fórmulas y funciones

Competencia

Distinguir los diferentes elementos que componen la pantalla de Excel así como principales funciones y fórmulas, por medio de la interacción del usuario y la realización de cálculos de datos, para conocer las herramientas e información disponible en la elaboración de hojas de cálculo y la interpretación de resultados del proceso de análisis y toma de decisiones, con actitud crítica y analítica.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora reporte en el cual documente las principales elementos, funciones y fórmulas de la pantalla de excel, así mismo deberá integrar capturas de pantalla donde se refleje esa interacción del usuario y la elaboración de cálculos y finalmente una conclusión en la cual destaca su utilidad en la interpretación de resultados del proceso de análisis y como apoya a la toma de decisiones

Contenido

1.1. Interfaz de la plantilla Excel
    1.1.1. La cinta de opciones de Excel.
    1.1.2. El cuadro de nombres de Excel.
    1.1.3. La barra de fórmulas de Excel.
1.2. Las hojas de cálculo de Excel.
1.3. La barra de estado de Excel.
1.4. Operaciones matemáticas en Excel.
1.5. Tipos de funciones en Excel.
    1.5.1. Funciones de búsqueda y referencia.
    1.5.2. Funciones de fecha y tiempo.
    1.5.3. Funciones lógicas.
    1.5.4. Funciones estadísticas.
1.6. Detección de duplicados, ordenar y filtrar datos.
1.7. Agrupar filas y columnas.
1.8. Formato condicional de celdas.
1.9. Validación de datos y listas desplegables.

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Dziak, M. (2026). Microsoft Excel. In *Salem Press encyclopedia of science*. Salem Press.

Eyzaguirre, C. A. (2009). *Excel para ingenieros*. Macro. [clásica]

Saldívar, A. D. (2024). *101 funciones con Excel*. Alfaomega Grupo Editor.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Hurtado, D. (2015). Curso Excel - Capítulo 0, Introducción para Principiantes [Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=yKWFMgurUnU

Microsoft (s. f.). Funciones de Excel (por categoría). Recuperado el 17 de abril de 2026, de https://support.microsoft.com/es-es/office/funciones-de-excel-por-categor%C3%ADa-5f91f4e9-7b42-46d2-9bd1-63f26a86c0eb

Microsoft (s. f.). Funciones de Excel (por categoría). Recuperado el 17 de abril de 2026, de https://support.microsoft.com/es-es/office/funciones-de-excel-por-categor%C3%ADa-5f91f4e9-7b42-46d2-9bd1-63f26a86c0eb

Technology for teachers and students (2022). Excel para principiantes: El curso completo [Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=wbJcJCkBcMg

Unidad II. Tablas y gráficas en Excel

Competencia

Analizar una amplia cantidad de datos de forma práctica y sencilla, a través de la creación y edición de tablas y gráficos simples y/o dinámicos, para presentar información clara y fácil de interpretar, con creatividad y honestidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar un dashboard compacto en Excel a partir de una base de datos de producción o calidad, en donde crean y construyen tablas y gráficos simples y dinámicos.

Contenido

2.1. Tipos de gráficas de Excel.
2.2. Insertar una gráfica de datos a partir de tablas.
2.3. Edición de gráficos
    2.3.1. Series en una gráfica.
    2.3.2. Gráficos con tres o más ejes.
2.4. Tablas dinámicas de datos.
    2.4.1. Creación de tabla dinámica.
    2.4.2. Configurar los filtros de la tabla dinámica.
    2.4.3. Cálculos en tablas dinámicas.
2.5. Gráficos dinámicos.
    2.5.1. Elaboración de gráficos dinámicos vinculados a tablas.
    2.5.2. Segmentadores y líneas de tiempo.
    2.5.3. Análisis interactivo.

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Carrasco Gómez, F. J. (2025). *Excel y Power BI: El cóctel perfecto*. Alfaomega.

Mayes, T. R., & Shank, T. M. (2016). *Análisis financiero con Microsoft Excel* (7.ª ed.). Cengage Learning. https://libcon.rec.uabc.mx:2258/?il=2146 [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Microsoft (s. f.). Crear tablas y aplicarles formato. Recuperado el 17 de abril de 2026, de https://support.microsoft.com/es-es/office/crear-tablas-y-aplicarles-formato-e81aa349-b006-4f8a-9806-5af9df0ac664

Microsoft (s. f.). Crear un gráfico de principio a fin. Recuperado el 17 de abril de 2026, de https://support.microsoft.com/es-es/office/crear-un-gr%C3%A1fico-de-principio-a-fin-0baf399e-dd61-4e18-8a73-b3fd5d5680c2

Microsoft (s. f.). Crear una tabla dinámica para analizar datos de una hoja de cálculo. Recuperado el 17 de abril de 2026, de https://support.microsoft.com/es-es/office/crear-una-tabla-din%C3%A1mica-para-analizar-datos-de-una-hoja-de-c%C3%A1lculo-a9a84538-bfe9-40a9-a8e9-f99134456576

Yescas, Leonel (2022). *Excel 2021: curso práctico paso a paso*. Publicaciones Altaria

Unidad III. Introducción a Macros

Competencia

Simplificar la captura y manejo de datos, a través de la programación de formularios de usuarios, para crear bases de datos de información estructurada; con actitud proactiva y creativa.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar un Macros reporte en el cual documente las principales elementos, funciones y fórmulas de la pantalla de excel, así mismo deberá integrar capturas de pantalla donde se refleje esa interacción del usuario y la elaboración de cálculos y finalmente una conclusión en la cual destaca su utilidad en la interpretación de resultados del proceso de análisis y como apoya a la toma de decisiones

Contenido

3.1. Introducción a Visual Basic
3.2. Controles de formulario y controles ActiveX.
3.3. Grabar Macros desde Excel.
3.4. El editor de Visual Basic.
3.5. Insertar controles ActiveX en hojas de cálculo.
3.6. Programación de formularios de usuarios y controles ActiveX.
3.7. Introducción al Power BI.

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Carrasco Gómez, F. J. (2025). *Excel y Power BI: El cóctel perfecto*. Alfomega. https://libcon.rec.uabc.mx:2186/read/9791387642198/index

Montes, J.M. Manuel y Ternero, F. (2022). Excel para ciencia e ingeniería. 1ra edición. Alfaomega Grupo Editores.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Microsoft (s. f.). Inicio rápido: Crear una macro. Recuperado el 17 de abril de 2026, de https://support.microsoft.com/es-es/office/inicio-r%C3%A1pido-crear-una-macro-741130ca-080d-49f5-9471-1e5fb3d581a8

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Excel: fórmulas y funciones

Práctica 1: Interfaz de excel aplicada al registro de piso (Shop Floor)

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza
    a) Personalización: Configura la Cinta de opciones agregando la pestaña "Programador" o comandos rápidos para la protección de hojas, esenciales para auditorías de la FDA/ISO.

    b) Cuadro de Nombres: Crea una base de datos de "Componentes de Inventario" (ej. agujas, polímeros, empaques) y utiliza el Cuadro de nombres para definir rangos fijos para cada categoría.

    c) Barra de Fórmulas: Realiza cálculos de rendimiento de materia prima (Yield) en la barra de fórmulas, restando el "Scrap" (desperdicio) del total de material entregado.

d) Barra de Estado: Selecciona columnas de producción por turno y utiliza la Barra de estado para verificar rápidamente el conteo de piezas sin necesidad de fórmulas.

3. Documenta redactando una breve descripción de cómo la personalización de la interfaz puede agilizar el registro de datos en un ambiente de cuarto limpio (Cleanroom).
4. Integra capturas de pantalla de la interfaz con los rangos nombrados y el cálculo del Yield de materiales.
5. Entrega a su docente para recibir retroalimentación

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- MS Excel

Práctica 2: Funciones para el control de calidad y tiempos de producción

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza
    a) Registro de Lotes: Crea una tabla para el seguimiento de lotes de producción de un dispositivo médico (ej. catéteres o jeringas), incluyendo columnas para "Fecha de Fabricación", "Fecha de Expiración", "Unidades Producidas" y "Unidades Defectuosas".
    b) Funciones de Fecha y Tiempo: Utiliza funciones como `HOY` y `SI.FECHA` para calcular cuántos días faltan para la expiración de un lote y determinar si el producto aún es apto para distribución.
    c) Funciones Estadísticas: Calcula el rendimiento del proceso utilizando `SUMA`, `PROMEDIO` (para el promedio de defectos por turno) y `CONTAR.SI` para identificar cuántos lotes cumplen con la cuota de producción mínima.
    d) Funciones Lógicas: Implementa la función `SI` anidada con `Y` / `O` para determinar el estado del lote: "LIBERADO" (si cumple con los estándares de calidad y no ha expirado) o "RETENIDO" (si excede el límite de defectos o está fuera de fecha).
3. Documenta explicando cómo la función lógica SI permite estandarizar el criterio de liberación de productos médicos, reduciendo el error humano en el cumplimiento normativo.

4. Integra capturas de pantalla de la tabla de control de lotes donde se visualicen las fórmulas de validación lógica y los cálculos de tiempos de expiración en la barra de fórmulas.
5. Entrega a su docente para recibir retroalimentación

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- MS Excel

Práctica 3: Gestión de inventarios y trazabilidad

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza
    a) Limpieza de Datos: Utiliza "Quitar duplicados" en una lista de números de serie para asegurar que no haya registros repetidos en el sistema.
    b) Orden y Filtros: Aplica filtros avanzados para extraer únicamente los lotes que fallaron en una prueba específica de laboratorio.
    c) Búsqueda y Referencia: Implementa la función `BUSCARV` o `XLOOKUP` para que, al ingresar un código de producto, Excel devuelva automáticamente su descripción técnica y el nombre del proveedor.
    d) Trazabilidad: Simula un "Recall" (retiro de mercado) filtrando por proveedor y rango de fechas para identificar rápidamente los dispositivos afectados.
3. Documenta cómo las funciones de búsqueda facilitan la trazabilidad obligatoria por normativas médicas internacionales.
4. Integra capturas del proceso de búsqueda y de la tabla filtrada por criterios de "Falla de Calidad".
5. Entrega a su docente para recibir retroalimentación

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- MS Excel

Práctica 4: Formato condicional y validación para prevención de errores

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza
    a) Prevención de Errores (Poka-Yoke): Crea una Lista desplegable con Validación de Datos para que el operario solo pueda seleccionar códigos de error predefinidos (ej. "Empaque roto", "Sello débil").
    b) Formato Condicional: Configura reglas para que las celdas se pongan en ROJO automáticamente si el valor de una prueba física excede los límites de tolerancia permitidos.
    c) Agrupación: Organiza un reporte mensual de producción utilizando la función de agrupar filas por semana para presentar resúmenes a gerencia.
    d) Seguridad: Aplica validación para que solo se acepten números positivos en la columna de piezas producidas.
3. Documenta la conclusión: Analiza cómo el formato condicional ayuda a los supervisores de calidad a detectar anomalías visuales de forma inmediata en una línea de producción.
4. Integra capturas del sistema de validación (listas desplegables) y de las alertas visuales generadas por el formato condicional.
5. Entrega a su docente para recibir retroalimentación

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Ms Excel

Unidad II. Tablas y gráficas en Excel

Práctica 5: Tablas y gráficas básicas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza

A. Una descarga de base de datos (ejemplo: producción diaria durante un mes).
B. Inserta la información en Excel y convertirla en tabla.
C. Aplica filtros y ordenar datos por fecha y cantidad producida.
D. Crea los múltiples gráficos estudiados en clase para mostrar tendencias de producción, máximos y mínimos.
E. Edita los gráficos agregando títulos, etiquetas y series adicionales (ejemplo: defectos por lote).

3. Documenta la interpretación de cada una de las tablas y gráficos elaborados durante esta práctica.
4. Integra tus tablas y gráficos dentro de un informe.
5. Entrega a su docente para recibir retroalimentación

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- MS Excel

Práctica 6: Análisis dinámico

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza
    A. Una base de datos amplia con una cantidad considerable de observaciones (ejemplo: registros de producción por turno, línea y/o defectos).
    B. Crear una tabla dinámica para agrupar datos por línea de producción y turno.
    C. Configurar filtros para analizar defectos por lote y eficiencia por turno.
    D. Incorporar cálculos personalizados (porcentaje de defectos, promedio de producción).
    E. Interpretar los resultados y redactar un breve análisis sobre las áreas críticas detectadas.
3. Documenta la interpretación del análisis derivado de los resultados obtenidos de esta práctica.
4. Integra un reporte donde se exponga el análisis junto con imágenes y la descripción de los pasos elaborados para la tabla dinámica implementada.
5. Entrega a su docente para recibir retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- MS Excel

Práctica 7: Construcción de dashboard interactivo

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza
    A. Gráficos dinámicos vinculados con base en la tabla dinámica creada en la práctica 6.
    B. Insertar segmentadores y líneas de tiempo para filtrar datos por fechas y líneas de producción.
    C. Diseñar un mini-dashboard que muestra indicadores clave (producción total, defectos, eficiencia).
    D. Personalizar el diseño para que sea claro y fácil de interpretar.
    E. Presentar el dashboard como evidencia final del curso, explicando cómo apoya la toma de decisiones industriales.
3. Documenta cada uno de los procedimientos desarrollados e incluye la interpretación de la gráfica dinámica.
4. Integra el dashboard a un informe menciona su aplicación y utilidad.
5. Entrega a su docente para recibir retroalimentación

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- MS Excel

Unidad III. Introducción a macros

Práctica 8: Registro automatizado de producción

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza
    A. Una hoja con datos simulados o reales de producción.
    B. Grabar Macro en Excel para registrar acciones de copiar datos, pegarlos en una tabla resumen y aplicar formato.
    C. Detener la grabación, para que la macro quede creada y lista para ejecutarse.
    D. Asignar la macro a un botón de formulario en la hoja.
    E. Ejecutar el botón de la automatización para validar el macro y observar que los pasos se realizan de forma automática, sin una repetición manual.
3. Documenta la grabación del macro de Excel utilizado para la automatización del registro de datos de producción.
4. Integra los datos, la macro y la validación dentro de un reporte extenso.
5. Entrega a su docente para recibir retroalimentación

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- MS Excel

Práctica 9: Formulario de control de calidad interactivo

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza
    A. La inserción de controles ActiveX (cuadros de texto, botones, listas desplegables) en la hoja.
    B. Abrir el Editor de Visual Basic y programar el comportamiento de los controles.
    C. Ajustar el diseño del formulario considerando disposición de campos, etiquetas y botones.
    D. Probar el formulario ingresando datos de distintos lotes.
    E. Observar cómo el formulario captura y organiza la información automáticamente a través de su diseño y funcionalidad.
    F. Probar el formulario simulando la captura de datos de diferentes lotes.
3. Documenta el formulario que contiene los controles ActiveX.

4. Integra el diseño del formulario con controles ActiveX, en donde capturaron la información de calidad en la producción de dispositivos médicos, junto con un informe de la funcionalidad de la práctica.
5. Entrega a su docente para recibir retroalimentación

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- MS Excel

Práctica 10: Visualización avanzada de indicadores industriales

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza
    A. Una base de datos en Excel con la producción, defectos y eficiencia.
    B. Conectar Excel con Power BI e importar los datos.
    C. Usar Power BI para crear el panel de control: insertar gráficos interactivos (producción por turno, defectos por línea, eficiencia).
    D. Personalizar el diseño del dashboard con títulos y filtros.
    E. Analizar cómo el panel permite visualizar indicadores clave y apoyar decisiones industriales.
3. Documenta a detalle cada uno de los procedimientos de esta práctica.
4. Integra en un informe la exportación de datos de Excel a Power BI para crear un panel de control con indicadores clave de producción y calidad.
5. Entrega a su docente para recibir retroalimentación

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- MS Excel
- Power BI

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Microaprendizaje (microlearning)
- Clase invertida (flipped classroom)
- Webinars interactivos
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Práctica reflexiva mediante blogs, portafolios o diarios 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

- Evaluaciones parciales	30%
- Prácticas taller/laboratorio/clínicas/campo	30%
- Metas de unidades	10%
- Actividades	10%
- Informes ejecutivos y análisis realizados	20%
Total	100%

XI. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Ingeniería Industrial, preferentemente posgrado en área afín. Experiencia profesional en el área ingeniería industrial, y docente de al menos 1 año, con alto dominio de Excel. Ser una persona proactiva, responsable 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 Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Herramientas de Tecnologías Emergentes para la Solución de Problemas en Ingeniería
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapa de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semipresencial
Equipo de diseño:	Sukey Sayonara Nakasima López Mydory Oyuky Nakasima López Karla Frida Madrigal Estrada Ricardo López Zavala
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de este curso es que el estudiantado comprenda el papel de la inteligencia artificial generativa y otras tecnologías emergentes en la transformación digital y en los procesos de manufactura de la industria de dispositivos médicos, así como su contribución a la innovación, la productividad y la mejora de procesos. La asignatura fomenta el desarrollo de competencias para el análisis, implementación y aprovechamiento estratégico de herramientas digitales orientadas a la gestión de información, tratamiento y análisis de datos para la toma de decisiones informadas. Asimismo, promueve la reflexión crítica sobre sus implicaciones sociales, éticas y laborales, con el fin de formar profesionistas capaces de desarrollar soluciones innovadoras en entornos dinámicos. Esta unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar soluciones innovadoras orientadas a la transformación digital y a la mejora de los procesos de manufactura en la industria de dispositivos médicos, mediante el uso estratégico de la inteligencia artificial generativa y otras tecnologías emergentes, así como el tratamiento y análisis de datos, para fortalecer la productividad, la eficiencia operativa y la toma de decisiones informadas, con ética, responsabilidad social, pensamiento crítico y actitud proactiva.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Proyecto integrador de transformación digital, en formato de reporte técnico que incluya:

- Introducción
- Identificación de necesidades de información y áreas de oportunidad en seguimiento, control y monitoreo de variables críticas del proceso
- Propuesta de mejora mediante inteligencia artificial generativa y tecnologías emergentes
- Análisis de datos e indicadores clave de desempeño (calidad, productividad, eficiencia u otros)
- Riesgos e implicaciones éticas, sociales y laborales
- Resultados preliminares
- Recomendaciones
- Referencias

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

Crear e implementar soluciones a los problemas de procesos industriales, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, con herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial y tecnologías digitales relacionadas con la

optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos. Con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Excelencia; Vanguardia e Innovación Social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos de la Industria 4.0

Competencia

Analizar las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 mediante el estudio de sus fundamentos, características, aplicaciones y tendencias emergentes, para comprender su función en la transformación de los procesos industriales y su impacto social, ético y laboral, con pensamiento crítico, responsabilidad y apertura al cambio tecnológico.

Contenido

1.1. Introducción a la Industria 4.0
1.2. Tecnologías habilitadoras:
1.2.1. IA (Inteligencia Artificial)
1.2.2. IoT (Internet of Things / Internet de las Cosas)
1.2.3. Tecnologías inmersivas e interfaces digitales avanzadas
1.2.4. Analítica avanzada de datos y procesamiento de información
1.3. Modelos de implementación
1.4. Impacto social, ético y laboral

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Cuadro comparativo de tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0: Documento que compare la descripción general, aplicaciones industriales, beneficios y retos de las principales tecnologías habilitadoras, incluyendo consideraciones éticas, sociales y laborales, con conclusiones fundamentadas.

Duración
04 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Cortina Orts, A. (2024). *¿Ética o ideología de la inteligencia artificial?: El eclipse de la razón comunicativa en una sociedad tecnologizada*. Ediciones Paidós.

Dean, T. L., Allen, J., & Aloimonos, Y. (1995). *Artificial intelligence: Theory and practice*. Benjamin/Cummings. [clásica]

Rich, E. (1983). *Artificial intelligence*. McGraw-Hill. [clásica]

Skilton, M., & Hovsepian, F. (2018). *The 4th industrial revolution: Responding to the impact of artificial intelligence on business*. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62479-2 [clásica]

Soria-Olivas, E., Casado, H., & Martínez, A. (2024). *People analytics: Big data al servicio de los recursos humanos*. Alfaomega; RA-MA.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Chávez López, E. N. (2025). La industria 4.0 y su impacto en la eficiencia operativa en el sector industrial utilizando (IoT, Big Data, Inteligencia Artificial). https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/8715

Folgado, F. J., Calderón, D., González, I., & Calderón, A. J. (2024). Review of Industry 4.0 from the Perspective of Automation and Supervision Systems: Definitions, Architectures and Recent Trends. Electronics, 13(4), 782. https://doi.org/10.3390/electronics13040782

Windmann, A., et al. (2024). Artificial Intelligence in Industry 4.0: A Review of Integration Challenges for Industrial Systems. arXiv.

Salinas, R. V. R., Martínez, M. A. D., Hernández, S. R., Zubirias, G. C., & Rodríguez, M. A. M. (2024). El internet de las cosas y la industria 4.0-Aplicaciones en el campo de la ingeniería industrial. Revista UIS ingenierías, 23(2), 111-130.

Winter, Johannes (Ed.) (2023) : Industry 4.0 – The Global Industrial Revolution: Achievements, Obstacles and Research Needs for the Digital Transformation of Industry, ISBN 9783036596631, MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Basel, https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-9662-4

Unidad II. Inteligencia artificial aplicada a procesos industriales

Competencia

Aplicar herramientas de inteligencia artificial generativa mediante el diseño e implementación de prompts orientados al desarrollo de soluciones de transformación digital, análisis de datos y mejora de procesos de manufactura en la industria de dispositivos médicos, para optimizar la calidad, productividad y eficiencia operativa, con ética, pensamiento crítico y profesionalismo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Portafolio de aplicación de inteligencia artificial generativa: Documento que integre ejercicios de diseño e implementación de prompts orientados a la generación de contenido técnico, análisis de datos y propuestas de mejora en procesos industriales, así como la identificación de beneficios, riesgos e implicaciones éticas de su uso, con conclusiones fundamentadas.

Contenido

2.1. Introducción a la IA generativa.
2.2. Ingeniería de prompts para generación de contenido técnico.
2.3. Aplicaciones prácticas de ChatGPT en procesos industriales.
2.4. Ética y riesgos de la IA.

Duración

06 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Al-Marzouqi, A., Salloum, S. A., Al-Saidat, M., Aburayya, A., & Gupta, B. (Eds.). (2024). *Artificial intelligence in education: The power and dangers of ChatGPT in the classroom*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52280-2

Ciesla, R. (2024). *The book of chatbots: From ELIZA to ChatGPT*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51004-5

Fregly, C., Barth, A., & Eigenbrode, S. (2024). *IA generativa en AWS: Creación de aplicaciones multimodales*. Marcombo.

Patel, D. M. (2024). *Inteligencia artificial e IA generativa para principiantes: La guía completa: Comprenda el aprendizaje automático, explore casos de uso de IA y descubra las mejores herramientas de IA generativa*. Independently published.

Sánchez Palacio, A. (2025). *ChatGPT y OpenAI: Desarrollo y uso de herramientas de inteligencia artificial generativa*. RA-MA, S.A. Editorial y Publicaciones.

Tormo, M. (2024). *ChatGPT: Tu asistente virtual para triunfar en la era digital*. Alfaomega Grupo Editor.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Al-kfairy, M., Mustafa, D., Kshetri, N., Insiew, M., & Alfandi, O. (2024). Ethical challenges and solutions of generative AI: An interdisciplinary perspective. *Informatics, 11*(3), 58. https://doi.org/10.3390/informatics11030058

Badini, S., Regondi, S., Frontoni, E., & Pugliese, R. (2023). Assessing the capabilities of ChatGPT to improve additive manufacturing troubleshooting. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research, 6*(3), 278–287. https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2023.03.003

Lee, J., Davari, H., Singh, J., & Pandhare, V. (2018). Industrial artificial intelligence for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters, 18*, 20–23. https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2018.09.002 [clásica]

Liu, P., Yuan, W., Fu, J., Jiang, Z., Hayashi, H., & Neubig, G. (2023). Pre-train, prompt, and predict: A systematic survey of prompting methods in natural language processing. *ACM Computing Surveys, 55*(9), 1–35.

Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research

OpenAI. (2023). GPT-4 technical report. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08774

Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson. [clásica]

Schulhoff, S., Ilie, M., Balepur, N., Kahadze, K., Liu, A., Si, C., Li, Y., Gupta, A., Han, H., Schulhoff, S., Dulepet, P. S., Vidyadhara, S., Ki, D., Agrawal, S., Pham, C., Kroiz, G., Li,

F., Tao, H., Srivastava, A., … Resnik, P. (2024). The prompt report: A systematic survey of prompting techniques. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.06608

Wang, X., Anwer, N., Dai, Y., & Liu, A. (2023). ChatGPT for design, manufacturing, and education. *Procedia CIRP, 119*, 7–14. https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.04.001

White, J., Fu, Q., Hays, S., Sandborn, M., Olea, C., Gilbert, H., Elnashar, A., Spencer-Smith, J., & Schmidt, D. C. (2023). A prompt pattern catalog to enhance prompt engineering with ChatGPT. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.11382

Unidad III. Inteligencia de negocios con Power BI y Excel

Competencia

Analizar datos empresariales e industriales mediante el uso de herramientas como Power BI y Excel, para seleccionar la más adecuada según el contexto y las necesidades del problema, con objetividad, responsabilidad y orientación a la toma de decisiones informadas.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de análisis y visualización de datos empresariales e industriales: Documento que integre la conexión y transformación de datos, elaboración de dashboards, indicadores clave de desempeño y análisis comparativo del uso de Power BI y Excel, orientado a la interpretación de información y la toma de decisiones informadas, con conclusiones fundamentadas.

Contenido

3.1. Fundamentos de BI (Inteligencia Empresarial / Inteligencia de Negocios)
3.2. Visualización de datos con Power BI
3.3. Conexión a fuentes de datos y construcción de modelos relacionales complejos
3.4. Funciones DAX (Data Analysis Expressions / Expresiones para el Análisis de Datos) y KPI's (Key Performance Indicator / Indicador Clave de Desempeño)
3.5. Tablas dinámicas y gráficos en Excel conectados a Power BI
3.6. Comparativa y reflexión sobre el uso de herramientas (ventajas, aplicaciones, oportunidades, etc.)

Duración

11 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Betancourt Uscátegui, J. F., & Polanco Guzmán, I. Y. (2022). *Análisis de datos con Power BI, R-RStudio y KNIME: Curso práctico*. Ediciones de la U; RA-MA.

Brijs, B. (2013). *Business analysis for business intelligence*. CRC Press. [clásica]

Fink, A., Lausen, B., Seidel, W., & Ultsch, A. (Eds.). (2010). *Advances in data analysis, data handling and business intelligence*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-01044-6 [clásica]

Mora Gutiérrez, A. (2025). *Analytics aplicada a mantenimiento y gestión de activos: Con Big Data & Business Intelligence*. Alpha Editorial.

Saldívar Zaldivar, A. D., Zaldivar Navarro, D., Cuevas Jiménez, E. V., & Pérez Cisneros, M. A. (2024). *101 funciones con Excel*. Alfaomega Grupo Editor.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Alvarado-Apodaca, J., Ramírez-Noriega, A., Tripp-Barba, C., Martínez-Ramírez, Y., & Álvarez Sánchez, I. N. (2023). *Inteligencia de negocios en América Latina: Una revisión sistemática de literatura.* RITI Journal, 11(24). https://doi.org/10.36825/RITI.11.24.007

Betancourt Uscátegui, J. F., & Polanco Guzmán, I. Y. (2022). *Análisis de datos con Power BI, R-RStudio y KNIME: Curso práctico*. Ediciones de la U.

Brijs, B. (2013). *Business analysis for business intelligence*. CRC Press. [clásica]

Unidad IV. Proyecto integrador de transformación digital.

Competencia

Integrar herramientas de inteligencia artificial generativa, tecnologías emergentes y análisis de datos en el diseño de una propuesta de mejora para un proceso de manufactura del sector de dispositivos médicos, mediante la evaluación de criterios técnicos, viabilidad operativa e impacto organizacional, para favorecer una implementación efectiva que optimice la calidad, productividad y eficiencia, con ética, responsabilidad y compromiso profesional.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Proyecto integrador de transformación digital

Documento que integre el análisis de un problema o área de oportunidad en un proceso de manufactura del sector de dispositivos médicos, el diseño de una propuesta de mejora mediante inteligencia artificial generativa, tecnologías emergentes y análisis de datos, la metodología de implementación, evaluación de riesgos, viabilidad operativa e impacto organizacional, así como su presentación y justificación, con conclusiones fundamentadas.

Contenido

4.1. Análisis de un problema o área de oportunidad
4.2. Desarrollo de la propuesta
4.2.1. Metodología de implementación, pasos para integrar las tecnologías emergentes de manera efectiva
4.2.2. Análisis de riesgos asociados a la implementación de estas tecnologías en un entorno industrial
4.3. Presentación y justificación del proyecto
4.4. Retroalimentación y mejora

Duración

11 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Bates, A. W. (2001). *Cómo gestionar el cambio tecnológico: Estrategias para los responsables de centros universitarios*. Gedisa; Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya. [clásica]

Cortina, A., & Serra, M.-À. (Coords.). (2016). *Humanidad infinita: Desafíos éticos de las tecnologías emergentes*. Ediciones Internacionales Universitarias. [clásica]

Dahir, H., Salam, S., & Santos, O. (2024). *La revolución de la IA en las redes, la ciberseguridad y las tecnologías emergentes*. Pearson Educación.

Piattini Velthuis, M. G., del peso navarro, E., & del Peso, M. (2008). *Auditoría de tecnologías y sistemas de información*. Alfaomega; RA-MA. [clásica]

Solares Soto, P. F., Baca Urbina, G., & Acosta Gonzaga, E. (2012). *Administración informática I: Análisis y evaluación de tecnologías de la información*. Grupo Editorial Patria. [clásica]

Sousa, K. J., & Oz, E. (2017). *Administración de los sistemas de información* (7.ª ed.). Cengage Learning. [clásica]

López Miranda, A., & Lankenau Caballero, D. (2024). *Administración de proyectos: La clave para la coordinación efectiva y ágil de actividades y recursos*. Pearson Educación.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Argilovski, A., Jovanoski, B., & Minovski, R. (2023). An overview of the Digital Transformation and Industry 4.0 technologies implementation frameworks. In *Proceedings of the 19th*

International Scientific Conference on Industrial Systems. https://doi.org/ 10.24867/IS-2023-T1.1-7_03841

Cornide-Reyes, H., Morales, J., Silva-Aravena, F., Ocqueteau, A., Melendez, N., & Villarroel, R. (2023). Implementing Digital Transformation Processes in Industry 4.0. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 323-335). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35915-6_24

Martínez Terreros, S. M., & Peñafiel Manchego, E. V. (2025). Tecnologías emergentes en gestión de proyectos empresariales: revisión sistemática 2018-2025. Revista Impulso, 5(11), 496-513.https://doi.org/10.59659/impulso.v.5i11.158

Alarcón, E. C. H., Guano, J. W. G., & Tubay, L. F. Á. (2025). Aplicación de Tecnologías Emergentes y Metodologías de Gestión para la Optimización de Proyectos y Procesos en Empresas Estratégicas del Ecuador. *Polo del Conocimiento*, *10*(4), 1433-1461

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos de la Industria 4.0

Práctica 1: Modelos de implementación de la Industria 4.0

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una lectura crítica y reflexiva de casos de implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en entornos industriales.
3. Analiza los casos considerando:
    - objetivos de transformación digital planteados
    - tecnologías habilitadoras utilizadas
    - etapas o modelo de implementación aplicado
    - recursos requeridos y áreas involucradas
    - resultados obtenidos y factores de éxito
4. Evalúa la viabilidad de aplicar un modelo de implementación en una industria del sector de dispositivos médicos.
5. Elabora un reporte breve que incluya:
    - descripción del caso analizado
    - modelo de implementación identificado
    - ventajas y retos observados
    - propuesta de aplicación
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de estudio sobre transformación digital en la industria.
- Material audiovisual o fuentes digitales complementarias.

Práctica 2: Impacto social, ético y laboral de la Industria 4.0

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una lectura crítica y reflexiva de casos relacionados con la adopción de tecnologías emergentes en el ámbito laboral e industrial.
3. Analiza los casos considerando:
    - cambios en perfiles y competencias laborales
    - beneficios sociales y organizacionales
    - riesgos éticos asociados al uso de tecnologías
    - impacto en privacidad, seguridad y toma de decisiones
    - retos de adaptación al cambio tecnológico
4. Evalúa las implicaciones sociales, éticas y laborales derivadas de los casos analizados.
5. Propone acciones preventivas y buenas prácticas para una adopción responsable de la tecnología.
6. Elabora un reporte breve que incluya:
    - descripción del caso analizado
    - impactos identificados
    - riesgos y oportunidades
    - recomendaciones de actuación responsable
7. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
8. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Artículos y estudios de caso sobre ética digital e impacto laboral.
- Material audiovisual o fuentes digitales complementarias.

Unidad II. Inteligencia artificial aplicada a procesos industriales.

Práctica 3: Ingeniería de prompts para generación de contenido técnico

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica una necesidad de comunicación técnica en un entorno industrial (instructivo, procedimiento, correo formal, reporte, minuta o guía operativa).
3. Realiza ejercicios de diseño de prompts considerando:
    - objetivo del contenido solicitado

- contexto industrial del problema
- rol asignado a la IA
- formato de salida esperado
- nivel técnico requerido
- criterios de precisión y claridad

4. Ejecuta diferentes versiones del prompt y compara resultados obtenidos.
5. Evalúa la calidad de las respuestas generadas en términos de claridad, utilidad y pertinencia técnica.
6. Optimiza el prompt hasta obtener una versión funcional.
7. Elabora un reporte breve que incluya:
    - necesidad identificada
    - versiones de prompts utilizadas
    - resultado final obtenido
    - mejoras realizadas
    - conclusiones sobre buenas prácticas de prompting
8. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
9. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Herramienta de IA generativa.
- Casos de comunicación técnica industrial.
- Equipo de cómputo con acceso a internet.

Práctica 4: Aplicaciones prácticas de IA generativa en procesos industriales

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza un caso del sector de dispositivos médicos relacionado con falta de información para seguimiento de scrap, tiempos muertos, retrabajos, defectos o productividad.
3. Define el problema y los datos necesarios para su análisis.
4. Utiliza una herramienta de IA generativa para apoyar en:
    - identificación de variables críticas del proceso
    - estructuración de base de datos inicial
    - propuesta de indicadores clave
    - análisis preliminar de causas potenciales
    - generación de recomendaciones de mejora

5. Interpreta los resultados obtenidos y validar su aplicabilidad en contexto industrial.
6. Integra los hallazgos para la toma de decisiones iniciales.
7. Elabora un reporte breve que incluya:
    - descripción del problema identificado
    - datos requeridos y variables críticas
    - resultados generados con IA
    - oportunidades de mejora detectadas
    - conclusiones fundamentadas
8. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
9. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Herramienta de IA generativa.
- Caso práctico del sector de dispositivos médicos.
- Plantillas de captura de datos.

Práctica 5: Aplicaciones prácticas de IA generativa para herramientas de seguimiento, control y mejora

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Retoma el problema identificado en la práctica 4.
3. Define la necesidad de control, seguimiento o verificación del proceso.
4. Utiliza una herramienta de IA generativa para diseñar una herramienta operativa como:
    - checklist de verificación
    - formato de auditoría rápida
    - hoja de seguimiento de incidencias
    - rúbrica de evaluación operativa
    - formato de control de variables críticas
    - tablero básico de indicadores
5. Solicita mejoras iterativas mediante prompts hasta obtener una herramienta funcional.
6. Evalúa la utilidad de la herramienta para reducir errores, mejorar eficiencia o incrementar productividad.
7. Propone la forma de implementación en piso productivo.
8. Elabora un reporte breve que incluya:
    - problema atendido

- herramienta desarrollada
- criterios de uso y aplicación
- beneficios esperados
- conclusiones fundamentadas

9. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
10. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Herramienta de IA generativa.
- Equipo de cómputo.
- Plantillas de formatos industriales.

Unidad III. Inteligencia de negocios con Power BI y Excel

Práctica 6: Conexión a fuentes de datos y construcción de modelos relacionales complejos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica una necesidad de análisis en un contexto empresarial o industrial (producción, calidad, ventas, inventario, tiempos de proceso u otro).
3. Selecciona una fuente de datos disponible (Excel, CSV, base de datos, sistema ERP u otra).
4. Realiza la conexión de datos mediante Power BI.
5. Depura y transforma la información considerando:
    - estructura de tablas
    - limpieza de registros
    - tipos de datos
    - campos clave
    - consistencia de información
6. Diseña un modelo relacional integrando tablas principales y secundarias.
7. Válida relaciones, cardinalidad y sentido de filtro.
8. Analiza la utilidad del modelo para futuras métricas e indicadores.
9. Elabora un reporte breve que incluya:
    - fuente de datos utilizada
    - problema de análisis planteado
    - transformación realizada

- modelo relacional desarrollado
- conclusiones sobre su aplicabilidad

10. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
11. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Power BI.
- Base de datos de práctica o archivos empresariales/industriales.
- Equipo de cómputo.

Práctica 7: Funciones DAX

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Retoma el modelo relacional previamente desarrollado.
3. Identifica variables críticas del proceso o área analizada.
4. Define indicadores clave de desempeño orientados a productividad, calidad, eficiencia, costos o cumplimiento.
5. Desarrolla funciones DAX para el cálculo de métricas e indicadores, tales como:
    - sumatorias y promedios
    - porcentajes de cumplimiento
    - variaciones
    - acumulados
    - comparativos por periodos
    - indicadores de desempeño
6. Válida resultados y consistencia de los cálculos obtenidos.
7. Interpreta la información generada para apoyar la toma de decisiones.
8. Elabora un reporte breve que incluya:
    - KPI’s seleccionados
    - fórmulas DAX desarrolladas
    - resultados obtenidos
    - interpretación ejecutiva
    - conclusiones fundamentadas
9. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
10. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

Práctica 8: Tablas dinámicas y gráficos en Excel conectados a Power BI / Comparativa y reflexión sobre el uso de herramientas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Conecta Excel al modelo de datos desarrollado en Power BI.
3. Genera tablas dinámicas para el análisis de información.
4. Diseña gráficos ejecutivos para visualizar tendencias, comparativos y resultados clave.
5. Contrasta el uso de Excel y Power BI considerando:
    - facilidad de uso
    - velocidad de análisis
    - capacidad de visualización
    - actualización de datos
    - escalabilidad
    - aplicaciones recomendadas
6. Evalúa qué herramienta resulta más adecuada según distintos escenarios empresariales e industriales.
7. Integra hallazgos para la toma de decisiones sobre selección tecnológica.
8. Elabora un reporte breve que incluya:
    - tablas dinámicas y gráficos desarrollados
    - ventajas observadas de cada herramienta
    - limitaciones identificadas
    - escenarios recomendados de uso
    - conclusiones fundamentadas
9. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
10. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Excel.
- Power BI.
- Modelo de datos de prácticas anteriores.
- Equipo de cómputo.

Unidad IV. Proyecto integrador de transformación digital.

Práctica 9: Metodología de implementación de una propuesta de transformación digital

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
   Selecciona un proceso de manufactura del sector de dispositivos médicos que presente un problema o área de oportunidad relacionado con calidad, productividad, eficiencia, seguimiento o control operativo.
2. Realiza el diagnóstico inicial considerando:
   - descripción general del proceso
   - problemática detectada
   - variables críticas involucradas
   - impacto operativo actual
   - información disponible para análisis
3. Integra herramientas y conocimientos desarrollados en unidades anteriores para diseñar una propuesta de mejora, considerando:
   - uso de inteligencia artificial generativa para análisis, generación de ideas, documentación técnica o diseño de herramientas de control
   - uso de tecnologías emergentes aplicables al proceso
   - análisis y visualización de datos mediante Power BI y/o Excel
   - indicadores clave de desempeño (KPI's) para seguimiento de resultados
4. Diseña una metodología de implementación que contemple:
   - etapas del proyecto
   - recursos requeridos
   - responsables
   - cronograma general
   - criterios de éxito
   - estrategia de seguimiento y mejora continua
5. Realiza un análisis de riesgos asociados a la implementación considerando:
   - resistencia al cambio
   - disponibilidad de datos
   - costos operativos
   - capacitación requerida
   - riesgos técnicos
   - implicaciones éticas y organizacionales

6. Evalúa la viabilidad operativa y beneficios esperados en términos de calidad, productividad y eficiencia.
   Integra la propuesta final para su presentación ejecutiva.
7. Elabora un reporte técnico que incluya:
   - diagnóstico del problema
   - propuesta de transformación digital
   - metodología de implementación
   - indicadores de desempeño
   - análisis de riesgos
   - viabilidad operativa
   - beneficios esperados
   - conclusiones y recomendaciones
8. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
9. Participa en la presentación, retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Power BI y/o Excel
- Herramienta de IA generativa
- Casos o datos simulados del sector de dispositivos médicos
- Equipo de cómputo
- Plantillas para gestión de proyectos.

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad semi-presencial, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción
- esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.

- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados en ambientes virtuales. Deben considerar si la interacción es síncrona y/o asíncrona, el uso de recursos digitales y la autonomía del estudiante.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Foros de discusión guiada
- Tutoría entre pares por videoconferencia o foros
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para adquirir, organizar, comprender y aplicar el conocimiento en entornos digitales. Estas estrategias deben fomentar la autonomía, la autorregulación y el pensamiento crítico en medios virtuales.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Participación en foros y videoconferencias
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Práctica reflexiva mediante blogs, portafolios o diarios digitales

- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual.

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	40%
− Metas de la unidad	10%
− Proyecto integrador	20%
Total	100%

XI. PERFIL DOCENTE

Formación en Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería en Sistemas, Ciencia de Datos, Administración de Operaciones o área afín; preferentemente con estudios de posgrado y al menos dos años de experiencia docente en educación superior. Debe contar con conocimientos en transformación digital, Industria 4.0, inteligencia artificial, análisis de datos y mejora de procesos. Se valorará la experiencia profesional en entornos industriales, así como la capacidad para fomentar el pensamiento crítico, la innovación, el uso ético de la tecnología y la toma de decisiones informadas en el estudiantado.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería de Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Control de Calidad y Confiabilidad
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 04 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 04 Créditos:10
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Erika Elizabeth Marín Vaca Paul Adolfo Taboada González
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje tiene como propósito proporcionar conocimiento sobre el control estadístico de la calidad aplicado a casos prácticos de estudio para la mejora de procesos industriales y el aseguramiento de la calidad, utilizando software estadístico especializado. Asimismo se desarrollan de manera transversal la responsabilidad y proactividad. Esta asignatura es de carácter obligatorio, se ubica en la etapa disciplinaria y pertenece al área de conocimiento de Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar la calidad en los procesos productivos, mediante la aplicación de herramientas del control estadístico, para optimizar recursos e incrementar la competitividad, con responsabilidad y proactividad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Reporte ejecutivo o presentación del análisis estadístico de un proceso y propuesta de mejora.

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

Diseñar, analizar, evaluar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la responsabilidad social y excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Control de la calidad

Competencia

Aplicar los principios fundamentales de la calidad, mediante el uso de modelos de mejora continua como PHVA y DMAIC, para proponer acciones de control y mejora en procesos organizacionales, actuando con responsabilidad y enfoque sistémico.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte técnico integrador (práctica de laboratorio 1 y práctica de taller 1) donde analice, evalúe y proponga mejoras a un proceso real o simulado, aplicando los conceptos de calidad, mejora continua y control de procesos.

Contenido

1.1. Definición de calidad.
1.2. Mejora continua de la calidad (PHVA y DMAIC).
1.3. Control de la calidad.

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2020). *Administración y control de la calidad* (10.ª ed.). Cengage Learning. https://libcon.rec.uabc.mx:2258/?il=10765 [clásica]

Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (3.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9781456211455 [clásica]

Holguín Londoño, M., Escobar Mejía, A., & Buitrago Largo, D. (2024). *Introducción al control de calidad y Seis Sigma*. Editorial Universidad Tecnológica de Pereira. https://doi.org/10.22517/9789587229554

Uribe Gómez, J. A. (2021). *Fundamentos de control estadístico de procesos para gestores y administradores tecnológicos*. Fondo Editorial ITM. https://doi.org/10.22430/9789585122352 [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Laisequilla, I. (2024). *La biblia del Ingeniero Industrial - Calidad y Estadística. IL Publishing house.*

https://www.google.com.mx/books/edition/La_biblia_del_Ingeniero_Industrial_Calid/3GocEQAAQBAJ?hl=es&gbpv=0

Unidad II. Las siete herramientas básicas para la mejora de la calidad

Competencia

Analizar datos de procesos, mediante la aplicación de las siete herramientas básicas de la calidad con el fin de priorizar problemas, determinar posibles causas y orientar la toma de decisiones para la mejora de la calidad, con pensamiento crítico y objetividad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte técnico donde apliquen de manera integrada las herramientas estadísticas básicas de la calidad para analizar un proceso y proponer mejoras (práctica de laboratorio 2; práctica de taller 2).

Contenido

2.1. Hoja de recolección.
2.2. Histogramas.
2.3. Diagrama de pareto.
2.4. Diagrama causa-efecto.
2.5. Diagramas de dispersión.
2.6. Estratificación.
2.7. Gráficos de control.

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Pulido, H. G. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (3a ed.). [clásica] McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9781456211455

Uribe Gómez, J. A. (2021). *Fundamentos de control estadístico de procesos para gestores y administradores tecnológicos*. Instituto Tecnológico Metropolitano. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/ereader/uabc/188150/

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Chávez, L. F., De-La-Rosa, S. E., Manjarres, J. C., Valbuena, S. G., & Becerra-Torres, M. (2024). Diagrama de Pareto. Perspectiva de la Asignatura de Control de la Calidad. Boletín de Innovación, Logística y Operaciones, 6(1), 51-56.

Unidad III. Gráficos de control y capacidad de procesos

Competencia

Analizar la variabilidad de los procesos mediante la aplicación de herramientas estadísticas de control, el uso de cartas de control por variables y atributos, y la evaluación de índices de capacidad a corto y largo plazo, con el fin de identificar comportamientos, detectar desviaciones y orientar la toma de decisiones para la mejora y estabilidad del proceso, con pensamiento crítico y objetividad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte técnico integrador de control estadístico de procesos, donde se integre el desarrollo y resultados de las prácticas de taller (práctica 3) y laboratorio (práctica 3), evidenciando el uso correcto de las herramientas estadísticas de calidad.

Contenido

3.1. Diferencia entre causas comunes y causas especiales de variación.
3.2. Base estadística de la carta de control.
3.3. Cartas de control por variables (x-R y x-S).
3.4. Cartas de control por atributos (p, np, c y u).
3.5. Análisis de patrones en cartas de control.
3.6. Índices de corto plazo
3.7. Índices de largo plazo.

Duración

26 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Pulido, H. G. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (3a ed.). [clásica] McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9781456211455

Socconini, L. (2022). *Lean six sigma green belt. certification manual*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/ereader/uabc/213811/

Socconini, L. (2025). *Lean six sigma yellow belt. zertifizierungshandbuch*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/288848

Socconini Pérez Gómez, L. V. & Barrantes Verdin, M. A. (2023). *Practical guide to improve quality and productivity: organize your work in 5 steps*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx.2321/es/c/uabc/ttulos/239982

Tague, N. R., (2023). The Quality Toolbox (Third edition). ASQ Quality Press. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/e752c55e-8543-3059-9d88-d6ec5045e8a7

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Laisequilla, I. (2024). *La biblia del Ingeniero Industrial - Calidad y Estadística. IL Publishing house.* https://www.google.com.mx/books/edition/La_biblia_del_Ingeniero_Industrial_Calid/3GocEQAAQBAJ?hl=es&gbpv=0

Unidad IV. Confiabilidad

Competencia

Analizar la confiabilidad de productos mediante la aplicación de modelos y distribuciones estadísticas, como Weibull, exponencial y logarítmica, así como la interpretación de la curva de vida del producto, con el fin de evaluar su desempeño, predecir fallas y orientar la toma de decisiones para la mejora de la calidad, con pensamiento crítico y objetividad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte técnico donde analice la confiabilidad de un producto o sistema (real o simulado), utilizando modelos probabilísticos y herramientas de análisis de vida (práctica de laboratorio 4; práctica de taller 4).

Contenido

4.1. Definición de confiabilidad.
4.2. Distribuciones usadas en confiabilidad.
    4.2.1. Distribución Weibull
    4.2.2. Distribución Exponencial
    4.2.3. Distribución Logarítmica
4.3. Curva de vida de un producto

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Holguín Londoño, M. Escobar Mejía, A. & Buitrago Largo, D. (2024). *Introducción al control de calidad y seis sigma*. Editorial Universidad Tecnológica De Pereira. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/287143

Tague, N. R., (2023). The Quality Toolbox (Third edition). ASQ Quality Press. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/e752c55e-8543-3059-9d88-d6ec5045e8a7

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Laisequilla, I. (2024). *Manufactura: el enfoque moderno - Manufactura, Ingeniería, Métodos, Calidad y Estadística*. IL Publishing house. https://www.google.com.mx/books/edition/Manufactura_el_enfoque_moderno_Manufactu/lh0fEQAAQBAJ?hl=es&gbpv=0

Unidad V. Muestreo de aceptación

Competencia

Evaluar la calidad de lotes de producción mediante la aplicación de planes de muestreo de aceptación por atributos y variables, basados en estándares como ANSI/ASQ Z1.4 y Z1.9, así como el análisis de riesgos y curvas OC, con el fin de sustentar decisiones de aceptación o rechazo y contribuir al aseguramiento de la calidad, con asertividad y objetividad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte técnico en el que diseña, aplica y evalúa planes de muestreo de aceptación, utilizando normas y criterios estadísticos para la toma de decisiones sobre lotes (práctica de laboratorio 5; práctica de taller 5).

Contenido

5.1. Conceptos sobre muestreo de aceptación.
- 5.1.1 Conceptos
- 5.1.2 Tipos de planes
- 5.1.3 Riesgos
- 5.1.4 Curva OC

5.2. Muestreo de aceptación por atributos ANSI/ASQ Z1.4.
5.3. Muestreo por aceptación de variables ANSI/ASQ Z1.9.

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Holguín Londoño, M. Escobar Mejía, A. & Buitrago Largo, D. (2024). *Introducción al control de calidad y seis sigma*. Editorial Universidad Tecnológica De Pereira. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/287143

McShane-Vaughn, M. (2023). The ASQ Certified Six Sigma Black Belt Study Guide (Second edition). ASQ Quality Press. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/25be3786-bad1-3d34-947f-85dc7dfe522e

Pulido, H. G. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (3a ed.). [clásica] McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9781456211455

Tague, N. R., (2023). The Quality Toolbox (Third edition). ASQ Quality Press. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/e752c55e-8543-3059-9d88-d6ec5045e8a7

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Laisequilla, I. (2024). *La biblia del Ingeniero Industrial - Calidad y Estadística. IL Publishing house.* https://www.google.com.mx/books/edition/La_biblia_del_Ingeniero_Industrial_Calid/3GocEQAAQBAJ?hl=es&gbpv=0

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I: Control de la calidad

Práctica 1: Fundamentos y mejora continua de la calidad

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define el concepto de calidad desde diferentes enfoques (cliente, producto y proceso).
3. Identifica la importancia de la calidad en organizaciones de manufactura y servicios.
4. Analiza los principios de mejora continua aplicables a la gestión de calidad.
5. Describe el ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar) como herramienta para la mejora continua.
6. Explica la metodología DMAIC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar) en el contexto de la mejora de procesos.
7. Compara las similitudes y diferencias entre PHVA y DMAIC.
8. Identifica los elementos del control de la calidad en procesos productivos y de servicio.
9. Analiza casos prácticos donde se apliquen estrategias de mejora continua.
10. Resuelve ejercicios donde se propongan acciones de mejora en procesos con problemas de calidad.
11. Discute en equipo la importancia de la mejora continua para la competitividad organizacional.
12. Redacta conclusiones sobre el impacto de la calidad y la mejora continua en los resultados organizacionales.

13. Documenta el análisis en un reporte técnico integrando ejercicios, cuadros comparativos y reflexiones

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software estadístico
- Software Word, Excel
- Notas de materia
- Material de referencia

Unidad II. Las siete herramientas básicas para la mejora de la calidad

Práctica 2: Herramientas básicas de la calidad para el análisis de datos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define el propósito de las siete herramientas básicas de la calidad en la mejora de procesos.
3. Identifica la estructura y uso de la hoja de recolección de datos como base para el análisis.
4. Describe la construcción e interpretación de histogramas para analizar la distribución de datos.
5. Explica el uso del diagrama de Pareto para la priorización de problemas de calidad.
6. Analiza la estructura del diagrama causa-efecto para identificar posibles causas de un problema.
7. Interpreta diagramas de dispersión para evaluar relaciones entre variables.
8. Describe el concepto de estratificación y su utilidad para segmentar información.
9. Explica la función de los gráficos de control en el monitoreo de procesos.
10. Analiza un caso práctico donde se integren varias herramientas de calidad.
11. Resuelve ejercicios donde se construyan e interpretan histogramas, diagramas de Pareto y diagramas de dispersión.
12. Elabora un diagrama causa-efecto a partir de un problema planteado.
13. Aplica el concepto de estratificación para identificar patrones en datos simulados.
14. Interpreta gráficos de control para determinar si un proceso está bajo control.
15. Discute en equipo los hallazgos obtenidos del análisis de datos.
16. Redacta conclusiones sobre la importancia de las herramientas básicas en la toma de decisiones.

17. Documenta el desarrollo de la práctica en un reporte técnico integrando ejercicios, gráficos y reflexiones.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software estadístico
- Software Word, Excel
- Notas de materia
- Material de referencia

Unidad III. Gráficos de control y capacidad de procesos

Práctica 3: Interpretación de la variación y cartas de control

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define el concepto de variación en los procesos y su impacto en la calidad.
3. Distingue entre causas comunes y causas especiales de variación mediante ejemplos prácticos.
4. Analiza la importancia de identificar correctamente los tipos de variación para la toma de decisiones.
5. Explica la base estadística de las cartas de control (media, desviación estándar y límites de control).
6. Describe la estructura y aplicación de cartas de control por variables ($\bar{X}$-R y $\bar{X}$-S).
7. Explica el uso de cartas de control por atributos (p, np, c y u) en distintos contextos.
8. Compara las diferencias entre cartas por variables y por atributos.
9. Analiza patrones típicos en cartas de control (tendencias, ciclos, puntos fuera de control, etc.).
10. Interpreta ejemplos de cartas de control para identificar comportamientos anómalos.
11. Calcula índices de capacidad de corto plazo (Cp, Cpk) en ejercicios prácticos.
12. Calcula índices de desempeño de largo plazo (Pp, Ppk) en escenarios dados.
13. Analiza la relación entre la variabilidad del proceso y su capacidad.
14. Resuelve ejercicios donde se determine si un proceso es capaz y está bajo control.
15. Discute en equipo la importancia del control estadístico de procesos en la mejora continua.
16. Redacta conclusiones sobre la utilidad de las cartas de control y los índices de capacidad.

17. Documenta el desarrollo de la práctica en un reporte técnico integrando ejercicios resueltos, gráficos e interpretaciones.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software estadístico
- Software Word, Excel
- Notas de materia
- Material de referencia

Unidad IV. Confiabilidad

Práctica 4: Análisis de confiabilidad y distribuciones estadísticas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define el concepto de confiabilidad y su importancia dentro de un contexto de manufactura o servicios.
3. Analiza un conjunto de datos históricos de fallas de un producto o componente.
4. Identifica el tipo de variable asociada al tiempo de falla (tiempo hasta la falla o número de fallas).
5. Explora el comportamiento de los datos mediante histogramas y gráficas descriptivas.
6. Selecciona la distribución más adecuada (Weibull, exponencial o logarítmica) con base en el comportamiento de los datos.
7. Estima los parámetros de la distribución seleccionada.
8. Interpreta el significado de los parámetros en términos de confiabilidad del producto.
9. Calcula la probabilidad de falla para un tiempo determinado.
10. Redacta conclusiones sobre el desempeño del producto y posibles acciones de mejora.
11. Documenta el análisis en un reporte técnico integrando gráficas y resultados obtenidos.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software estadístico
- Software para procesamiento de texto
- Notas de materia
- Material de referencia

Unidad V. Muestreo de aceptación

Práctica 5: Diseño e interpretación de planes de muestreo de aceptación

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define los conceptos básicos de muestreo de aceptación y su aplicación en procesos de inspección de calidad.
3. Identifica los tipos de planes de muestreo (simple, doble y múltiple) dentro de un contexto de manufactura o servicios.
4. Analiza un caso práctico de inspección de lotes para reconocer los elementos de un plan de muestreo (tamaño de muestra, número de aceptación y rechazo).
5. Explica los riesgos del productor y del consumidor asociados al muestreo de aceptación.
6. Interpreta una curva OC (Operating Characteristic) para evaluar la probabilidad de aceptación de un lote.
7. Relaciona los niveles de calidad (AQL y LTPD) con las decisiones de aceptación o rechazo.
8. Resuelve ejercicios donde se determine la decisión sobre lotes con base en diferentes escenarios de calidad.
9. Redacta conclusiones sobre la importancia del muestreo de aceptación en el aseguramiento de la calidad.
10. Documenta el análisis en un reporte técnico integrando ejercicios resueltos y reflexiones.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software estadístico
- Software para procesamiento de texto
- Notas de materia
- Material de referencia

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Control de la calidad

Práctica 1: Aplicación del control y mejora de la calidad en procesos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define los criterios de calidad aplicables al proceso o producto bajo análisis.
3. Selecciona un proceso (real o simulado) para evaluar su desempeño en términos de calidad.
4. Aplica el ciclo PHVA para estructurar una propuesta de mejora del proceso.
5. Implementa las etapas de DMAIC en un caso práctico, identificando problemas y causas raíz.
6. Recolecta datos del proceso mediante observación directa o simulación.
7. Aplica herramientas básicas de control de calidad (hojas de verificación, diagramas de causa-efecto, gráficos de control).
8. Evalúa la variabilidad del proceso y detecta posibles fallas o desviaciones.
9. Propone acciones correctivas y preventivas basadas en el análisis realizado.
10. Verifica los resultados de mejora mediante comparación de datos antes y después de la intervención.
11. Controla el proceso mediante el establecimiento de indicadores de calidad.
12. Interpreta los resultados obtenidos y su impacto en la mejora del proceso.
13. Redacta conclusiones sobre la efectividad de las herramientas de control y mejora continua.
14. Documenta el desarrollo de la práctica en un reporte técnico incluyendo:
    a. Descripción del proceso
    b. Datos recolectados
    c. Herramientas aplicadas
    d. Resultados obtenidos
    e. Propuestas de mejora

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software estadístico
- Software Word, Excel
- Notas de materia y material de referencia

Unidad II. Las siete herramientas básicas para la mejora de la calidad

Práctica 2: Aplicación de herramientas estadísticas básicas en el control de calidad

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona un proceso (real o simulado) para la recolección de datos de calidad.
3. Diseña y utiliza una hoja de recolección para registrar datos del proceso.
4. Recolecta datos relacionados con defectos, tiempos o características de calidad.
5. Construye un histograma para analizar la distribución de los datos obtenidos.
6. Elabora un diagrama de Pareto para identificar las principales causas de problemas.
7. Desarrolla un diagrama causa-efecto para analizar las causas raíz del problema identificado.
8. Construye un diagrama de dispersión para evaluar la relación entre dos variables del proceso.
9. Aplica la estratificación de datos para identificar patrones o diferencias entre grupos.
10. Diseña e interpreta gráficos de control para evaluar la estabilidad del proceso.
11. Determina si el proceso se encuentra bajo control estadístico o presenta variaciones especiales.
12. Propone acciones de mejora basadas en el análisis de las herramientas aplicadas.
13. Evalúa los resultados obtenidos y su impacto en la calidad del proceso.
14. Redacta conclusiones sobre la utilidad de las herramientas estadísticas en el control de calidad.
15. Documenta la práctica en un reporte técnico incluyendo:
    a. Descripción del proceso analizado
    b. Hoja de recolección de datos
    c. Gráficos elaborados
    d. Interpretación de resultados
    e. Propuestas de mejora

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software estadístico
- Software Word, Excel
- Notas de materia
- Material de referencia

Unidad III. Gráficos de control y capacidad de procesos

Práctica 3: Aplicación de cartas de control e índices de capacidad del proceso

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona un proceso (real o simulado) del cual se puedan obtener datos medibles o de conteo.
3. Recolecta datos del proceso considerando subgrupos racionales.
4. Clasifica la variación observada en causas comunes o causas especiales.
5. Calcula los parámetros estadísticos necesarios (media, rango, desviación estándar).
6. Construye cartas de control por variables ($\bar{X}$-R o $\bar{X}$-S) según el tamaño de muestra.
7. Elabora cartas de control por atributos (p, np, c o u) según el tipo de datos disponibles.
8. Determina los límites de control e interpreta la estabilidad del proceso.
9. Identifica patrones en las cartas de control que indiquen posibles problemas (tendencias, rachas, puntos fuera de control).
10. Analiza las posibles causas de variación especial detectadas.
11. Calcula los índices de capacidad de corto plazo (Cp, Cpk) del proceso.
12. Calcula los índices de desempeño de largo plazo (Pp, Ppk).
13. Evalúa si el proceso cumple con las especificaciones establecidas.
14. Propone acciones correctivas o de mejora en función de los resultados obtenidos.
15. Verifica el impacto de las acciones mediante comparación de resultados (si aplica simulación).
16. Redacta conclusiones sobre la estabilidad y capacidad del proceso analizado.
17. Documenta el desarrollo de la práctica en un reporte técnico incluyendo:
    a. Descripción del proceso
    b. Datos recolectados
    c. Cartas de control elaboradas
    d. Cálculo de índices
    e. Interpretación de resultados
    f. Propuestas de mejora

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software estadístico
- Software Word, Excel
- Notas de materia
- Material de referencia

Unidad IV. Confiabilidad

Práctica 4: Modelado de confiabilidad y curva de vida del producto

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Utiliza software estadístico (por ejemplo, Excel, Minitab o similar) para el análisis de datos de fallas.
3. Importa una base de datos de tiempos de vida de un producto o sistema.
4. Ajusta los datos a diferentes distribuciones de confiabilidad: Weibull, exponencial y logarítmica.
5. Evalúa la bondad de ajuste de cada modelo mediante gráficos y/o pruebas estadísticas.
6. Selecciona el modelo más representativo del comportamiento del producto.
7. Construye la curva de confiabilidad y la curva de tasa de fallas (curva de vida del producto).
8. Identifica las etapas de la curva de vida (fallas tempranas, vida útil, desgaste).
9. Calcula indicadores relevantes como confiabilidad para un tiempo dado y tasa de falla.
10. Interpreta los resultados para proponer estrategias de mantenimiento, mejora o rediseño.
11. Elabora un reporte de laboratorio con evidencia gráfica, interpretación de resultados y conclusiones técnicas, y recibe retroalimentación sobre la validez del modelo.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software estadístico
- Software para procesamiento de texto
- Notas de materia
- Material de referencia

Unidad V. Muestreo de aceptación

Práctica 5: Aplicación de muestreo de aceptación por atributos y variables (ANSI/ASQ Z1.4 y Z1.9)

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Utiliza tablas o software especializado para la aplicación de planes de muestreo.
3. Selecciona un plan de muestreo por atributos con base en la norma ANSI/ASQ Z1.4, considerando tamaño de lote, nivel de inspección y AQL.

4. Determina el tamaño de muestra y los criterios de aceptación y rechazo.
5. Evalúa un lote simulado o real mediante inspección por atributos (defectuosos o no defectuosos).
6. Selecciona un plan de muestreo por variables con base en la norma ANSI/ASQ Z1.9.
7. Calcula parámetros estadísticos (media y desviación estándar) de la muestra.
8. Determina la aceptación o rechazo del lote con base en los resultados obtenidos.
9. Compara los resultados entre muestreo por atributos y por variables, identificando ventajas y limitaciones.
10. Interpreta los resultados en función de los riesgos del productor y del consumidor.
11. Elabora un reporte de laboratorio con evidencia del uso de tablas, cálculos, decisiones tomadas y conclusiones técnicas, y recibe retroalimentación sobre la aplicación correcta de los estándares.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software estadístico
- Software para procesamiento de texto
- Notas de materia
- Material de referencia

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.

- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)

XI. 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/ laboratorio 40%
  Metas de las unidades

-	Reporte ejecutivo	20%
	Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Ingeniería Industrial o área afín; preferentemente con estudios de posgrado, se sugiere experiencia docente y laboral mínima de un año, con dominio en el área de estadística o de la calidad, experiencia en optimización de procesos, con una actitud proactiva, analítica y de liderazgo.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Ingeniería de Métodos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi- presencial
Equipo de diseño:	Karla Frida Madrigal Estrada Alma Delia Corrales Orozco Judith Marisela Paz Delgadillo
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La ingeniería de métodos es una disciplina fundamental en la ingeniería industrial, se orienta al análisis, diseño y mejora de los procesos productivos y de servicios, con el objetivo de incrementar la productividad y la competitividad de las organizaciones. Esta unidad de aprendizaje tiene como propósito que el estudiantado analice detallada y sistemáticamente los métodos de trabajo existentes, mediante la aplicación de herramientas y técnicas propias de la ingeniería de métodos, tales como los diagramas de flujos de procesos, análisis de las operaciones y desarrollo de estándares de trabajo, con la finalidad de proponer nuevos métodos de trabajo para la optimización de recursos en las organizaciones. Esta asignatura es de carácter obligatorio, se ubica en la etapa disciplinaria del programa educativo y pertenece al área de Producción.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar y evaluar procesos productivos y de servicios para desarrollar propuestas de mejora a los métodos de trabajo existentes o nuevos métodos de trabajo, mediante la aplicación de herramientas como los diagramas de flujo, análisis de las operaciones y establecimiento de estándares de trabajo, con la finalidad de incrementar la productividad de las organizaciones, con actitud colaborativa, análisis crítico y responsabilidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Diseño de un proceso de manufactura de un producto, utilizando todas las técnicas herramientas de la Ingeniería de Métodos proporcionadas, para establecer el método óptimo de trabajo.

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

Crear e implementar soluciones a los problemas de procesos industriales, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, con herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos. Con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Vanguardia y Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Conceptos básicos de la Ingeniería de Métodos

Competencia

Explicar los fundamentos de la Ingeniería de Métodos mediante la interpretación de sus conceptos, etapas y aplicaciones en procesos productivos y de servicios, así como calcular indicadores de productividad, eficiencia y eficacia, con la finalidad de comprender el desempeño operativo de los sistemas, actuando con pensamiento analítico, honestidad y responsabilidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora un reporte de análisis a partir de un estudio de caso donde se haya implementado una mejora en los métodos de trabajo, considerando:

- Descripción del proceso original y su contexto operativo.
- Identificación de problemas e ineficiencias en el método inicial.
- Descripción de los cambios implementados en el método de trabajo.
- Evaluación del impacto de las mejoras en términos de productividad, eficiencia y desempeño operativo.
- Cálculo e interpretación de indicadores antes y después de la mejora (cuando aplique).
- Análisis de los resultados obtenidos y su contribución a la optimización del proceso.
- Reporte técnico que integre el análisis del caso, la evaluación del impacto y las conclusiones sobre la mejora implementada.

Contenido

Unidad I. Fundamentos de la Ingeniería de Métodos

1.1. Contexto y evolución de la Ingeniería de Métodos
    1.1.1. Concepto y alcance de la Ingeniería de Métodos
    1.1.2. Relación con el Estudio del Trabajo
    1.1.3. Precursores de la Ingeniería Industrial
1.2. Productividad y desempeño operativo
    1.2.1. Producción vs. productividad
    1.2.2. Eficiencia y eficacia
    1.2.3. Indicadores básicos de desempeño en procesos
1.3. Estudio de métodos de trabajo
    1.3.1. Objetivo, alcance y utilidad
    1.3.2. Etapas del estudio de métodos
    1.3.3. Propuesta e implementación de métodos mejorados

Duración

06 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Niebel, B., y Freivalds, A. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw-Hill. [clásica].

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2020). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros (15.ª ed.). McGraw-Hill Education

García, R. (2005). Estudio del Trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw-Hill [clásica].

Zandin, K. B.(2001). Maynard's Industrial Engineering Handbook. (5th ed.). USA: McGraw-Hill. [clásica].

Carlos, L., & Acero, P. (2016). Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. 2da edición. Ecoe ediciones. [clásica].

Camilo, J. A. (2008). Manual de tiempos y Movimientos: ingeniería de métodos. Limusa. México. [clásica].

Singari, R. M., Kankar, P. K., & Moona, G. (2024). Advances in Mechanical Engineering and Technology Proceedings of 6th International Conference on Advanced Production and Industrial Engineering (ICAPIE)-2021. Manufacturing Systems.https://libcon.rec.uabc.mx:2106/10.1007/978-981-16-9523-0

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

BLS Videos (Enero 27,2017). *What is productivity?*. [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=y_kX5KKCJoU&t=122s

BLS Videos (Octubre 1, 2018). *Ingredients for multifactor productivity*. [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=Au2bs7NVT78&t=5s

U.S. Bureau of labor statistics. (s.f.). *Productivity 101*. Recuperado el 19 de agosto de 2021 de https://www.bls.gov/k12/productivity-101/#why-is-productivity-important/home.

Ortiz, C., Quezada, L., & Oddershede, A. (2024). Industrial Process Management Model to Improve Productivity and Reduce Waste. Sustainability, 16(4), 1606. https://doi.org/10.3390/su16041606

Unidad II. Diagramas de procesos

Competencia

Desarrollar diagramas de proceso en sistemas productivos y de servicios, mediante la representación estructurada de operaciones, flujos y recursos, con la finalidad de identificar ineficiencias, desperdicios y oportunidades de mejora en los procesos, actuando con precisión, enfoque analítico, objetividad, honestidad y de trabajo colaborativo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Resuelve cuestionarios de análisis de diagramas de flujo a partir de casos de estudio proporcionados, considerando:

- Identificación de las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos representados
- Interpretación de la secuencia y flujo del proceso
- Análisis de la interacción entre actividades y recursos
- Detección de ineficiencias, cuellos de botella y actividades sin valor agregado
- Evaluación del proceso con base en criterios de eficiencia operativa
- Propuesta de mejoras en la secuencia y organización del proceso
- Justificación de las respuestas con base en el análisis realizado
- Documento que integre los cuestionarios resueltos y el análisis de los diagramas de flujo

Contenido

2.1. Fundamentos de diagramas de flujo

2.1.1. Importancia de la visualización de procesos
2.1.2. Símbolos y convenciones estándar
2.2 Diagramas de análisis de procesos
2.2.1. Diagrama de operaciones del proceso (DOP): estructura y aplicación
2.2.2. Diagrama de flujo del proceso (DFP): estructura y aplicación
2.2.3. Diferencias y criterios de selección
2.3. Diagramas de análisis espacial y de interacción
2.3.1. Diagrama de recorrido: análisis de desplazamientos
2.3.2. Diagrama hombre–máquina: análisis de utilización
2.3.3. Diagrama de cuadrilla: coordinación de recursos
2.4. Aplicación práctica
2.4.1. Construcción de diagramas en casos reales
2.4.2. Identificación de oportunidades de mejora

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Camilo, J. A. (2008). *Manual de tiempos y Movimientos: ingeniería de métodos.* Limusa. [clásica].

Carlos, L., & Acero, P. (2016). I*ngeniería de métodos, movimientos y tiempos. 2da edición.* Ecoe ediciones. [clásica].

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2020). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros* (15.ª ed.). McGraw-Hill Education

García, R. (2005). *Estudio del Trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo.* McGraw-Hill [clásica].

Niebel, B., y Freivalds, A. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw-Hill. [clásica].

Singari, R. M., Kankar, P. K., & Moona, G. (2024). Advances in Mechanical Engineering and Technology Proceedings of 6th International Conference on Advanced Production and

Industrial Engineering (ICAPIE)-2021. Manufacturing Systems.https://libcon.rec.uabc.mx:2106/10.1007/978-981-16-9523-0

Zandin, K. B.(2001). Maynard's Industrial Engineering Handbook. (5th ed.). USA: McGraw-Hill. [clásica].

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Aichouni, A. B. E., Ramlie, F., & Abdullah, H. (2021). Process improvement methodology selection in manufacturing: A literature review perspective. *International Journal of Advanced and Applied Sciences, 8*(3), 12–20. https://doi.org/10.21833/ijaas.2021.03.002 [clásica]

Bianchini, A., Savini, I., Andreoni, A., Morolli, M., & Solfrini, V. (2024). Manufacturing execution system application within manufacturing small–medium enterprises towards key performance indicators development and their implementation in the production line. *Sustainability, 16*(7), 2974. https://doi.org/10.3390/su16072974

Ingeniería Online. (2016, enero 17). *¿Qué es un diagrama de proceso?* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=WsY5KpK4ISM [clásica]

Unidad III. Análisis de operaciones

Competencia

Evaluar las operaciones de un proceso mediante el análisis de sus componentes, condiciones de trabajo y flujo productivo, con la finalidad de proponer mejoras y establecer bases para la estandarización del trabajo que optimicen el desempeño operativo y reduzcan actividades sin valor agregado, actuando con pensamiento sistémico, orientación a resultados, objetividad y de trabajo colaborativo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Realiza un análisis de operaciones de un proceso productivo o de servicios a partir de un caso de estudio proporcionado, considerando:

- Evaluación de la finalidad de las operaciones
- Análisis de los componentes del proceso (materiales, métodos, herramientas y condiciones de trabajo)
- Revisión del flujo productivo y secuencia de actividades
- Identificación de actividades con y sin valor agregado
- Detección de ineficiencias en el proceso
- Aplicación de la técnica de interrogación sistemática
- Propuesta de mejoras en los métodos de trabajo
- Establecimiento de bases para la estandarización del proceso
- Reporte técnico que integre el análisis realizado y las propuestas de mejora

Contenido

3.1. Enfoque del análisis de operaciones
    3.1.1. Objetivo e importancia en la mejora de procesos
    3.1.2. Enfoque de valor agregado y desperdicio
3.2. Factores del análisis de operaciones
    3.2.1. Finalidad de la operación
    3.2.2. Diseño del producto y especificaciones
    3.2.3. Materiales y procesos de fabricación
    3.2.4. Secuencia y flujo del proceso
3.3. Análisis del sistema productivo
    3.3.1. Herramientas y equipo
    3.3.2. Condiciones de trabajo
    3.3.3. Manejo de materiales
    3.3.4. Distribución de planta
3.4. Mejora del método
    3.4.1. Técnica de interrogación sistemática
    3.4.2. Principios de simplificación del trabajo (eliminar, combinar, reordenar, simplificar)
    3.4.3. Propuesta de mejora operativa

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Camilo, J. A. (2008). Manual de tiempos y Movimientos: ingeniería de métodos. Limusa. México.

[clásica].

Carlos, L., & Acero, P. (2016). Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. 2da edición. Ecoe ediciones. [clásica].

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2020). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros (15.ª ed.). McGraw-Hill Education

García, R. (2005). Estudio del Trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw-Hill [clásica].

Niebel, B., y Freivalds, A. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw-Hill. [clásica].

Singari, R. M., Kankar, P. K., & Moona, G. (2024). Advances in Mechanical Engineering and Technology Proceedings of 6th International Conference on Advanced Production and Industrial Engineering (ICAPIE)-2021. Manufacturing Systems.https://libcon.rec.uabc.mx:2106/10.1007/978-981-16-9523-0

Zandin, K. B.(2001). Maynard's Industrial Engineering Handbook. (5th ed.). USA: McGraw-Hill. [clásica].

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Ortiz, C., Quezada, L., & Oddershede, A. (2024). Industrial Process Management Model to Improve Productivity and Reduce Waste. Sustainability, 16(4), 1606. https://doi.org/10.3390/su16041606

Rodriguez, Oswlado (s.f.). Análisis de las operaciones. Recuperado de https://soloindustriales.com/analisis-de-las-operaciones

Salazar de Morris, O y Morris Molina, L. (2026). Productividad y técnicas para el mejoramiento de procesos: prácticas para el aprendizaje. Universidad Tecnológica de Pereira. Disponible en: https://hdl.handle.net/11059/16620

Unidad IV. Estudio de movimientos

Competencia

Diseñar mejoras en los métodos de trabajo mediante el análisis de los movimientos y la aplicación de principios de economía de movimientos, con la finalidad de optimizar la ejecución de tareas, reducir la fatiga y contribuir al establecimiento de estándares de trabajo eficientes, actuando con responsabilidad, honestidad y enfoque en la mejora continua.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Realiza el análisis de un proceso mediante la elaboración y evaluación de un diagrama bimanual a partir de un caso de estudio o proceso proporcionado, considerando:

- Descripción de la operación y condiciones de trabajo
- Descomposición del proceso en movimientos de la mano izquierda y derecha
- Representación del método actual mediante diagrama bimanual
- Identificación de movimientos efectivos e inefectivos
- Detección de tiempos ociosos y desbalance entre manos
- Aplicación de principios de economía de movimientos
- Propuesta de mejora del método de trabajo
- Evaluación comparativa del método actual vs. método mejorado

Contenido

4.1. Fundamentos del estudio de movimientos
- 4.1.1. Definición, objetivos y aplicaciones
- 4.1.2. Clasificación de movimientos básicos
- 4.1.3. Análisis de movimientos en operaciones

4.2. Principios de economía de movimientos
- 4.2.1. Principios relacionados con el cuerpo humano
- 4.2.2. Principios en el diseño del puesto de trabajo
- 4.2.3. Principios en herramientas y equipo

4.3 Técnicas de análisis de movimientos
- 4.3.1. Diagrama bimanual: concepto y simbología
- 4.3.2. Procedimiento de elaboración
- 4.3.3. Interpretación y mejora del método

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Camilo, J. A. (2008). Manual de tiempos y Movimientos: ingeniería de métodos. Limusa. [clásica].

Carlos, L., & Acero, P. (2016). Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. 2da edición. Ecoe ediciones. [clásica].

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2020). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros (15.ª ed.). McGraw-Hill Education

García, R. (2005). Estudio del Trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. McGraw-Hill [clásica].

Niebel, B., y Freivalds, A. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo. McGraw-Hill. [clásica].

Singari, R. M., Kankar, P. K., & Moona, G. (2024). Advances in Mechanical Engineering and Technology Proceedings of 6th International Conference on Advanced Production and Industrial Engineering (ICAPIE)-2021. Manufacturing Systems.https://libcon.rec.uabc.mx:2106/10.1007/978-981-16-9523-0

Zandin, K. B.(2001). Maynard's Industrial Engineering Handbook. (5th ed.). McGraw-Hill. [clásica].

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Gómez, C. (2013, abril 12). *Diagrama bimanual* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=fgvF_4mjThE [clásica]

Ingeniería Industrial Online. (2019, junio 20). *Diagrama bimanual*. https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/micromovimientos [clásica]

Mares-Castro, A., Calzada-Ledesma, V., Becerra-Rodríguez, M. B., Santiago-Montero, R., & Estrada-Monje, A. (2025). Intelligent motion classification via computer vision for smart manufacturing and ergonomic risk prevention in SMEs. *Applied Sciences, 15*(20), 10914. https://doi.org/10.3390/app152010914

Mares, A., Malega, P., Daneshjo, N., & Yevtushenko, O. (2025). Sustainable efficiency through ergonomic design and optimization of assembly workstations. *Sustainability, 17*(21), 9545. https://doi.org/10.3390/su17219545

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos de la Ingeniería de Métodos

Práctica 1: Cálculo de indicadores de desempeño operativo.

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza los datos proporcionados de procesos productivos o de servicios.
3. Identifica las variables necesarias para el cálculo de indicadores.
4. Calcula los indicadores de productividad, eficiencia y eficacia.
5. Interpreta los resultados obtenidos.
6. Compara el desempeño entre diferentes escenarios o casos.
7. Realiza conclusiones de los resultados.
8. Comparte los resultados con el grupo.
9. Entrega la evidencia al docente.
10. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora
- Ejercicios

Unidad II. Diagramas de Procesos

Práctica 2: Diagrama de operaciones de proceso

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza los casos proporcionados de procesos productivos o de servicios.
3. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
4. Analiza los casos proporcionados de procesos productivos o de servicios.
5. Identifica las operaciones e inspecciones involucradas en cada proceso.
6. Clasifica las actividades de acuerdo con la simbología del diagrama de operaciones de proceso.
7. Elabora los diagramas de operaciones de proceso (DOP) para cada ejercicio planteado.
8. Verifica la secuencia lógica de las actividades representadas.
9. Interpreta los diagramas elaborados para identificar áreas de mejora.
10. Compara los resultados entre diferentes casos o alternativas de proceso.
11. Realiza conclusiones a partir del análisis de los diagramas.
12. Comparte los resultados con el grupo.
13. Entrega la evidencia al docente.
14. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de diagrama de operaciones de proceso
- Calculadora
- Computadora (opcional)

Práctica 3: Diagrama de flujo de proceso y recorrido

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza los casos proporcionados de procesos productivos o de servicios.
3. Identifica las actividades involucradas en cada proceso: operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos.
4. Clasifica las actividades de acuerdo con la simbología del diagrama de flujo de proceso.
5. Elabora el diagrama de flujo de proceso (DFP) para cada ejercicio planteado.
6. Verifica la secuencia lógica, continuidad del flujo y correcta representación de las actividades.
7. Identifica los puntos de inicio, recorrido y destino de materiales, personas o información dentro del proceso.
8. Organiza la información en un plano o layout del área de trabajo.
9. Elabora el diagrama de recorrido representando las trayectorias y desplazamientos.
10. Interpreta ambos diagramas para identificar cuellos de botella, recorridos innecesarios, cruces, retrocesos y actividades sin valor agregado.
11. Compara los resultados entre diferentes casos o alternativas de proceso.
12. Realiza conclusiones a partir del análisis integrado de flujo y recorrido.
13. Comparte los resultados con el grupo.
14. Entrega la evidencia al docente.
15. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de diagrama de flujo de proceso
- Formato de diagrama de recorrido
- Plano o layout del área de trabajo (para cada caso)
- Calculadora
- Computadora (opcional)

Práctica 4: Diagrama de hombre-máquina y cuadrilla

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza los casos proporcionados de procesos productivos o de servicios.

3. Identifica las actividades realizadas por el operario, la(s) máquina(s) y/o los integrantes de la cuadrilla.
4. Registra los tiempos de trabajo y de espera de cada recurso involucrado.
5. Clasifica las actividades en trabajo efectivo y tiempos ociosos.
6. Organiza la información en un formato estructurado para su análisis.
7. Elabora el diagrama hombre–máquina para los casos que involucren interacción operario–equipo.
8. Elabora el diagrama de cuadrilla para los casos que involucren múltiples operarios.
9. Verifica la secuencia lógica y la sincronización entre los recursos representados.
10. Interpreta los diagramas para identificar desbalances, tiempos muertos y baja utilización de recursos.
11. Calcula indicadores como porcentaje de utilización y eficiencia de los recursos.
12. Compara los resultados entre diferentes casos o alternativas de asignación de trabajo.
13. Realiza conclusiones a partir del análisis de los diagramas.
14. Comparte los resultados con el grupo.
15. Entrega la evidencia al docente.
16. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de diagrama hombre–máquina
- Formato de diagrama de cuadrilla
- Calculadora
- Computadora (opcional)

Unidad III. Análisis de las operaciones

Práctica 5: Técnica de la actitud interrogante

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza los casos proporcionados de procesos productivos o de servicios.
3. Identifica la secuencia de actividades y los elementos del proceso (materiales, métodos, equipo y condiciones de trabajo).
4. Aplica la técnica de la actitud interrogante (qué, cómo, dónde, cuándo, quién y por qué) a cada operación del proceso.
5. Registra las respuestas en un formato estructurado para su análisis.

6. Aplica la lista de verificación para evaluar aspectos clave del proceso, tales como:
    - Finalidad de la operación
    - Diseño del trabajo
    - Uso de materiales
    - Herramientas y equipo
    - Manejo de materiales
    - Condiciones de trabajo
    - Distribución del área
7. Identifica actividades con y sin valor agregado, así como ineficiencias en el proceso.
8. Organiza la información obtenida para facilitar la interpretación.
9. Interpreta los resultados del análisis para detectar oportunidades de mejora.
10. Realiza conclusiones a partir del análisis de las operaciones.
11. Comparte los resultados con el grupo.
12. Entrega la evidencia al docente.
13. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de actitud interrogante
- Lista de verificación de análisis de operaciones
- Descripción de casos de estudio
- Computadora

Práctica 6: Distribución de planta

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza los casos proporcionados de procesos productivos o de servicios que requieren diseño o rediseño de distribución de planta.
3. Identifica las áreas, departamentos o estaciones de trabajo involucradas en el proceso.
4. Determina las relaciones de cercanía entre áreas utilizando criterios de flujo, comunicación y requerimientos operativos.
5. Elabora la tabla de relaciones, asignando prioridades (A, E, I, O, U, X).
6. Desarrolla el diagrama de relaciones de actividades.
7. Genera alternativas de distribución de planta considerando las relaciones definidas.
8. Elabora propuestas de layout preliminar del área de trabajo.
9. Evalúa las alternativas considerando criterios técnicos como flujo, distancia, seguridad y eficiencia operativa.

10. Selecciona la alternativa más adecuada con base en el análisis realizado.
11. Compara los resultados entre diferentes alternativas de distribución.
12. Realiza conclusiones sobre el impacto del diseño en el desempeño del sistema.
13. Comparte los resultados con el grupo.
14. Entrega la evidencia al docente.
15. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de tabla de relaciones
- Formato de diagrama de relaciones
- Plano base o layout del área
- Plantillas para diseño de distribución
- Calculadora
- Computadora

Unidad IV. Análisis de los movimientos

Práctica 7: Análisis de los movimientos básicos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza los casos proporcionados de operaciones manuales en procesos productivos o de servicios.
3. Identifica la secuencia de actividades y movimientos que integran cada operación.
4. Reconoce y clasifica los movimientos básicos (therbligs) presentes en la operación.
5. Elabora el análisis de la operación utilizando la simbología correspondiente a los therbligs.
6. Interpreta los resultados para identificar movimientos innecesarios, ineficientes o redundantes.
7. Clasifica los movimientos en productivos y no productivos.
8. Calcula indicadores como frecuencia de movimientos ineficientes y proporción de trabajo efectivo.
9. Compara los resultados entre diferentes casos o alternativas de método.
10. Realiza conclusiones a partir del análisis de los movimientos.
11. Comparte los resultados con el grupo.
12. Entrega la evidencia al docente.

13. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Tabla de therbligs y su simbología
- Video o descripción de la operación
- Calculadora
- Computadora

Práctica 8: Diagrama bimanual

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza los casos proporcionados de operaciones manuales en procesos productivos o de servicios.
3. Identifica la secuencia de actividades realizadas durante la operación.
4. Registra los movimientos de la mano izquierda y derecha en cada etapa del proceso.
5. Clasifica los movimientos en efectivos e inefectivos (trabajo productivo y tiempos ociosos).
6. Elabora el diagrama bimanual para cada ejercicio planteado.
7. Interpreta los diagramas para identificar tiempos muertos, movimientos innecesarios y desbalance entre manos.
8. Aplica los principios de economía de movimientos para evaluar el método de trabajo.
9. Calcula indicadores básicos como porcentaje de utilización de cada mano.
10. Compara los resultados entre diferentes casos o alternativas de método.
11. Realiza conclusiones a partir del análisis de los diagramas.
12. Comparte los resultados con el grupo.
13. Entrega la evidencia al docente.
14. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de diagrama bimanual
- Calculadora
- Computadora

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Fundamentos de la Ingeniería de Métodos

Práctica 1: Estandarización de un proceso

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Observa o participa en la simulación de un proceso productivo en una estación de trabajo.
3. Analiza la operación ejecutada, identificando la secuencia de actividades y condiciones de trabajo.
4. Identifica los elementos clave del proceso: materiales, herramientas, equipo, tiempos y métodos.
5. Descompone la operación en pasos claros, secuenciales y estandarizados.
6. Redacta las instrucciones de trabajo de manera precisa, clara y ordenada.
7. Incorpora especificaciones relevantes como tiempos, condiciones de operación y puntos críticos de control.
8. Integra elementos visuales (diagramas, imágenes o esquemas) para facilitar la comprensión del proceso.
9. Verifica la coherencia, claridad y aplicabilidad de la hoja de instrucción elaborada.
10. Realiza conclusiones sobre la importancia de la estandarización en el desempeño operativo.
11. Comparte los resultados con el grupo.
12. Entrega la evidencia al docente.
13. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente

Recursos de apoyo

- Formato de hoja de instrucción de operaciones
- Hoja de registro de observaciones
- Materiales del proceso (para simulación o entorno real)
- Dispositivo móvil
- Computadora

Unidad II: Diagramas de procesos

Práctica 2: Diagrama de operaciones de procesos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Observa y participa en la simulación de un proceso productivo en una celda de trabajo (ensamble o servicio).
3. Analiza el proceso ejecutado, identificando la secuencia de actividades realizadas.
4. Identifica las operaciones e inspecciones involucradas durante la simulación.
5. Clasifica las actividades de acuerdo con la simbología del diagrama de operaciones de proceso.
6. Elabora el diagrama de operaciones de proceso (DOP) del método actual.
7. Interpreta el diagrama para identificar ineficiencias, redundancias y áreas de mejora.
8. Propone mejoras al método de trabajo con base en el análisis realizado.
9. Simula nuevamente el proceso con las mejoras propuestas.
10. Compara el método actual contra el método mejorado.
11. Realiza conclusiones sobre el impacto de los cambios en el proceso.
12. Comparte los resultados con el grupo.
13. Entrega la evidencia al docente.
14. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de diagrama de operaciones de proceso
- Materiales para simulación del proceso (piezas, herramientas, estación de trabajo)
- Cronómetro (opcional)
- Calculadora
- Computadora (opcional)
- Acceso a estación de trabajo
- Dispositivo móvil para toma de video

Práctica 3: Diagrama de flujo de procesos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Observa y participa en la simulación de un proceso productivo o de servicios en una celda de trabajo.
3. Analiza el proceso ejecutado, identificando la secuencia completa de actividades.
4. Identifica y registra las actividades involucradas: operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos.

5. Clasifica las actividades de acuerdo con la simbología del diagrama de flujo de proceso.
6. Elabora el diagrama de flujo de proceso (DFP) del método actual.
7. Interpreta el diagrama para identificar cuellos de botella, tiempos muertos y actividades sin valor agregado.
8. Propone mejoras al proceso con base en la simplificación del flujo y eliminación de desperdicios.
9. Simula nuevamente el proceso considerando las mejoras propuestas.
10. Compara el método actual contra el método mejorado.
11. Realiza conclusiones sobre el impacto de los cambios en la eficiencia del proceso.
12. Comparte los resultados con el grupo.
13. Entrega la evidencia al docente.
14. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de diagrama de flujo de procesos
- Materiales para simulación del proceso (piezas, herramientas, estación de trabajo)
- Cronómetro (opcional)
- Calculadora
- Computadora (opcional)
- Acceso a estación de trabajo
- Dispositivo móvil para toma de video

Práctica 4: Diagrama de recorrido de un proceso

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Observa y participa en la simulación de un proceso productivo o de servicios en una celda de trabajo.
3. Analiza el proceso ejecutado, identificando la secuencia de actividades y desplazamientos.
4. Identifica y registra los puntos de inicio, recorrido y destino de materiales, personas o información.
5. Mide o estima las distancias recorridas durante la ejecución del proceso.
6. Clasifica los desplazamientos de acuerdo con su frecuencia y tipo de actividad.
7. Organiza la información en un plano o layout del área de trabajo.

8. Elabora el diagrama de recorrido del método actual, representando trayectorias y flujos.
9. Interpreta el diagrama para identificar recorridos innecesarios, cruces, retrocesos y oportunidades de mejora.
10. Propone mejoras al proceso mediante la optimización del layout y reducción de desplazamientos.
11. Simula nuevamente el proceso considerando las mejoras propuestas.
12. Compara el método actual contra el método mejorado en términos de distancia y flujo.
13. Realiza conclusiones sobre el impacto de los cambios en la eficiencia del proceso.
14. Comparte los resultados con el grupo.
15. Entrega la evidencia al docente.
16. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Plano o layout del área de trabajo
- Formato de diagrama de recorrido
- Materiales para simulación del proceso
- Cinta métrica o instrumento de medición
- Calculadora
- Computadora (opcional)
- Dispositivo móvil para toma de video
- Cronómetro

Práctica 5: Diagrama de hombre-máquina

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Observa una estación de trabajo real en un proceso productivo.
3. Analiza la operación ejecutada, identificando la interacción entre el operario y la máquina(s).
4. Identifica y registra las actividades del operario y los tiempos de operación y espera de la máquina.
5. Clasifica las actividades en trabajo activo y tiempos ociosos tanto del operario como de la máquina.
6. Elabora el diagrama hombre–máquina del método actual.
7. Verifica la secuencia lógica y la correcta sincronización entre operario y máquina.

8. Interpreta el diagrama para identificar tiempos muertos, desbalance y baja utilización de recursos.
9. Calcula indicadores básicos como porcentaje de utilización del operario y de la máquina.
10. Propone mejoras al método de trabajo para optimizar la interacción hombre–máquina.
11. Compara el método actual con la propuesta de mejora en términos de utilización y eficiencia.
12. Realiza conclusiones sobre el impacto de los cambios en el desempeño operativo.
13. Comparte los resultados con el grupo.
14. Entrega la evidencia al docente.
15. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de diagrama hombre–máquina.
- Cronómetro.
- Hoja de registro de observaciones.
- Calculadora.
- Computadora (opcional).
- Dispositivo móvil para toma de video.

Práctica 6: Diagrama de cuadrilla

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Observa una operación real o simulada donde intervienen múltiples operarios (cuadrilla) en un proceso productivo.
3. Analiza la actividad ejecutada, identificando la participación de cada integrante de la cuadrilla.
4. Identifica y registra las tareas realizadas por cada operario y sus tiempos de trabajo y espera.
5. Clasifica las actividades en trabajo efectivo y tiempos ociosos para cada integrante.
6. Elabora el diagrama de cuadrilla del método actual.
7. Verifica la secuencia de actividades y la coordinación entre los integrantes.
8. Interpreta el diagrama para identificar desbalance de cargas de trabajo, tiempos muertos y baja utilización de recursos.

9. Calcula indicadores como porcentaje de utilización por operario y eficiencia del equipo de trabajo.
10. Propone mejoras en la asignación de tareas y coordinación de la cuadrilla.
11. Cambia la distribución del trabajo con base en la propuesta de mejora.
12. Compara el método actual con el método mejorado en términos de eficiencia y balance de trabajo.
13. Realiza conclusiones sobre el impacto de los cambios en el desempeño operativo del equipo.
14. Comparte los resultados con el grupo.
15. Entrega la evidencia al docente.
16. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de diagrama de cuadrilla
- Cronómetro
- Hoja de registro de observaciones
- Calculadora
- Computadora (opcional)
- Dispositivo móvil para toma de video

Unidad III. Análisis de operaciones

Práctica 7: Análisis de operaciones de un proceso

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Observa un proceso productivo en un entorno real.
3. Analiza la operación ejecutada, identificando la secuencia de actividades y condiciones de trabajo.
4. Identifica los elementos del proceso: materiales, métodos, equipo, entorno y flujo de trabajo.
5. Aplica la técnica de la actitud interrogante (qué, cómo, dónde, cuándo, quién y por qué) a cada operación observada.
6. Aplica una lista de verificación para evaluar aspectos del proceso, tales como:
    - Finalidad de la operación
    - Diseño del trabajo
    - Uso de materiales

    - Herramientas y equipo
    - Manejo de materiales
    - Condiciones de trabajo
    - Distribución del área
2. Identifica actividades con y sin valor agregado, así como posibles ineficiencias.
3. Propone mejoras al método de trabajo con base en los hallazgos.
4. Realiza conclusiones sobre el impacto de las mejoras propuestas en el desempeño operativo.
5. Comparte los resultados con el grupo.
6. Entrega la evidencia al docente.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de actitud interrogante
- Lista de verificación de análisis de operaciones
- Hoja de registro de observaciones
- Calculadora
- Computadora (opcional)
- Dispositivo móvil para toma de video

Unidad IV. Análisis de los movimientos

Práctica 8: Diagrama bimanual de un proceso

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Observa una operación manual en un proceso productivo o de servicios (real o simulada).
3. Analiza la actividad ejecutada, identificando la secuencia de movimientos de ambas manos.
4. Identifica y registra los movimientos de la mano izquierda y derecha durante la operación.
5. Clasifica los movimientos en efectivos e inefectivos (trabajo productivo y tiempos ociosos).
6. Elabora el diagrama bimanual del método actual.
7. Interpreta el diagrama para identificar tiempos muertos, movimientos innecesarios y desbalance entre manos.
8. Aplica los principios de economía de movimientos para evaluar el método de trabajo.

9. Propone mejoras orientadas a optimizar la coordinación, reducir fatiga y eliminar movimientos ineficientes.
10. Rediseña el método de trabajo con base en las mejoras propuestas.
11. Compara el método actual con el método mejorado en términos de eficiencia y utilización de ambas manos.
12. Realiza conclusiones sobre el impacto de los cambios en el desempeño de la operación.
13. Comparte los resultados con el grupo.
14. Entrega la evidencia al docente.
15. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de diagrama de bimanual
- Cronómetro
- Hoja de registro de observaciones
- Calculadora
- Computadora (opcional)
- Dispositivo móvil para toma de video

X. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS CAMPO

Unidad II: Diagramas de proceso

Práctica 1: Diagnóstico integral del proceso productivo

Duración
04 horas

Procedimiento
1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de campo.
2. Selecciona y accede a un proceso productivo real en una organización.
3. Observa y documenta el proceso, identificando la secuencia de actividades.
4. Identifica los elementos del proceso: materiales, métodos, equipo y condiciones de trabajo.
5. Elabora el diagrama de operaciones de proceso (DOP).
6. Elabora el diagrama de flujo de proceso (DFP).
7. Desarrolla el diagrama de recorrido considerando el layout del área.
8. Identifica actividades con y sin valor agregado.
9. Calcula indicadores básicos: productividad, eficiencia y utilización.

10. Analiza las operaciones mediante la técnica de actitud interrogante.
11. Aplica la lista de verificación para evaluar el proceso.
12. Identifica problemas, desperdicios y oportunidades de mejora.
13. Realiza conclusiones del diagnóstico del proceso.
14. Comparte los resultados con el grupo.
15. Entrega la evidencia al docente.
16. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formatos de DOP, DFP y recorrido
- Lista de verificación
- Formato de actitud interrogante
- Cronómetro
- Calculadora
- Computadora
- Dispositivo móvil para toma de videos y tiempos
- Acceso a áreas de producción

Unidad III. Análisis de las operaciones

Práctica 2: Análisis del trabajo y movimientos

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de campo.
2. Selecciona una estación crítica del proceso analizado previamente.
3. Observa la operación, registrando la interacción operario–proceso.
4. Elabora el diagrama hombre–máquina.
5. Elabora el diagrama de cuadrilla (si aplica).
6. Desarrolla el diagrama bimanual de la operación.
7. Realiza el análisis de movimientos básicos (therbligs).
8. Identifica tiempos ociosos, desbalance y movimientos ineficientes.
9. Calcula indicadores de utilización y eficiencia del recurso humano y equipo.
10. Aplica principios de economía de movimientos.
11. Propone mejoras al método de trabajo.
12. Compara el método actual contra el método mejorado.
13. Realiza conclusiones sobre el impacto de los cambios.

14. Comparte los resultados con el grupo.
15. Entrega la evidencia al docente.
16. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formatos de diagramas (hombre–máquina, cuadrilla, bimanual)
- Tabla de therbligs
- Cronómetro
- Calculadora
- Computadora
- Dispositivo móvil para toma de video y fotografía

Unidad IV. Análisis de los movimientos

Práctica 3: Propuesta de mejora al método de trabajo de un proceso

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de campo.
2. Retoma el diagnóstico y análisis realizados en prácticas anteriores.
3. Integra la información obtenida de diagramas, análisis de operaciones y movimientos.
4. Propone mejoras al proceso considerando:
5. Eliminación de desperdicios
6. Optimización del flujo
7. Reducción de movimientos innecesarios
8. Mejora en la distribución del área
9. Aplica la Planeación Sistemática de Muther (SLP) para proponer mejoras en el layout (opcional si aplica).
10. Diseña el proceso mejorado utilizando diagramas actualizados (DOP, DFP, recorrido).
11. Calcula indicadores de desempeño esperados después de la mejora.
12. Elabora una hoja de instrucción de operaciones del método mejorado.
13. Evalúa la viabilidad técnica y operativa de la propuesta.
14. Compara el proceso actual vs. proceso mejorado.
15. Realiza conclusiones sobre el impacto en productividad y eficiencia.
16. Presenta la propuesta de mejora al grupo.
17. Entrega la evidencia al docente.
18. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formatos de diagramas
- Formato SLP
- Layout del área
- Formato de hoja de instrucción
- Calculadora
- Computadora
- Cronómetro
- Dispositivo móvil

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad semipresencial, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales

- Clase invertida (flipped classroom)
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Trabajo de campo guiado

Estrategias de aprendizaje

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Participación en simulaciones digitales
- Trabajo de campo
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

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%
- Prácticas taller	10%
- Prácticas de laboratorio	15%
- Prácticas de campo	15%
- Metas de la unidad	10%
Proyecto optimización de un proceso	20%
Total	100%

XIII. PERFIL DOCENTE

La persona docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá contar con título en Ingeniería Industrial o en un área afín, preferentemente con estudios de posgrado, experiencia profesional en la aplicación de técnicas y herramientas de la ingeniería de métodos. Contar con al menos 1 año de experiencia docente, así como conocimiento en la industria de dispositivos médicos (deseable). Además, deberá poseer competencias en enseñanza activa y uso de tecnologías educativas para favorecer el aprendizaje en modalidad semipresencial.

LEARNING MODULE

I. GENERAL INFORMATION

School:	Chemical Sciences and Engineering Faculty
Major:	Industrial Systems Engineering for Medical Devices
Study Program:	2027-6
Learning Module Title:	English Level II
Module Code:	
Time distribution:	Class Hours: 03 Out-of-Class Hours: 03 Credits: 06
Academic Development Phase:	Disciplinary
Module Type:	Mandatory
Requirements:	None
Mode of delivery:	Semi-virtual
Design Team:	Israel Jasso Piña Karla Fabiola Reyes Hernández Diego Armando Trujillo Toledo
Approved by the Assistant Dean(s):	Kenia Palomino Vizcaino
Date:	December 09, 2026.
Approval and registration:	

II. PURPOSE OF THE LEARNING MODULE

The purpose of this learning unit is to strengthen the cognitive processes involved in learning and using English through pedagogical strategies that support learners in developing linguistic and communicative resources and participating actively in social and academic contexts. This preparation will enable them to communicate more effectively and engage in increasingly demanding educational and professional environments. Its relevance lies in contributing to the development of cognitive, socio-affective, intercultural, and professional competencies. English language proficiency supports employability, academic mobility, and access to technological resources and specialized knowledge. It also promotes cognitive flexibility, memory, concentration, intercultural awareness, and the ability to interpret the world from different perspectives through English-language sources. This mandatory learning unit is part of the disciplinary stage and the Production Core.

III. GENERAL COMPETENCE OF THE LEARNING MODULE

Communicate phrases, expressions, and grammatical structures corresponding to the basic English language level (A2 according to the Common European Framework of Reference for Languages) in order to interact effectively in simple and controlled tasks related to everyday topics through reading, writing, oral interaction, and spoken production, demonstrating respect, responsibility, creativity, and collaboration.

III. LEARNING EVIDENCE

Develop a portfolio of evidence compiled through academic activities conducted during the school term, including autobiographies, chronicles, reviews, and reading reports that demonstrate mastery of reading comprehension and written production skills in English.

IV. PROFESSIONAL COMPETENCY OF THE GRADUATE PROFILE TO WHICH THE LEARNING MODULE CONTRIBUTES

Establish, implement, maintain, and improve integrated management systems in compliance with national and international regulations to ensure the quality of goods within a framework of sustainability, objectivity, respect, and professionalism.

V. CROSS-CUTTING THEME TO WHICH THE LEARNING MODULE CONTRIBUTES

Interculturality

VI. UNIT DESCRIPTIONS

Unit I. Future Tenses: "Will" and "Going to"

Competency

Construct oral and written sentences using the future forms "will" and "going to" to refer to future events, contrasting their purposes and communicative functions in a creative, reflective, and participatory manner.

Learning Evidence for the unit

Future and Predictions Project

Develop an individual digital presentation in English entitled *My Life in Five Years*, consisting of 8 to 10 slides. Clearly and coherently communicate personal plans, academic and professional goals, and predictions about technology and society through at least 20 sentences using *will*, *won't*, and *be going to*. Include relevant images and a cover slide featuring the UABC logo, the name of the Academic Unit, the student's name, and group. Complement the presentation with an audio or video recording in English explaining its content, and submit both files by email according to the instructor's guidelines and deadline

Content

1.1. Affirmative sentences with "Will"
- 1.1.2. Negative sentences with "Will"
- 1.1.3. Interrogative sentences with "Will"
- 1.1.4. Order of adjectives and adjective phrases
- 1.1.5. Comparatives and superlatives
- 1.1.6. Affirmative sentences with "Going to"
- 1.1.7. Negative sentences with "Going to"
- 1.1.8. Interrogative sentences with "Going to"

1.2. Negative sentences with "Will"
- 1.2.1. Interrogative sentences with "Will"
- 1.2.2. Order of adjectives and adjective phrases
- 1.2.3. Comparatives and superlatives
- 1.2.4. Affirmative sentences with "Going to"
- 1.2.5. Negative sentences with "Going to"
- 1.2.6. Interrogative sentences with "Going to"

Time Allotted

12 hours

References and resources from the UABC digital and physical library

Latham-Koenig, C., Oxenden, C., Lambert, J., & Seligson, P. (2019). *American English file 2: Student book with online practice* (3rd ed.). Oxford University Press. [Clásica]

Richards, J. C., Hull, J., & Proctor, S. (2021). *Interchange level 2 student's book with digital pack* (5th ed.). Cambridge University Press.

Additional External Open-Access References and Resources.

BBC Learning English. (s. f.). *BBC Learning English*. https://www.bbc.co.uk/learningenglish

British Council. (s. f.). *LearnEnglish*. https://learnenglish.britishcouncil.org

ELLLO. (s. f.). *English Listening Lesson Library Online*. https://elllo.org

Grammarly, Inc. (s. f.). *Grammarly*. https://www.grammarly.com

Quizlet, Inc. (s. f.). *Quizlet*. https://quizlet.com

Unit II. Present Perfect and Present Perfect Progressive

Competency

Construct oral and written sentences using the Present Perfect and Present Perfect Progressive tenses to describe events that began in the past and continue or maintain a strong connection with the present, demonstrating a collaborative and constructive attitude.

Learning Evidence for the unit

Pair Assignment

In pairs, students will interview a classmate about personal, academic, and professional experiences, including academic achievements, recent activities, and actions that began in the past and continue in the present. The interview will include questions beginning with *Have you ever...?* and will demonstrate the appropriate use of the Present Perfect, Present Perfect Progressive, since, for, already, yet ever, never, and just. Based on the information collected,

students will prepare a digital presentation and record an audio or video explaining the results. The presentation must include the UABC logo, faculty name, students' names, and group.

Content

2.1. Affirmative sentences in Present Perfect
2.2. Negative sentences in Present Perfect
2.3. Interrogative sentences in Present Perfect
2.4. Prepositional phrases
2.5. Adverbial phrases
2.6. Affirmative sentences in Present Perfect Progressive
2.7. Negative sentences in Present Perfect Progressive
2.8. Interrogative sentences in Present Perfect Progressive

Time Allotted

12 hours

References and resources from the UABC digital and physical library

Richards, J. C., Hull, J., & Proctor, S. (2021). *Interchange level 2 student's book with digital pack* (5th ed.). Cambridge University Press. [clásica]

Murphy, R. (2019). *English grammar in use* (5th ed.). Cambridge University Press. [clásica]

Additional External Open-Access References and Resources.British Council. (s. f.). British Council. (s. f.). *LearnEnglish*. LearnEnglish

Quizlet, Inc. (s. f.). *Quizlet*. Quizlet

Grammarly, Inc. (s. f.). *Grammarly*. Grammarly

Unit III. Past Perfect and Past Perfect Progressive.

Competency

Construct oral and written sentences using the Past Perfect and Past Perfect Progressive tenses to refer to events that started and finished before a specific point in the past, demonstrating a reflective and participatory attitude.

Learning Evidence for the unit

Individual Assignment

Students will individually write a 300–350-word essay about a historical, scientific, technological, or personal event, presenting the information in a clear and coherent chronological sequence. The essay will demonstrate the appropriate use of the Past Perfect, Past Perfect Progressive, subordinate clauses, and relative pronouns to describe and connect events, actions, and circumstances. Additionally, students will record an audio reading of the completed essay to demonstrate oral communication skills. The document must include the UABC logo, faculty name, student's name, group, and total word count.

Content

3.1. Affirmative sentences in Past Perfect
3.2. Negative sentences in Past Perfect
3.3. Interrogative sentences in Past Perfect
3.4. Relative pronouns and conjunctions
3.5. Subordinate clauses
3.6. Affirmative sentences in Past Perfect Progressive
3.7. Negative sentences in Past Perfect Progressive
3.8. Interrogative sentences in Past Perfect Progressive

Time Allotted

12 hours

References and resources from the UABC digital and physical library

Murphy, R. (2019). *English grammar in use* (5th ed.). Cambridge University Press. [clásica]

Redston, C., & Cunningham, G. (2019). *face2face pre-intermediate student's book* (2nd ed.). Cambridge University Press. [clásica]

Additional External Open-Access References and Resources.

BBC Learning English. (s. f.). *BBC Learning English*. https://www.bbc.co.uk/learningenglish

British Council. (s. f.). *Learn English*. https://learnenglish.britishcouncil.org

Cambridge University Press & Assessment. (s. f.). *Learning English*.

https://www.cambridgeenglish.org/learning-english

Unit IV. Modal Verbs and Phrasal Verbs.

Competency

Construct oral and written discourse using acquired linguistic elements, including modal verbs, while contrasting formal and informal language to communicate messages through phrasal verbs and idiomatic expressions, demonstrating a cooperative attitude.

Learning Evidence for the unit

Podcast: English in Real Life

Create and record, in pairs, a four-to-six-minute podcast entitled *English in Real Life*, addressing an everyday or professional situation related to a first job, university life, travel, technology, social media, or health and wellness. The podcast must demonstrate the appropriate use of modal verbs, phrasal verbs, idiomatic expressions, conditional sentences, and reported speech. Submit the recording along with a written script that clearly identifies the required language structures and expressions. The submitted work must include the UABC logo, the name of the faculty, the team members' names, and the group.

Content

4.1 Modal Verbs and Phrasal Verbs
- 4.1.1 Conditional Sentences
- 4.1.2 Modal Verbs (might/may/must, have to/ought to)
- 4.1.3 Modal Verbs (should have/might have, etc.)
- 4.1.4 Conditional Sentences
- 4.1.5 Reported Speech (Passive Voice)
- 4.1.6 Phrasal Verbs
- 4.1.7 Idiomatic Expressions
- 4.1.8 Exceptions and Common Errors

Time Allotted

12 hours

References and resources from the UABC digital and physical library

Murphy, R. (2019). *English grammar in use* (5th ed.). Cambridge University Press. [clásica]

Redston, C., & Cunningham, G. (2019). *face2face pre-intermediate student's book* (2nd ed.). Cambridge University Press. [clásica]

Additional External Open-Access References and Resources.

BBC Learning English. (s. f.). *BBC Learning English*. https://www.bbc.co.uk/learningenglish

British Council. (s. f.). *Learn English*. https://learnenglish.britishcouncil.org

Cambridge University Press & Assessment. (s. f.). *Learning English*. https://www.cambridgeenglish.org/learning-english

VII. METHODOLOGY AND STRATEGIES

Course framework

In the semi- virtual modality, the course framework will be embedded within the instructional design and made available to students on the institutional learning platform from the beginning of the course. This framework will guide students throughout the learning process, provide academic context, and establish clear expectations for coursework and assessment.

The instructor will ensure that the following elements are clearly defined, organized, and readily accessible in the virtual learning environment:

- Methodology for class activities, including instructional mode, activity dynamics, schedules, and expected forms of interaction.
- Assessment criteria, grading rubrics, and the weighting of assessments by learning unit or learning outcome.
- Quality standards and formatting requirements for assignments and learning evidence.
- Rights and responsibilities of both students and instructors within the virtual learning environment.
- Communication and feedback mechanisms, including virtual office hours, discussion forums, direct messaging, and institutional email.

All of the elements outlined above must be visible and well- organized within the designated space on the institutional platform (e.g., Blackboard), preferably within a welcome or course on- boarding section.

Teaching strategies

Faculty will implement active and situated learning approaches, emphasizing communicative English practice through:

- Simulations, debates, and moderated dialogues
- Pair and group activities
- Peer assessment and instructional feedback
- Cooperative learning
- Storytelling techniques
- Guided grammar practice
- Problem-solving activities
- Questioning strategies for reflection
- Analysis of authentic materials
- Use of digital and virtual learning resources
- Gamification
- Individual and collaborative projects

Learning strategies

Students will take an active and autonomous role in their learning process. Students will:

- Participate actively in individual, pair, and group activities.
- Interact consistently in English inside and outside class.
- Practice listening, reading, speaking, and writing independently.
- Solve communicative situations using contextualized grammar and vocabulary.
- Produce projects, presentations, interviews, podcasts, and written assignments.
- Use digital resources and educational platforms.
- Engage in self-assessment and reflection.
- Set personal language-learning goals.
- Participate in peer feedback and co-evaluation.
- Organize information using concept maps, comparison charts, and infographics.
- Conduct research using reliable English-language sources.
- Participate in discussions, analysis, and problem-solving activities.

- Relate course content to academic, social, and professional contexts.
- Dedicate additional study time outside the classroom.
- Participate in collaborative and game-based learning activities.

VIII. EVALUATION CRITERIA

Accreditation criteria

To be eligible for both ordinary and extraordinary examinations, students must comply with the attendance requirements established in the current School Statute. Assessment is based on a numerical scale from 0 to 100, with a minimum passing grade of 60.

Assessment criteria

Partial Examinations:	40%
Class Participation:	20%
Assignments and Activities:	20%
Evidence Portfolio:	20%
Total	100%

IX. TEACHER PROFILE

The person appointed to teach this learning unit must hold a bachelor's degree in English Language Teaching or Language Teaching, or a bachelor's degree in Translation complemented by formal teacher training. At least one year of university-level teaching experience is desirable. In addition, they must meet at least one of the following requirements: hold a CENNI certificate at Level 12 or higher; have attained Band 3 in Modules 1, 2, and 3 of the Teaching Knowledge Test (TKT); or have at least two years of experience teaching English at the higher education level. Teaching staff must demonstrate proficiency in communicative language teaching approaches and the ability to plan, implement, and assess learning activities designed to strengthen listening and reading comprehension, oral production, and written interaction. They must also possess the digital competencies required to integrate technological resources and educational platforms effectively into teaching and learning processes.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Metrología y Normalización
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Juan Jesús López García Wulfrano López Bolán Julio César Gómez Franco
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Metrología y Normalización, se obtiene el conocimiento de estándares de calidad, para su adecuado desempeño en la industria maquiladora y de transformación. Es una asignatura de carácter teórico-práctico, orientada a la aplicación en contextos reales, que promueve el pensamiento crítico, el análisis técnico y el cumplimiento de normas y buenas prácticas. Tiene como finalidad proporcionar al estudiantado los fundamentos de la metrología, la normalización y los sistemas de gestión de la calidad, mediante el uso adecuado de instrumentos de medición, el análisis de la incertidumbre y la aplicación de normativas vigentes, lo que le permitirá desarrollar habilidades alineadas al perfil del ingeniero industrial, favoreciendo la toma de decisiones en procesos productivos, la confiabilidad de las mediciones y el cumplimiento de normas y buenas prácticas. Se imparte en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar el uso de instrumentos de medición, herramientas manuales y normativas de calidad en procesos industriales, mediante la aplicación de fundamentos metrológicos, procedimientos técnicos y manuales de operación, para asegurar la confiabilidad de las mediciones y el cumplimiento de estándares en sistemas de calidad, con actitud crítica, responsabilidad, ética profesional y compromiso con la mejora continua.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora informes técnicos sobre procesos de medición en contextos industriales, en los que se identifiquen las variables críticas, la selección y uso adecuado de instrumentos de medición, la aplicación de fundamentos metrológicos y normatividad vigente, así como el análisis de error, incertidumbre y confiabilidad de los sistemas de medición, incluyendo la verificación de su operación conforme a procedimientos técnicos y la documentación asociada, con el fin de interpretar resultados y evaluar el cumplimiento de estándares de calidad en procesos normados.

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

Establecer, implementar, mantener y mejorar sistemas integrales de gestión en apego a la normatividad nacional e internacional para garantizar la calidad de bienes en un marco de sustentabilidad, con objetividad, respeto y profesionalismo.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y vanguardia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos de metrología y marco regulatorio en dispositivos médicos

Competencia

Analizar los fundamentos de la metrología y el marco regulatorio vigente, mediante la interpretación del Vocabulario Internacional de Metrología (VIM), el Sistema Internacional de Unidades (SI), los conceptos de error e incertidumbre, así como la estructura normativa aplicable, para comprender la confiabilidad de las mediciones y su trazabilidad en contextos industriales, con actitud crítica y analítica, responsabilidad y ética profesional.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora un reporte técnico de análisis de un proceso de medición, que incluya la identificación de magnitudes y unidades del Sistema Internacional, la aplicación de conceptos de error e incertidumbre, la descripción de la trazabilidad metrológica y la relación con la normatividad vigente, con el fin de interpretar la confiabilidad de las mediciones y sustentar conclusiones fundamentadas en contextos reales.

Contenido

1.1. Vocabulario Internacional de Metrología (VIM)
1.2. Sistema Internacional de Unidades (SI)
1.3. Conceptos: error, incertidumbre, exactitud, precisión
1.4. Trazabilidad metrológica y patrones de referencia
1.5. Ley de Infraestructura de la Calidad (México)
1.6. Estructura normativa: NOM, NMX, organismos reguladores
1.7. Introducción a regulación en dispositivos médicos

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

García, B. (2009). *Instrumentos de evaluación*. Pearson. [clásica]

Aparicio, F. (2010). *Introducción a la metrología dimensional*. Instituto Politécnico Nacional. [clásica]

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (1992). *Ley Federal de Metrología y Normalización*. Diario Oficial de la Federación. [clásica]

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (1999). *Reglamento de la Ley Federal de Metrología y Normalización*. Diario Oficial de la Federación. [clásica]

Escamilla, A. (2015). *Metrología y sus aplicaciones*. Grupo Editorial Patria. [clásica]

Wolfgang, A. y Lazos, R. (2004). *Guía para la estimación de incertidumbres*. Centro Nacional de Metrología. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM). (2023). *Guide to the expression of uncertainty in measurement—Part 1: Introduction (JCGM GUM-1:2023)*. Bureau International des Poids et Mesures. https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_GUM-1.pdf/74e7aa56-2403-7037-f975-cd6b555b80e6

Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM). (2020). *Guide to the expression of uncertainty in measurement—Part 6: Developing and using measurement models (JCGM GUM-6:2020)*. Bureau International des Poids et Mesures.

https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_GUM_6_2020.pdf/d4e77d99-3870-0908-ff37-c1b6a230a337 [clásica]

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). (2022). The International System of Units (SI Brochure) (9th ed., updated 2022). BIPM. https://www.bipm.org/en/publications/si-

brochurehttps://www.bipm.org/documents/20126/41483022/SI-Brochure-9-EN.pdf/2d2b50bf-f2b4-9661-f402-5f9d66e4b507?version=6.2&t=1756802928578&download=true

Rosario, P. P. N., & Mendes, A. (2025). *Metrology and Measurement Uncertainty: Concepts and Applications*. Springer Nature. Open Access. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-031-82303-9.pdf

Unidad II. Sistemas de gestión de calidad y normalización

Competencia

Analizar los sistemas de gestión de calidad y la normalización aplicable a procesos de medición, mediante la interpretación de normas internacionales para evaluar el cumplimiento normativo y su impacto en la confiabilidad de los procesos industriales, con actitud crítica, ética profesional y orientada a la calidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora un reporte técnico del análisis de un sistema de gestión de calidad aplicado a un proceso de medición, que incluya la identificación de requisitos normativos, la relación entre metrología y calidad, así como la evaluación del cumplimiento de normas internacionales, integrando una lista de verificación o matriz de cumplimiento normativo que evidencie el grado de conformidad del proceso, con el fin de interpretar su impacto en la confiabilidad de los procesos y sustentar conclusiones fundamentadas.

Contenido

2.1. Relación metrología – calidad
2.2. Sistemas de gestión de calidad
2.3. ISO 9001 (visión general)
2.4. ISO 13485 (dispositivos médicos)
2.5. ISO/IEC 17025 (laboratorios de calibración y ensayo)
2.6. ISO 10012 (gestión de equipos de medición)
2.7. Cumplimiento normativo en procesos de medición internacional

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015: How to use it*. International Organization for Standardization. [clásica]

López, P. (2016). *Novedades ISO 9001:2015*. FC Editorial. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Secretaría de Economía. (s. f.). *Catálogo Mexicano de Normas*. Plataforma Tecnológica Integral de Infraestructura de la Calidad (PLATIICA). https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/catalogo-mexicano-de-normaswd_asp-id29/

Natarajan, D. (2017). *ISO 9001 Quality Management Systems*. Springer. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-54383-3 [clásica]

Unidad III. Control de medición e incertidumbre en procesos normados

Competencia

Analizar el control de medición y su incertidumbre en procesos normados, mediante la aplicación de conceptos de error, estimación de incertidumbre, estudios de repetibilidad y reproducibilidad y herramientas de control estadístico, para evaluar la confiabilidad y variabilidad de los sistemas de medición en contextos industriales, con actitud crítica, analítica y orientada a la mejora continua, responsabilidad y ética profesional.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora un reporte técnico con el análisis de un sistema de medición, que incluya la identificación de tipos de error, el cálculo de su incertidumbre, la evaluación de repetibilidad y reproducibilidad, así como la relación entre tolerancia e incertidumbre, con el fin de interpretar la confiabilidad del sistema y sustentar conclusiones fundamentadas en el control de procesos, con responsabilidad, ética profesional y compromiso con la calidad.

Contenido

3.1. Tipos de errores de medición

3.2. Estimación de incertidumbre (enfoque práctico)
3.3. Estudios R&R (repetibilidad y reproducibilidad)
3.4. Relación tolerancia – incertidumbre
3.5. Validación de sistemas de medición
3.6. Control estadístico aplicado a mediciones

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Wolfgang, A. y Lazos, R. (2004). *Guía para la estimación de incertidumbres*. Centro Nacional de Metrología. [clásica]

Escamilla, A. (2015). *Metrología y sus aplicaciones*. Grupo Editorial Patria. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Rosario, P. P. N., & Mendes, A. (2025). *Metrology and Measurement Uncertainty: Concepts and Applications*. Springer Nature. Open Access.

https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-031-82303-9.pdf

Salicone, S. (Ed.). (2023). *Measurement Uncertainty*. MDPI Books.

https://www.mdpi.com/books/reprint/7363-measurement-uncertainty

Unidad IV. Instrumentación, calibración y trazabilidad en entorno regulado

Competencia

Usar adecuadamente los instrumentos de medición y los procesos de calibración y trazabilidad metrológica, mediante la implementación de procedimientos técnicos, planes de calibración y documentación asociada, para asegurar la confiabilidad de las mediciones en procesos normados, con actitud responsable, ordenada y orientada a la calidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora un reporte técnico de aplicación de un proceso de medición, que incluya el uso correcto de instrumentos, la verificación y calibración de los mismos, la identificación de la trazabilidad metrológica y la elaboración de documentación técnica, integrando evidencias documentales y

audiovisuales que respalden el procedimiento realizado, con el fin de asegurar la confiabilidad de las mediciones y sustentar conclusiones fundamentadas en información confiable

Contenido

4.1. Instrumentos de medición (dimensional y eléctrica)
4.2. Uso correcto de instrumentos
4.3. Calibración y verificación
4.4. Trazabilidad metrológica en cadena
4.5. Planes de calibración y mantenimiento
4.6. Documentación técnica (registros, reportes, trazabilidad)
4.7. Aplicación en procesos de dispositivos médicos

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Creus, A. (2012). *Instrumentación industrial*. Marcombo. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Rosario, P. P. N., & Mendes, A. (2025). *Metrology and Measurement Uncertainty: Concepts and Applications*. Springer Nature. Open Access.

https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-031-82303-9.pdf

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad 1. Fundamentos de metrología y marco regulatorio en dispositivos médicos

Práctica 1: Análisis integral de errores y normativa en procesos de medición

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza un conjunto de datos de medición proporcionado.
3. Identifica las variables involucradas en el proceso de medición.
4. Clasifica los errores presentes en sistemáticos y aleatorios.

5. Calcula el error absoluto y relativo de los datos analizados.
6. Interpreta el impacto de los errores en la confiabilidad de la medición.
7. Selecciona una norma aplicable al proceso de medición (NOM, NMX o internacional).
8. Identifica los requisitos normativos relacionados con el proceso analizado.
9. Relaciona los resultados obtenidos con los criterios establecidos en la norma.
10. Organiza la información en una tabla comparativa de cumplimiento.
11. Analiza el grado de cumplimiento del proceso respecto a la normatividad.
12. Elabora conclusiones sobre la calidad del proceso de medición.
13. Integra el análisis en un documento técnico.
14. Entrega el documento al docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Hoja de cálculo.
- Normas técnicas (NOM, NMX o internacionales).
- Guía de ejercicios.

Unidad II. Sistemas de gestión de calidad y normalización

Práctica 2: Análisis integral de sistemas de gestión de calidad y cumplimiento normativo

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona un proceso de medición en un contexto industrial propuesto.
3. Identifica las entradas, actividades y salidas del proceso.
4. Relaciona el proceso con los principios de gestión de calidad.
5. Analiza los requisitos de la norma ISO 9001 aplicables al proceso seleccionado.
6. Identifica requisitos relevantes de ISO 13485, ISO/IEC 17025 e ISO 10012 en el contexto del proceso.
7. Organiza los requisitos normativos en una matriz de cumplimiento.
8. Define criterios de evaluación para cada requisito identificado.
9. Aplica la matriz de cumplimiento al proceso seleccionado.
10. Determina el grado de conformidad del proceso respecto a las normas analizadas.
11. Identifica no conformidades y áreas de mejora.
12. Propone acciones correctivas o de mejora para el proceso.
13. Elabora un diagrama del proceso con controles de calidad integrados.
14. Integra el análisis en un documento técnico estructurado.
15. Entrega el documento al docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software de diagramación
- Normas ISO (9001, 13485, 17025, 10012)
- Plantilla de matriz de cumplimiento

Unidad III. Control de medición e incertidumbre en procesos normados

Práctica 3: Análisis integral de incertidumbre y variabilidad en sistemas de medición

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza un conjunto de datos de medición proporcionado.
3. Identifica las variables involucradas en el proceso de medición.
4. Clasifica los tipos de error presentes en sistemáticos y aleatorios.
5. Calcula el valor promedio de los datos.
6. Calcula la desviación estándar de las mediciones.
7. Estima la incertidumbre de medición a partir de los datos.
8. Expresa los resultados en forma de intervalo con incertidumbre.
9. Analiza la relación entre incertidumbre y confiabilidad del sistema.
10. Interpreta la influencia de la variabilidad en los resultados.
11. Analiza un conjunto de datos de medición realizados por diferentes operadores.
12. Calcula la variación por repetibilidad del sistema.
13. Calcula la variación por reproducibilidad entre operadores.
14. Determina la variación total del sistema de medición.
15. Evalúa la aceptabilidad del sistema con base en los resultados obtenidos.
16. Analiza la relación entre tolerancia e incertidumbre del proceso.
17. Elabora conclusiones sobre la confiabilidad del sistema de medición.
18. Integra el análisis en un documento técnico estructurado.
19. Entrega el documento al docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Hoja de cálculo.
- Datos simulados.
- Calculadora.

Unidad IV. Instrumentación, calibración y trazabilidad en entorno regulado

Práctica 4: Diseño de plan de calibración y documentación técnica de sistemas de medición

Duración
04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica un conjunto de equipos de medición utilizados en un proceso industrial.
3. Clasifica los instrumentos de acuerdo con su tipo (dimensional, eléctrico u otro).
4. Analiza la función de cada instrumento dentro del proceso de medición.
5. Define la frecuencia de calibración para cada equipo.
6. Establece criterios de aceptación para la verificación y calibración de los instrumentos.
7. Asigna responsables para la gestión de los equipos de medición.
8. Organiza la información en un plan estructurado de calibración.
9. Identifica los elementos necesarios para asegurar la trazabilidad metrológica.
10. Relaciona los equipos con sus patrones de referencia.
11. Define los registros necesarios para documentar el control de los equipos.
12. Elabora formatos de registro para calibración y verificación.
13. Integra la información en un documento técnico estructurado
14. Analiza la importancia de la documentación en procesos normados.
15. Elabora conclusiones sobre la gestión de equipos de medición.
16. Entrega el documento al docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Plantillas de formatos
- Normas técnicas
- Software de edición de documentos

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Fundamentos de metrología y marco regulatorio en dispositivos médicos

Práctica 1: Evaluación de medición y trazabilidad metrológica

Duración
04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona un instrumento de medición asignado.
3. Identifica la magnitud física a medir y sus unidades correspondientes.
4. Realiza al menos diez mediciones de una misma variable.
5. Registra los valores obtenidos en una tabla de datos.
6. Calcula el valor promedio de las mediciones.
7. Determina el error absoluto y relativo de cada medición.
8. Analiza la exactitud y precisión del instrumento utilizado.
9. Identifica el proceso de medición en el que se aplica el instrumento.
10. Consulta la normativa aplicable al proceso (NOM, NMX o internacional).
11. Identifica la cadena de trazabilidad metrológica del instrumento.
12. Relaciona el instrumento con patrones de referencia.
13. Elabora un diagrama de trazabilidad metrológica.
14. Analiza la relación entre resultados obtenidos y requisitos normativos.
15. Integra los resultados en un reporte técnico.
16. Entrega el reporte al docente para su retroalimentación

Recursos de apoyo

- Instrumentos de medición (vernier, multímetro u otros)
- Calculadora
- Formato de registro
- Computadora
- Normas técnicas

Unidad II. Sistemas de gestión de calidad y normalización

Práctica 2: Aplicación de sistemas de calidad en procesos de medición

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza un proceso de medición asignado dentro de un sistema productivo.
3. Identifica los elementos del sistema de gestión de calidad presentes en el proceso.
4. Relaciona las actividades del proceso con requisitos de ISO 9001.
5. Identifica controles de calidad aplicables al proceso de medición.
6. Selecciona un caso de medición para evaluación.
7. Identifica requisitos específicos de ISO 13485 aplicables al caso seleccionado.
8. Relaciona las actividades del proceso con requisitos de ISO/IEC 17025.
9. Elabora una lista de verificación (checklist) basada en los requisitos normativos.
10. Aplica la lista de verificación al proceso de medición.
11. Registra evidencias de cumplimiento y no cumplimiento.
12. Evalúa el grado de cumplimiento del proceso.
13. Analiza el impacto del cumplimiento normativo en la calidad del proceso.
14. Integra los resultados en un reporte técnico.
15. Entrega el reporte al docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Normas ISO (9001, 13485, 17025)
- Formato de checklist
- Caso de estudio

Unidad III. Control de medición e incertidumbre en procesos normados

Práctica 3: Evaluación experimental de incertidumbre y estudios R&R

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona un instrumento de medición asignado.
3. Define la magnitud a medir y las condiciones de medición.

4. Realiza múltiples mediciones de una misma variable.
5. Registra los datos obtenidos en una tabla.
6. Calcula el valor promedio de las mediciones.
7. Calcula la desviación estándar de los datos.
8. Estima la incertidumbre de medición a partir de los resultados.
9. Expresa el resultado final con su incertidumbre correspondiente.
10. Analiza la exactitud y precisión del instrumento utilizado.
11. Asigna diferentes operadores para realizar mediciones del mismo elemento.
12. Registra los resultados obtenidos por cada operador.
13. Analiza la repetibilidad del sistema de medición.
14. Analiza la reproducibilidad entre operadores.
15. Determina la variación total del sistema.
16. Evalúa la aceptabilidad del sistema de medición.
17. Compara la incertidumbre obtenida con las tolerancias establecidas.
18. Interpreta la confiabilidad del proceso de medición.
19. Integra los resultados en un reporte técnico.
20. Entrega el reporte al docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Instrumentos de medición.
- Calculadora.
- Hoja de registro.
- Computadora.

Unidad IV. Instrumentación, calibración y trazabilidad en entorno regulado

Práctica 4: Verificación, calibración y trazabilidad de instrumentos de medición

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona un instrumento de medición asignado.
3. Identifica la magnitud y rango de medición del instrumento.
4. Verifica el estado físico y funcional del instrumento.
5. Realiza mediciones utilizando el instrumento en condiciones controladas.
6. Compara los resultados obtenidos con un patrón de referencia.
7. Registra las desviaciones encontradas en cada medición.
8. Analiza la exactitud y precisión del instrumento.

9. Evalúa la condición del instrumento con base en las desviaciones.
10. Determina si el instrumento cumple con las especificaciones establecidas.
11. Identifica la cadena de trazabilidad metrológica del instrumento.
12. Relaciona el instrumento con patrones de referencia.
13. Registra las condiciones de medición realizadas.
14. Integra evidencias documentales y audiovisuales del procedimiento realizado.
15. Elabora un reporte técnico de verificación y calibración.
16. Analiza la importancia de la trazabilidad en la confiabilidad de las mediciones.
17. Sustenta conclusiones con base en los resultados obtenidos.
18. Entrega el reporte al docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Instrumentos de medición.
- Patrones de referencia.
- Formatos de registro.
- Computadora.
- Dispositivo para registro audiovisual (cámara o teléfono).

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados en ambientes virtuales. Deben considerar si la interacción es síncrona y/o asíncrona, el uso de recursos digitales y la autonomía del estudiante.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Microaprendizaje (microlearning)
- Clase invertida (flipped classroom)
- Foros de discusión guiada
- Tutoría entre pares por videoconferencia o foros
- Webinars interactivos
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Gamificación o aprendizaje basado en juego
- Aprendizaje servicio en línea (proyectos virtuales con comunidades)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para adquirir, organizar, comprender y aplicar el conocimiento en entornos digitales. Estas estrategias deben fomentar la autonomía, la autorregulación y el pensamiento crítico en medios virtuales.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Participación activa en foros y videoconferencias
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Interacción con comunidades o actores reales mediante plataformas virtuales
- Práctica reflexiva mediante blogs, portafolios o diarios digitales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

XI. 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	15%
- Prácticas taller	20%
- Prácticas de laboratorio	25%
- Informes técnicos	30%
- Actividades complementarias	10%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente de esta asignatura deberá contar con formación en Ingeniería, Ciencias Físicas o área afín, preferentemente con estudios de posgrado en Ciencias o Ingeniería, y al

menos dos años de experiencia en docencia a nivel superior en áreas como Física, Química, Matemáticas o Ingeniería. Debe dominar el uso de instrumentos de medición y tecnologías de la información, el uso de material didáctico y software especializado, así como vincular la teoría con la práctica mediante actividades de taller y laboratorio. Debe promover el pensamiento crítico, el razonamiento y la solución de problemas, estableciendo ambientes favorables para el aprendizaje. Asimismo, deberá comunicarse de manera efectiva, ejercer liderazgo en el grupo y conducirse con ética profesional, responsabilidad, tolerancia, empatía y compromiso con la calidad educativa.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Ingeniería de la Calidad
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 04 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 04 Créditos:10
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Carlos Uriel Gastelum Acosta Jorge Limon Romero
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje tiene como propósito proporcionar al estudiantado métodos y técnicas del Diseño de Experimentos para el análisis de las condiciones actuales de un proceso productivo que permitan generar información necesaria para lograr la optimización y mejora, así como los conocimientos, herramientas y habilidades necesarias para aplicar la metodología Taguchi y de superficie de respuesta utilizando software especializado, para realizar la mejora de la calidad fuera de línea, identificando las áreas de oportunidad, diseñando e implementando las acciones pertinentes, que conlleven a la optimización del proceso, producto o servicio y como consecuencia se incremente la competitividad de las organizaciones. Esta asignatura es de carácter obligatorio, forma parte de la etapa disciplinaria y pertenece al área de Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar procesos de manufactura mediante la aplicación integral de métodos de diseño de experimentos, la metodología Taguchi y superficies de respuesta, para incrementar la robustez y confiabilidad operativa de los procesos, actuando de manera crítica, propositiva y responsable.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Caso de estudio de optimización y mejora de procesos mediante diseño experimental

Elaboración un caso de estudio, donde se apliquen técnicas estadísticas como el diseño de experimentos, metodología Taguchi y Superficie de Respuesta en procesos industriales que incluya la definición del programa, identificación de factores de control, ruido y señal, definición del tipo de variable de respuesta, el plan experimental desarrollado y las conclusiones que incluyan las estrategias a implementar para la mejora del proceso o producto.

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

Establecer, implementar, mantener y mejorar sistemas integrales de gestión en apego a la normatividad nacional e internacional para garantizar la calidad de bienes en un marco de sustentabilidad, con objetividad, respeto y profesionalismo.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Diseños factoriales

Competencia

Analizar el comportamiento de sistemas o procesos mediante la resolución de casos aplicados a diseños factoriales y prácticas de laboratorio en software estadístico, para interpretar resultados y sustentar la comprensión de sistemas complejos, con objetividad y responsabilidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Entrega de un caso de estudio aplicado a diseños factoriales, que integre la identificación del proceso, la definición de factores y variable de respuesta, el diseño del plan experimental, el análisis e interpretación de resultados y la formulación de estrategias de mejora para el proceso o producto.

Contenido

1.1. Introducción al diseño de experimentos
    1.1.1. Definiciones básicas en el diseño de experimentos
    1.1.2. Etapas en el diseño de experimentos
1.2. Diseño Factoriales
    1.2.1. Principios y definiciones básicas
    1.2.2. Ventajas de los diseños factoriales
1.3. Diseño factorial general
1.4. Diseño general 2K
1.5. Diseño general 3K

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Kenett, R. S., Zacks, S., & Gedeck, P. (2023). Classical design and analysis of experiments. In R. S. Kenett, S. Zacks, & P. Gedeck, *Industrial statistics* (pp. 141–224). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-28482-3_5

Montgomery, D. C. (2020). *Design and analysis of experiments* (10th ed.). Wiley. [clásica]

Shina, S. (2022). *Industrial design of experiments: A case study approach for design and process optimization*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86267-1

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Chirivella-González, V., Alcover-Arándiga, R. M., & Richart i Solá, B. J. (2021, July 13). Motivando el aprendizaje activo del diseño de experimentos en ingeniería mediante actividades virtuales. In *Libro de actas IN-RED 2021: VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Editorial Universitat Politècnica de València. https://doi.org/10.4995/INRED2021.2021.13761[clásica]

Núñez, G. G., Martínez Carabarín, E. A., Arieta de los Santos, D. J., Jácome Sánchez, H. A., & Cabrera Hernández, A. (2022). El péndulo simple como propuesta didáctica para integrar teoría y práctica del diseño de experimentos en el aula de clase. *Revista Ingeniantes, 9*(2), 1–11. https://www.misantla.tecnm.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes9no2vol1/1%20El%20p%C3%A9ndulo%20simple%20como%20propuesta%20did%C3%A1ctica.pdf

SigmaZone. (s.f.). *Single cup catapult—SigmaZone virtual catapult*. https://www.sigmazone.com/catapult/

Unidad II. Diseños factoriales fraccionados

Competencia

Diseñar arreglos factoriales fraccionados mediante la selección adecuada de combinaciones experimentales, para optimizar el diseño y la mejora de productos y procesos, minimizando el uso de recursos durante la experimentación, con actitud crítica, propositiva y colaborativa.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Entrega de un caso de estudio sobre diseños factoriales fraccionados que incluya la caracterización del proceso, la definición de factores y variable de respuesta, el diseño y aplicación del plan experimental, el análisis de resultados y la propuesta de acciones de mejora para optimizar el proceso o producto.

Contenido

2.1. Fundamentos de los diseños fraccionados.
2.2. Diseño factorial fraccionado 2k-p general.
2.3. Diseño factorial fraccionado 3k-p general.
2.4. La resolución de un diseño factorial fraccionado.

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Kenett, R. S., Zacks, S., & Gedeck, P. (2023). Classical design and analysis of experiments. In R. S. Kenett, S. Zacks, & P. Gedeck, *Industrial statistics: A computer-based approach with Python* (pp. 141–224). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-28482-3_5

Montgomery, D. C. (2020). *Design and analysis of experiments* (10th ed.). Wiley.[clásica]

Shina, S. (2022). *Industrial design of experiments: A case study approach for design and process optimization*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86267-1[clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Chirivella-González, V., Alcover-Arándiga, R. M., & Richart i Solá, B. J. (2021, July 13). Motivando el aprendizaje activo del diseño de experimentos en ingeniería mediante actividades virtuales. In *Libro de actas IN-RED 2021: VII Congreso de Innovación*

Educativa y Docencia en Red (pp. 752–763). Editorial Universitat Politècnica de València. https://doi.org/10.4995/INRED2021.2021.13761

Núñez, G. G., Martínez Carabarín, E. A., Arieta de los Santos, D. J., Jácome Sánchez, H. A., & Cabrera Hernández, A. (2022). El péndulo simple como propuesta didáctica para integrar teoría y práctica del diseño de experimentos en el aula de clase. *Revista Ingeniantes, 9*(2), 1–11.

SigmaZone. (s.f.). *Single cup catapult—SigmaZone virtual catapult*. https://www.sigmazone.com/catapult/

Unidad III. Métodos Taguchi

Competencia

Desarrollar experimentos tipo Taguchi mediante la selección y aplicación de arreglos ortogonales y la razón señal-ruido, para mejorar la calidad y aumentar la robustez de productos y procesos, con actitud crítica, propositiva y colaborativa.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Entrega de un caso de estudio sobre experimentos tipo Taguchi que integre la descripción y justificación del proceso crítico, la identificación y clasificación de factores de control y ruido, la selección del arreglo ortogonal, y el análisis e interpretación de resultados a partir de la razón señal-ruido (S/N) y los efectos principales sobre la media, orientado a la mejora de la calidad y robustez del proceso o producto.

Contenido

3.1. Filosofía Taguchi.
3.2. Factores de control, de ruido y señal.
3.3. Arreglos ortogonales.
  3.3.1. Introducción de los factores a los arreglos ortogonales
  3.3.2. Modificación de los arreglos ortogonales.
3.4. Razón señal/ ruido.
3.5. Experimentos de diseño de parámetros.
3.6. Diseños con arreglo interno y externo.
3.7. Uso de software.

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Montgomery, D. C. (2020). *Design and analysis of experiments* (10th ed.). Wiley.[clásica]

Roy, R. K. (2001). *Design of experiments using the Taguchi approach: 16 steps to product and process improvement*. Wiley.[clásica]

Selvamuthu, D., & Das, D. (2024). *Introduction to probability, statistical methods, design of experiments and statistical quality control* (2nd ed.). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-9363-5

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Reynoso Jardón, E. L., Nandayapa Alfaro, M. de J., Estrada Barbosa, Q., Tenango Pirin, O., Mariaca Beltrán, Y. de J., Fraire Bernal, J., & González Miranda, C. S. (2023). Método Taguchi para la optimización de parámetros en la simulación numérica del proceso de inyección de plástico. *Revista de Ciencias Tecnológicas, 6*(4), e269. https://doi.org/10.37636/recit.v6n4e269

Rodríguez-Medina, M. A., Gómez Martínez, G., Herrera Ríos, E. B., & Poblano Ojinaga, E. R. (2025). Optimización robusta e ingeniería predictiva vs. arreglos ortogonales, metodología de superficie de respuesta, diseño central compuesto y respuesta dual: Caso comparativo. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 16*(31). https://doi.org/10.23913/ride.v16i31.2519

Unidad IV. Metodología de superficie de respuesta

Competencia

Desarrollar experimentos mediante la metodología de superficie de respuesta, a través de la selección y análisis de arreglos factoriales, para ajustar modelos de primer y segundo orden y optimizar características críticas de productos y procesos, con integridad, innovación y trabajo colaborativo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Entregar un caso de estudio donde se aplique la metodología de superficie de respuesta que incluya la descripción del proceso crítico y justificación de la selección del problema, definición de los objetivos de optimización (maximizar, minimizar o alcanzar un valor objetivo), la presentación del modelo de regresión cuadrática obtenido, la inclusión de gráficas de superficie de respuesta 3D y gráficos de contorno, identificando visualmente la región óptima de operación y las conclusiones que definan el rango operativo óptimo donde el proceso cumple simultáneamente con múltiples respuestas críticas

Contenido

4.1. Diseños para superficie de respuesta
    4.1.1. Diseño de composición central
    4.1.2. Diseño Box- Behnken
4.2. Optimización de procesos con superficie de respuesta
4.3. Cálculo del tamaño del paso
4.4. Uso de Software

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Kaltenbach, H.-M. (2026). *Statistical design and analysis of biological experiments* (2nd ed.). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-032-15065-3

Montgomery, D. C. (2020). *Design and analysis of experiments* (10th ed.). Wiley. [clásica]

Myers, R. H., Montgomery, D. C., & Anderson-Cook, C. M. (2016). *Response surface methodology: Process and product optimization using designed experiments* (4th ed.). Wiley. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Jiménez Escobedo, M., & Castillo, A. (2026). Caracterización de variables controlables en cultivo de *Porphyridium cruentum* para optimizar producción de biomasa microalgal, potencial recurso para producir bioetanol. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 10*(2), 937–956. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2.23161

Reynoso Jardón, E. L., Nandayapa Alfaro, M. de J., Estrada Barbosa, Q., Tenango Pirin, O., Mariaca Beltrán, Y. de J., Fraire Bernal, J., & González Miranda, C. S. (2023). Método Taguchi para la optimización de parámetros en la simulación numérica del proceso de inyección de plástico. *Revista de Ciencias Tecnológicas, 6*(4), e269. https://doi.org/10.37636/recit.v6n4e269

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Diseño Factoriales

Práctica 1: Diseño Factoriales

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica el Problema y el Objetivo definiendo claramente qué se quiere optimizar
3. Identifica las las Variables de Respuesta es decir las características medibles que indican el éxito del experimento.
4. Selecciona los Factores y Niveles, Identifica los factores controlables y Establece los niveles para cada factor
5. Aplica los Principios Básicos de Aleatorización, Réplica y Bloqueo:
6. Selecciona el Modelo Experimental:
    - Elige entre un Diseño Factorial General si los factores tienen niveles distintos.
    - Usa un Diseño 2^k para tamizaje rápido
    - Usa un Diseño 3^k si sospechas que existe una relación curva en el proceso.

7. Crea una tabla con todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores.
8. Construye la tabla ANOVA con los resultados del experimento
9. Documenta el análisis en un reporte ejecutivo donde incluya qué factores fueron significativos y la interpretación de los niveles.
10. Entrega reporte ejecutivo y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital
- Marcadores
- Calculadora científica
- Formulario
- Acceso a internet

Unidad II. Diseños factoriales fraccionados

Práctica 2: Diseños factoriales fraccionados

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza el Caso de Estudio proporcionado: Identifica el número de factores, el número de corridas disponibles y el objetivo del experimento
3. Determina la Fracción del Diseño y Evalúa la Resolución del Diseño.
4. Analiza la Matriz de Datos del Caso: Procesa los resultados de respuesta recolectados y observa cómo la falta de datos completos afecta la precisión de las conclusiones.
5. Identifica los Efectos Significativos: Utiliza herramientas visuales para determinar qué factores realmente son significativos del proceso, a pesar de trabajar con una fracción de la información.
6. Interpreta la Estructura de Alias: Revisa la lista de efectos confundidos para asegurar que un efecto que parece "importante" no sea en realidad la sombra de una interacción que no se midió.
7. Redacta una conclusión técnica ejecutiva: Explica si el diseño fraccionado fue suficiente para tomar una decisión o si el riesgo de la confusión de efectos es demasiado alto para la implementación en planta.
8. Documenta el análisis en un reporte de caso, donde se descataque el ahorro de recursos logrado mediante la fracción frente al riesgo estadístico asumido.
9. Entrega reporte de caso y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital
- Marcadores
- Calculadora científica
- Formulario
- Acceso a internet

Unidad III. Métodos Taguchi

Práctica 3: Optimización con los Métodos Taguchi

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Clasifica los Factores del Caso de Estudio:
    - Factores de Control: Variables que puedes ajustar fácilmente (ej. temperatura de sellado)
    - Factores de ruido: Variables difíciles o costosas de controlar (ej. humedad ambiental, desgaste de herramienta)
    - Señal: El valor de entrada o intención del usuario (si aplica).
3. Selecciona el Arreglo Ortogonal:
    - Identifica el arreglo adecuado según el número de factores y niveles del caso.
    - Comprende que estos arreglos permiten estudiar muchos factores con un número mínimo de corridas, manteniendo la independencia estadística entre ellos.

1. Analiza la Modificación de Arreglos: Observa si en el caso se utilizaron técnicas como la de "columnas combinadas" o "arreglos anidados" para adaptar el diseño a las necesidades específicas del proceso.
2. Evalúa la Razón Señal/Ruido: Analiza los resultados según el objetivo de calidad:
3. Estudia el Diseño de Arreglo Interno y Externo:
    - Arreglo Interno: Contiene los factores de control.
    - Arreglo Externo: Contiene los factores de ruido.
4. Analiza cómo interactúan ambos para encontrar la combinación de control que mejor soporta el ruido.
5. Interpreta las Gráficas de Respuesta: Identifica qué factores afectan principalmente al promedio y cuáles afectan específicamente a la variabilidad.
6. Determina los Niveles Óptimos: Elige la combinación de niveles que maximice la razón y que ajuste el promedio al valor objetivo.

7. Redacta una conclusión técnica ejecutiva: Explica cuánto se reduciría la pérdida de calidad si se implementan estos parámetros y cómo el proceso se vuelve insensible al ruido ambiental.
8. Documenta el análisis en un reporte técnico, comparando el enfoque de Taguchi frente a un diseño factorial clásico en términos de eficiencia y estabilidad.
9. Entrega reporte técnico y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital
- Catálogo de Arreglos Ortogonales de Taguchi
- Marcadores
- Calculadora científica
- Formulario
- Acceso a internet

Unidad IV. Metodología de superficie de respuesta

Práctica 4: Metodología de superficie de respuesta

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza el Caso de Estudio: Identifica si el experimento busca mejorar un proceso existente que ya está cerca de su punto óptimo.
3. Evalúa el Diseño Experimental utilizado, si es Diseño de Composición Central (CCD) o Diseño Box-Behnken.
4. Analiza el Modelo Matemático: Revisa la ecuación de regresión de segundo orden. Identifica los términos cuadráticos que confirman la existencia de un máximo o un mínimo.
5. Interpreta las Gráficas de Contorno (2D) y de Superficie (3D): Identifica la "región óptima" visualmente. Observa si el gráfico muestra un punto de silla, un máximo, un mínimo o una cresta estacionaria.
6. Calcula el Tamaño del Paso: Si el experimento inicial indica que aún no estás en el óptimo, analiza cómo se calculó la dirección y la magnitud del movimiento hacia la zona de mejora basado en los coeficientes del modelo.
7. Determina los Puntos Críticos: Localiza los valores exactos de los factores donde la respuesta alcanza su mejor desempeño posible.
8. Realiza un Análisis de Deseabilidad: Si el caso tiene múltiples respuestas (ej. maximizar resistencia, pero minimizar costo), evalúa cómo se equilibran ambos objetivos.

9. Redacta una conclusión técnica ejecutiva donde definan las especificaciones exactas para la operación de la planta y predice el resultado esperado bajo estas condiciones óptimas.
10. Documenta el reporte de taller integrando las gráficas de superficie y justificando la elección del diseño según las restricciones del caso.
11. Entrega reporte de taller y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Material impreso o digital
- Marcadores
- Calculadora científica
- Formulario
- Acceso a internet

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Diseños factoriales

Práctica 1:Diseños factoriales

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Carga el caso de estudio en el software: Introduce los datos de un experimento ya realizado o prepara la matriz de diseño para un nuevo experimento.
3. Configura el Diseño en el módulo DOE, Selecciona si es un Factorial General, un Diseño 2^k o un Diseño 3^k.
4. Ingresa los factores (variables independientes) y sus respectivos niveles.
5. Genera la Matriz de Diseño: Deja que el software cree el orden de las corridas. Observa cómo el sistema utiliza la aleatorización para blindar el experimento contra variables externas no controladas.
6. Ingresa los datos de respuesta: Captura los resultados (variable dependiente) correspondientes a cada combinación de niveles según el caso de estudio proporcionado.
7. Ejecuta el Análisis de Varianza (ANOVA).

8. Interpreta la tabla ANOVA generada por el software. Identifica el valor p (p-value) para cada factor e interacción. Recuerda que un valor inferior a 0.05 suele indicar que el factor es estadísticamente significativo.
9. Analiza las Gráficas de Diagnóstico: Diagrama de Pareto de Efectos: Determina visualmente cuál es el factor con mayor peso sobre la respuesta. Gráfica de Interacciones: Evalúa si el efecto de un factor cambia dependiendo del nivel de otro factor. Si las líneas no son paralelas, existe una interacción que debe ser gestionada.
10. Redacta una conclusión técnica ejecutiva: Describe el modelo matemático resultante y recomienda los ajustes específicos que deben realizarse en la maquinaria o proceso basados en el análisis del software.
11. Documenta el reporte de laboratorio exportando las tablas de ANOVA, las gráficas de efectos principales y las conclusiones de optimización.
12. Entrega reporte de laboratorio y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Guía de interpretación de resultados (Manual de usuario).
- Formulario de criterios de decisión.
- Acceso a internet

Unidad II. Diseños factoriales fraccionados

Práctica 2: Diseños factoriales fraccionados

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Carga el caso de estudio en el software: Introduce los datos de un experimento ya ejecutado que involucra múltiples factores
3. Configura el diseño como Factorial Fraccionado. Especifica el número de factores y el número de corridas.
4. Verifica la Resolución del Diseño en el software: Observa el número romano (III, IV, V) que asigna el programa.
5. Analiza la Estructura de Alias: Revisa la lista desplegable de confusiones. Identifica si tus interacciones de interés están limpias o si están mezcladas con otros factores.
6. Ingresa los datos de respuesta del caso: Completa la hoja de trabajo con los resultados de salida proporcionados en el ejercicio.

7. Ejecuta el Análisis de Varianza (ANOVA):
8. Identifica los términos significativos (p-valor < 0.05).
9. Genera Gráficas de Efectos Principales y de Interacción:
10. Visualiza qué factores tienen la mayor pendiente.
11. Utiliza la Gráfica de Probabilidad Normal de Efectos para separar el "ruido" de las señales reales del proceso.
12. Redacta el reporte de laboratorio: Exporta las gráficas de diagnóstico y la tabla de alias, concluyendo sobre la viabilidad de los resultados para una implementación industrial real.
13. Entrega reporte de laboratorio y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Guía de interpretación de resultados (Manual de usuario).
- Formulario de criterios de decisión.
- Acceso a internet

Unidad III. Métodos Taguchi

Práctica 3: Optimización con los Métodos Taguchi

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Carga el caso de estudio en el software: Introduce los datos de un experimento de diseño de parámetros.
3. Selecciona el Arreglo Ortogonal adecuado.
4. Define los Factores de Control.
5. Configura si el caso lo incluye, el Arreglo Externo (factores de ruido) para crear la matriz completa de ruido y control.
6. Selecciona la Razón Señal/Ruido según el objetivo:
    - Nominal es mejor: Para alcanzar un valor exacto con mínima variación.
    - Más pequeño es mejor: Para minimizar efectos no deseados (defectos, impurezas).
    - Más grande es mejor: Para maximizar rendimientos o resistencia.
7. Ejecuta el Análisis de Diseño Taguchi: Observa la tabla de respuesta para Medias y observa la tabla de respuesta para Razones.
8. Identifica los Factores Críticos: Busca factores que tengan un impacto alto en S/N pero bajo en la media y busca factores que mueven el promedio, pero no el S/N.

9. Analiza la Gráfica de Efectos Principales: Determina visualmente los niveles óptimos. El nivel con el valor S/N más alto es siempre el más robusto, independientemente de si el objetivo es maximizar o minimizar la respuesta.
10. Redacta una conclusión técnica ejecutiva: Explica cómo la nueva configuración de parámetros protege al producto contra los factores de ruido analizados en el laboratorio.
11. Documenta el reporte de laboratorio exportando las tablas de respuesta, los gráficos de efectos y la configuración final recomendada para el piso de venta o producción.
12. Entrega reporte de laboratorio y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Guía de interpretación de resultados (Manual de usuario).
- Formulario de criterios de decisión.
- Acceso a internet

Unidad IV. Metodología de superficie de respuesta

Práctica 4: Metodología de superficie de respuesta

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Carga el caso de estudio en el software: Introduce los datos de un experimento diseñado para optimizar un proceso.
3. Configura el Diseño de Superficie de Respuesta (RSM):
    - Diseño de Composición Central (CCD): Si el caso incluye puntos o axiales que salen del cubo experimental.
    - Diseño Box-Behnken: Si el caso utiliza solo puntos medios de las aristas.
4. Ejecuta el Análisis de Regresión Cuadrática: Verifica que el software incluya términos elevados al cuadrado e interacciones
5. Revisa la falta de Ajuste (Lack of Fit): Si el valor $p > 0.05$, el modelo matemático describe bien la realidad del proceso.
6. Genera y analiza Gráficas de Superficie y Contorno:
    - Gráfica de Superficie 3D: Observa la curvatura para localizar picos (máximos) o valles (mínimos).
    - Gráfica de Contorno 2D: Identifica las "zonas de compromiso" y cómo se mueven las variables en niveles de altura constantes.
7. Utiliza las Herramientas de Optimización de Respuesta: Configura la Deseabilidad para encontrar el punto exacto donde se cumplen múltiples objetivos simultáneamente.
8. Identifica los valores óptimos de los factores con precisión de decimales.

9. Calcula el Tamaño del Paso, si el análisis indica que el óptimo está fuera de la región actual, usa la función de Trayectoria de ascenso escarpado para determinar la dirección y magnitud del siguiente incremento en las variables.
10. Verifica los Supuestos del Modelo: Revisa que los residuos sean normales e independientes para garantizar que la "cima de la montaña" encontrada no sea un error estadístico.
11. Redacta una conclusión técnica y documenta el reporte de laboratorio exportando las superficies de respuesta y la ecuación de regresión final que rige el proceso.
12. Entrega conclusión y reporte de laboratorio y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Software estadístico especializado
- Guía de interpretación de resultados (Manual de usuario).
- Formulario de criterios de decisión.
- Acceso a internet

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Gamificación o aprendizaje basado en juego
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Participación en foros y videoconferencias
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

XI. 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 taller/laboratorio	20%
- Metas de las unidades	20%

-	Estudio de caso	40%
	Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente que imparta la unidad de aprendizaje Ingeniería de la Calidad deberá contar con formación profesional en Ingeniería Industrial, Ingeniería en Manufactura, o áreas afines, preferentemente con experiencia profesional o docente en sistemas de gestión de la calidad, control estadístico de procesos, mejora continua y análisis de datos. Se sugiere experiencia en la aplicación de herramientas y metodologías relacionadas con SPC, metrología, auditorías, análisis de capacidad de procesos, diseño experimental y solución de problemas de calidad en entornos industriales. Asimismo, deberá poseer habilidades para vincular la teoría con la práctica mediante el análisis de casos, proyectos aplicados y el uso de software especializado para el análisis estadístico, promoviendo el pensamiento crítico, la toma de decisiones basada en datos, el trabajo colaborativo y la mejora continua, con ética profesional y compromiso con la calidad.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Estudio del trabajo
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Práctica de Campo: 02 Horas Extra-clase: 03 Créditos:10
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Karla Frida Madrigal Estrada Alma Delia Corrales Orozco Judith Marisela Paz Delgadillo
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El estudio del trabajo constituye un campo de la Ingeniería Industrial orientado al análisis y mejora de la eficiencia en procesos productivos y de servicios mediante la medición del trabajo. En este marco, la presente unidad de aprendizaje tiene como propósito que el estudiantado aplique técnicas de medición del trabajo, como el estudio de tiempos, el muestreo del trabajo y el balanceo de líneas, para determinar tiempos estándares en diversos procesos, con el fin de optimizar la eficiencia y la productividad organizacional.

Esta asignatura se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de Producción.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar estrategias de mejora en sistemas productivos y de servicios mediante la aplicación de técnicas de medición del trabajo, como estudio de tiempos y movimientos, sistemas predeterminados, muestreo y balanceo de líneas, para establecer estándares de tiempo, incrementar la productividad y sustentar la toma de decisiones, con pensamiento analítico, precisión y trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Reporte técnico de propuesta de mejora de un proceso, que incluya la aplicación de técnicas y herramientas de medición del trabajo para la identificación y reducción de desperdicios, el establecimiento de tiempos estándares, y acciones para la mejora en la productividad.

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

Crear e implementar soluciones a los problemas de procesos industriales, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, con herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos. Con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos de la Medición del trabajo

Competencia

Analizar los fundamentos de la medición del trabajo y del tiempo estándar en procesos productivos y de servicios, mediante la identificación y descripción de conceptos, objetivos, técnicas y su relación con la productividad y la eficiencia operativa, para sustentar la mejora de procesos y la toma de decisiones, con pensamiento analítico, objetividad y responsabilidad

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de análisis a partir de un estudio de caso donde se hayan aplicado técnicas de medición del trabajo, con el propósito de explicar los fundamentos, interpretar su aplicación y analizar su contribución en la mejora de un proceso productivo o de servicios.

Contenido

1.1. Definición e importancia de la medición del trabajo
- 1.1.1. Concepto de medición del trabajo
- 1.1.2. Objetivos de la medición del trabajo
- 1.1.3. Importancia en la productividad y eficiencia operativa
- 1.1.4. Relación con la mejora de procesos y toma de decisiones

1.2. Técnicas de medición del trabajo
- 1.2.1. Clasificación de técnicas de medición del trabajo
- 1.2.2. Criterios de selección de técnicas
- 1.2.3. Ventajas y limitaciones de cada técnica

1.3. Tiempo estándar: concepto, estructura y aplicaciones
- 1.3.1. Concepto de tiempo estándar de un proceso
- 1.3.2. Importancia del tiempo estándar en la industria
- 1.3.3. Componentes del tiempo estándar
- 1.3.4. Factores que afectan el tiempo estándar
- 1.3.5. Aplicaciones del tiempo estándar

Duración

04 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Niebel, B., y Freivalds, A. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw-Hill. [clásica].

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2020). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros (15.ª ed.). McGraw-Hill Education

García, R. (2005). Estudio del Trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw-Hill [clásica].

Zandin, K. B.(2001). Maynard's Industrial Engineering Handbook. (5th ed.). USA: McGraw-Hill. [clásica].

Carlos, L., & Acero, P. (2016). Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. 2da edición. Ecoe ediciones. [clásica].

Camilo, J. A. (2008). Manual de tiempos y Movimientos: ingeniería de métodos. Limusa. México. [clásica].

Singari, R. M., Kankar, P. K., & Moona, G. (2024). Advances in Mechanical Engineering and Technology Proceedings of 6th International Conference on Advanced Production and Industrial Engineering (ICAPIE)-2021. Manufacturing Systems.https://libcon.rec.uabc.mx:2106/10.1007/978-981-16-9523-0

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Kirin, S., Kralj, D., & Hursa Šajatović, A. (2024). Using the Methods-Time Measurement Calculator to Determine the Time Norms for Technological Sewing Operations in the Clothing Industry. Processes, 12(8), 1763. https://doi.org/10.3390/pr12081763

Filipe, D., & Pimentel, C. (2023). Production and internal logistics flow improvements through the application of total flow management. Logistics, 7(2), 34. https://doi.org/10.3390/logistics7020034

Caiza, J. M. H., Cáceres, E. S. Z., Castillo, R. P. A., & Reyes, M. A. A. (2024). Ingeniería de métodos, medición del trabajo mediante el estudio de tiempos. Polo del Conocimiento, 9(6), 3-16. https://doi.org/10.23857/pc.v9i5.7293

Unidad II. Estudio de tiempos y movimientos

Competencia

Aplicar técnicas de estudio de tiempos y movimientos en procesos productivos y de servicios, mediante la ejecución de procedimientos estandarizados, la descomposición de operaciones en elementos y la determinación del número de observaciones requeridas, considerando la valoración del ritmo de trabajo y los suplementos, para establecer tiempos estándar precisos que contribuyan a la productividad y a la toma de decisiones, con precisión, objetividad y rigor técnico.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Conjunto de ejercicios resueltos de llenado de formatos de estudio de tiempos, el cálculo del tiempo estándar (incluyendo la valoración de la actuación y la determinación de suplementos) y el análisis de curvas de aprendizaje.

Contenido

2.1. Introducción al estudio de tiempos y movimientos
- 2.1.1. Conceptos y objetivos de un estudio de tiempos

2.2. Estudio de tiempos
- 2.2.1. Procedimientos para realizar un estudio de tiempos
- 2.2.2. Equipo para la realización de un estudio de tiempos
- 2.2.3. Técnicas empleadas para realizar un estudio de tiempos
- 2.2.3. Concepto de elementos y clases de elementos
- 2.2.4. Determinación de las observaciones necesarias para realizar un estudio de tiempos.

2.3. Cálculo del tiempo estándar
- 2.3.1. Valoración del ritmo de trabajo
- 2.3.2. Método de la calificación para la nivelación del ritmo de trabajo
- 2.3.3. Cálculo de los suplementos del estudio de tiempos
- 2.3.4. Cálculo del tiempo estándar

2.4. Curva de aprendizaje
- 2.4.1. Concepto de curva de aprendizaje y su importancia
- 2.4.2. Cálculo de curvas de aprendizaje
- 2.4.3. Casos prácticos de curvas de aprendizaje

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Niebel, B., y Freivalds, A. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw-Hill. [clásica].

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2020). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros (15.ª ed.). McGraw-Hill Education

García, R. (2005). Estudio del Trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw-Hill [clásica].

Zandin, K. B.(2001). Maynard's Industrial Engineering Handbook. (5th ed.). USA: McGraw-Hill. [clásica].

Carlos, L., & Acero, P. (2016). Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. 2da edición. Ecoe ediciones. [clásica].

Camilo, J. A. (2008). Manual de tiempos y Movimientos: ingeniería de métodos. Limusa. México. [clásica].

Singari, R. M., Kankar, P. K., & Moona, G. (2024). Advances in Mechanical Engineering and Technology Proceedings of 6th International Conference on Advanced Production and Industrial Engineering (ICAPIE)-2021. Manufacturing Systems.https://libcon.rec.uabc.mx:2106/10.1007/978-981-16-9523-0

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Allauca Gamarra, L. E., Valencia Castañeda, F. V., & Montoya Cárdenas, G. A. (2024). Estudio de tiempos para mejorar la productividad en una empresa de producción de calzado, Lima, 2023. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun, 5*(1), 25–27.

Moreira-Pico, J., & Ramos-Alfonso, Y. (2024). Estudio de tiempos y movimientos en el área de almacenamiento de una comercializadora avícola. *Revista Científica INGENIAR, 7*(13 Ed. esp.), 45–61. https://doi.org/10.46296/ig.v7i13edespab.0183

Peña, C., Romero, D., & Noguez, J. (2022). Workforce learning curves for human-based assembly operations: A state-of-the-art review. *Applied Sciences, 12*(19), 9608. https://doi.org/10.3390/app12199608

Polowy, K., & Rutkowski, D. (2024). Learning curves of harvester operators in a simulator environment. Forests, 15(8), 1277. https://doi.org/10.3390/f15081277

Unidad III. Sistemas de Tiempos Predeterminados

Competencia

Evaluar sistemas de tiempos predeterminados en procesos productivos, mediante la comprensión de sus fundamentos teóricos, la descomposición de operaciones en elementos de trabajo y el uso de metodologías como MTM y MOST para el cálculo de tiempos estándar, a fin de establecer estándares precisos que contribuyan a la productividad y a la mejora de procesos, con pensamiento analítico, responsabilidad y enfoque en la mejora continua.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Portafolio de aplicación de sistema de tiempos predeterminados. Documento que integre ejercicios de descomposición de operaciones y aplicación de metodologías MTM y MOST para el cálculo de tiempos estándar, así como el análisis de resultados y propuesta de mejoras en procesos productivos, con conclusiones fundamentadas sobre su impacto en la productividad y optimización de procesos.

Contenido

3.1. Definición de sistemas de tiempos predeterminados
- 3.3.1. Fundamento teórico de los sistemas de tiempos predeterminados
- 3.3.2. Clasificación de sistemas de tiempos predeterminados

3.2. Métodos de Medición de Tiempos (MTM)
- 3.2.1. Fundamento teórico
- 3.2.2. Elementos de MTM
- 3.2.3. Cálculo de tiempo estándar de un proceso con MTM
- 3.2.4. Casos prácticos

3.3. Técnica Maynard de Operaciones en Secuencia (MOST)
- 3.3.1. Fundamento teórico
- 3.3.2. Movimientos de MOST
- 3.3.3. Cálculo de tiempo estándar de un proceso con MOST
- 3.3.4. Casos prácticos.

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Niebel, B., y Freivalds, A. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw-Hill. [clásica].

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2020). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros (15.ª ed.). McGraw-Hill Education

García, R. (2005). Estudio del Trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw-Hill [clásica].

Zandin, K. B.(2001). Maynard's Industrial Engineering Handbook. (5th ed.). USA: McGraw-Hill. [clásica].

Carlos, L., & Acero, P. (2016). Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. 2da edición. Ecoe ediciones. [clásica].

Camilo, J. A. (2008). Manual de tiempos y Movimientos: ingeniería de métodos. Limusa. México. [clásica].

Singari, R. M., Kankar, P. K., & Moona, G. (2024). Advances in Mechanical Engineering and Technology Proceedings of 6th International Conference on Advanced Production and Industrial Engineering (ICAPIE)-2021. Manufacturing Systems.https://libcon.rec.uabc.mx:2106/10.1007/978-981-16-9523-0

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Kirin, S., Hursa Šajatović, A., & Firšt Rogale, S. (2024). Use of MTM, RAV and ZAK Methods in Determining Working Methods and Time Norms in Technological Operations of Sewing Clothes. Processes, 12(4), 740. https://doi.org/10.3390/pr12040740

Mazareinezhad, F., Sekkay, F., & Imbeau, D. (2025). Development of a framework to implement time analysis in digital human modeling systems using predetermined motion time systems. Discover Applied Sciences, 7, 356. https://doi.org/10.1007/s42452-025-06813-9

Mares-Castro, A., Calzada-Ledesma, V., Becerra-Rodríguez, M. B., Santiago-Montero, R., & Estrada-Monje, A. (2025). Intelligent Motion Classification via Computer Vision for Smart Manufacturing and Ergonomic Risk Prevention in SMEs. Applied Sciences, 15(20), 10914. https://doi.org/10.3390/app152010914

Gorobets, V., Billeter, R., Adelsberger, R., & Kunz, A. (2024). Automatic Transcription of the Methods-Time Measurement MTM-1 Motions in VR. En Human Interaction and Emerging Technologies (IHIET-AI 2024) (Vol. 120, pp. 250–259). AHFE Open Access. https://doi.org/10.3929/ethz-b-000667131

Markov, K., & Vitliemov, P. (2025). Industry 4.0 Technologies for MTM-1 Analysis Improvement for the Automotive Industry. Engineering Proceedings, 104(1), 34. https://doi.org/10.3390/engproc2025104034

Unidad IV. Muestreo del Trabajo

Competencia

Evaluar estudios de muestreo del trabajo en procesos productivos y de servicios, mediante la estructuración de planes de observación y el análisis de los datos obtenidos, a fin de determinar la utilización de recursos, establecer estándares de tiempo e identificar oportunidades de mejora en los procesos, para sustentar la toma de decisiones con base en información objetiva, con responsabilidad, pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Portafolio de aplicación de muestreo del trabajo. Documento que integre problemas de determinación de proporciones de tiempo, cálculo del número de observaciones y estimación del tiempo estándar mediante técnicas de muestreo del trabajo, con conclusiones fundamentadas sobre la utilización de recursos y la interpretación de resultados en procesos productivos y de servicios.

Contenido

4.1. Fundamento Teórico del muestreo del trabajo
- 4.1.1. Concepto
- 4.1.2. Diferenciación con otras técnicas de medición del trabajo
- 4.1.3. Objetivos del muestreo del trabajo
- 4.1.4. Alcance y aplicaciones del muestreo del trabajo

4.2. Procedimiento para el muestreo de trabajo
- 4.2.1. Análisis de la técnica
- 4.2.2. Formato para la toma de observaciones
- 4.2.3. Gráficas de control
- 4.2.4. Casos prácticos

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Niebel, B., y Freivalds, A. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw-Hill. [clásica].

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2020). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros (15.ª ed.). McGraw-Hill Education

García, R. (2005). Estudio del Trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw-Hill [clásica].

Zandin, K. B.(2001). Maynard's Industrial Engineering Handbook. (5th ed.). USA: McGraw-Hill. [clásica].

Carlos, L., & Acero, P. (2016). Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. 2da edición. Ecoe ediciones. [clásica].

Camilo, J. A. (2008). Manual de tiempos y Movimientos: ingeniería de métodos. Limusa. México. [clásica].

Singari, R. M., Kankar, P. K., & Moona, G. (2024). Advances in Mechanical Engineering and Technology Proceedings of 6th International Conference on Advanced Production and Industrial Engineering (ICAPIE)-2021. Manufacturing Systems.https://libcon.rec.uabc.mx:2106/10.1007/978-981-16-9523-0

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Sari, S. I. K., Winata, B. D. K., Andriani, D. P., & Putro, W. W. (2021). Work Sampling Method for Analysis of Performance and Determining the Number of Workers in the Warehouse Department. Journal of Engineering and Management in Industrial System, 9(1).

Buchmeister, B., & Vujica Herzog, N. (2024). Advancements in Data Analysis for the Work-Sampling Method. Algorithms, 17(5), 183. https://doi.org/10.3390/a17050183

Indriani, M. N., Widnyana, I. N. S., & Mahendra, I. P. A. (2023). Analysis of Labor Productivity in Floor Plate Work Using the Work Sampling Method. Logic, 23(1), 42–48. https://doi.org/10.31940/logic.v23i1.42-48

Calvetti, D., & Ferreira, M. L. R. (2025). Innovative approaches to productivity monitoring: Integrating work sampling and electronic performance monitoring. Organization, Technology and Management in Construction, 17(1), 121–136. https://doi.org/10.2478/otmcj-2025-0009

De Lira-Martínez, M., & Romero-Guerrero, J. (2022). Comparación de técnicas utilizadas para la determinación de muestras necesarias para el estudio de tiempos. Pädi, 10(19), 30–41. https://doi.org/10.29057/icbi.v10i19.9189

Unidad V. Balanceo de líneas de producción

Competencia

Diseñar líneas de producción en sistemas de manufactura, mediante la determinación del tiempo de ciclo, takt time y la aplicación de técnicas de balanceo, a fin de optimizar la distribución de cargas, reducir tiempos ociosos y mejorar la eficiencia del sistema productivo, con pensamiento analítico, responsabilidad y enfoque en la mejora continua.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte que integre problemas de determinación del tiempo de ciclo, cálculo del takt time y aplicación de técnicas de balanceo de líneas para la asignación de tareas a estaciones de trabajo, con conclusiones fundamentadas sobre la optimización de la distribución de cargas, la reducción de tiempos ociosos y la mejora de la eficiencia del sistema productivo.

Contenido

5.1. Conceptos de balanceo de líneas
- 5.1.1. Definición de tiempo de ciclo y takt time
- 5.1.2. Procedimiento general para un balanceo de línea

5.2. Análisis de las Técnicas de Balanceo de Líneas
- 5.2.1. Técnica de Balanceo de Líneas para calcular el número de operadores y/o estaciones de trabajo.
- 5.2.2. Técnica de Balanceo de Líneas para asignar elementos a las estaciones de trabajo
- 5.2.3. Casos prácticos

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Niebel, B., y Freivalds, A. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw-Hill. [clásica].

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2020). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros (15.ª ed.). McGraw-Hill Education

García, R. (2005). Estudio del Trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw-Hill [clásica].

Zandin, K. B.(2001). Maynard's Industrial Engineering Handbook. (5th ed.). USA: McGraw-Hill. [clásica].

Carlos, L., & Acero, P. (2016). Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. 2da edición. Ecoe ediciones. [clásica].

Camilo, J. A. (2008). Manual de tiempos y Movimientos: ingeniería de métodos. Limusa. México. [clásica].

Singari, R. M., Kankar, P. K., & Moona, G. (2024). Advances in Mechanical Engineering and Technology Proceedings of 6th International Conference on Advanced Production and Industrial Engineering (ICAPIE)-2021. Manufacturing Systems.https://libcon.rec.uabc.mx:2106/10.1007/978-981-16-9523-0

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

López, A. M. R., Fuentes, G. E. A., Benítez, M. A. M., Reyes, A. O. O., & Quintanilla, L. R. (2025). Optimización del Problema de Balanceo de Líneas de Ensamble Tipo 1 Mediante

el Heurístico Híbrido Búsqueda Local y Tabú. Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar, 9(5), 5273-5285. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.19895

Battaïa, O., & Dolgui, A. (2022). A taxonomy of line balancing problems and their solution approaches. International Journal of Production Economics, 247, 108436. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.10.020

Kaushik, A. K., & Dwivedi, A. (2023). A Review on Assembly Line Balancing by Different Approaches. International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology, 10(3), 619-625.

Escalante, E. E. (2021). Production line balancing model to improve productivity in a tempered glass processing company. Industrial Data, 24(1), 1. https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.19814

Baltazar, I. A., Ramírez, I. G., Medina, O. D. A., Manzo, J. C., & Zárate, I. M. (2024). Modelos y Métodos de Solución en el Balanceo de Líneas de Producción Aplicados en las Organizaciones: Análisis de Literatura Bibliométrica Enfocado al Método de Asignación. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(6), 3873-3907. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15132

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad II. Estudio de tiempos y movimientos

Práctica 1: Estudio de tiempos y movimientos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación para el cálculo del tiempo estándar.
3. Analiza un conjunto de datos proporcionados en formato, correspondientes a un estudio de tiempos previamente registrado.
4. Organiza la información en elementos de trabajo y verifica la consistencia de las observaciones.
5. Aplica la evaluación del desempeño del operador conforme a los criterios establecidos.
6. Determina las holguras correspondientes de acuerdo con las condiciones planteadas.
7. Calcula el tiempo normal y el tiempo estándar utilizando los datos del formato.
8. Registra el formato resuelto y el análisis en el portafolio de evidencias.
9. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formatos de estudio de tiempos y movimientos
- Calculadora
- Documentos Técnicos de evaluación del desempeño y de determinación de holguras
- Computadora (opcional)

Práctica 2: Curva de aprendizaje

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación para el análisis de la curva de aprendizaje.
3. Analiza un conjunto de datos proporcionados correspondientes a tiempos de producción por repetición.
4. Organiza la información en un formato estructurado para su análisis.
5. Calcula la curva de aprendizaje y la tasa de aprendizaje utilizando las fórmulas correspondientes.

6. Registra los resultados y el análisis en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora
- Formato de tiempos
- Computadora (opcional)

Unidad III. Sistemas de Tiempos Predeterminados

Práctica 3: Sistemas de Tiempos Predeterminados MTM

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación del análisis mediante sistemas de tiempos predeterminados MTM.
3. Analiza un conjunto de datos proporcionados correspondientes a una operación previamente descrita.
4. Descompone la operación en movimientos básicos conforme a la técnica MTM-1.
5. Organiza la información en un formato estructurado para el análisis.
6. Aplica las tablas y la metodología MTM-1 para la determinación del tiempo estándar de la operación.
7. Compara los resultados obtenidos con los valores esperados o de referencia.
8. Propone una mejora al método de trabajo con base en el análisis realizado.
9. Registra la evaluación y resultados en el portafolio de evidencias.
10. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Formato de análisis MTM-1
- Tablas MTM-1
- Calculadora

Práctica 4: Sistemas de Tiempos Predeterminados MOST

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación del análisis mediante sistemas de tiempos predeterminados MOST.
3. Analiza un conjunto de datos proporcionados correspondientes a una operación previamente descrita.
4. Descompone la operación en secuencias de movimientos conforme a la técnica MOST.
5. Organiza la información en un formato estructurado para el análisis.
6. Aplica las tablas y la metodología MOST para la determinación del tiempo estándar de la operación.
7. Propone una mejora al método de trabajo con base en el análisis realizado.
8. Registra la evaluación y resultados en el portafolio de evidencias.
9. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora opcional
- Formato de análisis MOST
- Tablas MOST
- Calculadora

Unidad IV. Muestreo del Trabajo

Práctica 5: Muestreo del trabajo

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación para el análisis de muestreo del trabajo.
3. Analiza un conjunto de datos y problemas proporcionados relacionados con actividades de un proceso productivo o de servicios.
4. Clasifica las actividades en categorías (productiva, no productiva, demoras, entre otras) conforme a los casos planteados.
5. Calcula las proporciones de tiempo de cada categoría con base en los datos proporcionados.

6. Determina el número de observaciones requeridas para el muestreo del trabajo considerando el nivel de confianza y error permitido.
7. Diseña un formato estructurado para la recolección de datos en estudios de muestreo del trabajo.
8. Propone mejoras en la estructura del muestreo y en la interpretación de resultados.
9. Registra la evaluación y resultados en el portafolio de evidencias.
10. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora
- Formato de ejercicios
- Software (Excel)
- Computadora

Unidad V. Balanceo de líneas

Práctica 6: Balanceo de líneas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación para el análisis de balanceo de líneas.
3. Analiza un conjunto de datos proporcionados correspondientes a tiempos de operación y relaciones de precedencia de un proceso productivo.
4. Calcula el tiempo de ciclo requerido con base en la demanda y el tiempo disponible.
5. Determina la cantidad teórica de estaciones u operadores necesarios.
6. Asigna las tareas a estaciones de trabajo respetando las restricciones de precedencia.
7. Aplica una técnica de balanceo de líneas para minimizar el número de estaciones y los tiempos ociosos.
8. Evalúa la eficiencia de la línea y el porcentaje de tiempo ocioso.
9. Registra la evaluación y resultados en el portafolio de evidencias.
10. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Calculadora
- Formato de ejercicios (tiempos y diagrama de precedencias)

- Software

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad II. Estudio de tiempos y movimientos

Práctica 1: Estudio de tiempos y movimientos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica la estación de trabajo, y observa su operación, para recopilar datos importantes.
3. Analiza el proceso en una línea de producción, mediante la descomposición de la operación en elementos de trabajo.
4. Ejecuta el estudio de tiempos utilizando cronómetro, registrando las observaciones requeridas.
5. Evalúa el desempeño del operador y determina las holguras correspondientes.
6. Calcula el tiempo estándar de la operación con base en los datos obtenidos.
7. Identifica logros y áreas de mejora en la medición y análisis del proceso.
8. Propone una mejora al método de trabajo con base en el análisis realizado.
9. Registra los resultados y el análisis en el portafolio de evidencias.
10. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Acceso a las estaciones de trabajo
- Cronómetro
- Formato de estudio de tiempos
- Calculadora
- Documentos Técnicos de evaluación del desempeño y de determinación de holguras

Práctica 2: Curva de Aprendizaje

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica los criterios de evaluación para el análisis de la curva de aprendizaje.
3. Analiza una operación de manufactura simulada con una actividad nueva para un operador.
4. Toman los tiempos de la estación de trabajo
5. Calcula la curva de aprendizaje y la tasa de aprendizaje utilizando los datos obtenidos y las fórmulas correspondientes.
6. Compara los resultados obtenidos con el comportamiento esperado del modelo teórico de aprendizaje.
7. Registra los resultados y el análisis en el portafolio de evidencias.
8. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Hojas de registro
- Calculadora
- Acceso a las estaciones de trabajo

Unidad III. Sistemas de Tiempos Predeterminados

Práctica 3: Sistema de tiempos predeterminados MTM-1

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica la estación de trabajo, y observa su operación, para recopilar datos importantes.
3. Analiza el proceso de producción real mediante la descomposición de la operación en movimientos básicos conforme a la técnica MTM-1.
4. Aplica las tablas y la metodología MTM-1 para la determinación del tiempo estándar de la operación.
5. Compara los resultados obtenidos con los valores esperados o de referencia.
6. Propone una mejora al método de trabajo con base en el análisis realizado.
7. Registra la evaluación y resultados en el portafolio de evidencias.

8. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Hojas de registro MTM
- Tablas MTM
- Calculadora
- Acceso a las estaciones de trabajo
- Cámara para toma de video

Práctica 4: Sistema de Tiempos Predeterminados MOST

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica la estación de trabajo, y observa su operación, para recopilar datos importantes.
3. Analiza el proceso de producción real mediante la descomposición de la operación en movimientos básicos conforme a la técnica MOST
4. Aplica las tablas y la metodología MOST para la determinación del tiempo estándar de la operación.
5. Compara los resultados obtenidos con los valores esperados o de referencia.
6. Propone una mejora al método de trabajo con base en el análisis realizado.
7. Registra la evaluación y resultados en el portafolio de evidencias.
8. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Hojas de registro MTM
- Tablas MTM
- Calculadora
- Acceso a las estaciones de trabajo
- Cámara para toma de video y/u otro dispositivo para toma de video

Unidad IV. Muestreo del Trabajo

Práctica 5: Diseño de un Muestreo del Trabajo

Duración

05 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica la estación de trabajo y observa su operación para recopilar datos relevantes sobre la actividad del operador o proceso.
3. Analiza el proceso mediante la definición de categorías de actividad (productiva, no productiva, demoras, etc.).
4. Diseña el plan de muestreo del trabajo, determinando el número de observaciones y los intervalos de tiempo.
5. Ejecuta la toma de observaciones conforme al plan establecido.
6. Calcula las proporciones de tiempo de cada categoría de actividad con base en los datos obtenidos.
7. Compara los resultados con valores esperados o criterios de desempeño.
8. Propone acciones de mejora para optimizar la utilización del tiempo y los recursos.
9. Registra la evaluación y resultados en el portafolio de evidencias.
10. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de registro de observaciones
- Computadora
- Software (Excel)
- Acceso a estación de trabajo real
- Calculadora

Unidad V. Balanceo de líneas de producción

Práctica 6: Balanceo de líneas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica la línea de producción y observa su operación para recopilar datos relevantes sobre tiempos de operación, secuencia de actividades y número de operadores.
3. Analiza el proceso mediante la identificación de tareas, tiempos de ciclo y relaciones de precedencia.
4. Determina el tiempo de ciclo requerido con base en la demanda y el tiempo disponible del sistema.
5. Calcula el número teórico de estaciones de trabajo u operadores necesarios.
6. Evalúa la asignación actual de tareas en la línea de producción.
7. Aplica una técnica de balanceo de líneas para redistribuir las tareas y mejorar la eficiencia del sistema.
8. Compara los resultados obtenidos con la condición inicial de la línea (eficiencia y tiempos ociosos).
9. Propone acciones de mejora para optimizar la distribución de cargas de trabajo y reducir tiempos muertos.
10. Registra la evaluación y resultados en el portafolio de evidencias.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Cronómetro
- Formato de registro de tiempos y precedencias
- Computadora
- Software (Excel)
- Calculadora
- Acceso a línea de producción real

X. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS CAMPO

Unidad I: Fundamentos de la Medición del Trabajo

Práctica 1: Diagnóstico del proceso. Fase 1

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de campo.
2. Identifica el proceso de manufactura y delimita la operación a analizar.
3. Observa la operación en campo para recopilar datos relevantes (tiempos, métodos, secuencia, recursos).
4. Analiza el proceso mediante la descomposición de la operación en elementos de trabajo.
5. Selecciona la(s) técnica(s) de medición del trabajo a aplicar (estudio de tiempos, muestreo del trabajo o sistemas predeterminados).
6. Diseña el plan de medición, definiendo número de observaciones, formato de registro y condiciones de análisis.
7. Registra la información inicial en el portafolio de evidencias.
8. Integra la evaluación de la fase y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software: Excel (principal)
- Cronómetro o dispositivo móvil
- Acceso a proceso de manufactura real
- Equipo de protección personal

Unidad III. Muestreo del Trabajo

Práctica 2: Medición y análisis del proceso. Fase 2

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la fase de medición.
2. Ejecuta la técnica de medición seleccionada conforme al plan establecido.
3. Registra los datos obtenidos de manera sistemática y estructurada.

4. Calcula indicadores clave del proceso (tiempo estándar, proporciones de tiempo, eficiencia, entre otros).
5. Analiza los resultados identificando cuellos de botella, tiempos improductivos y oportunidades de mejora.
6. Compara los resultados con criterios de desempeño o referencias teóricas.
7. Registra el análisis y resultados en el portafolio de evidencias.
8. Integra la evaluación de la fase y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software: Excel (principal)
- Cronómetro o dispositivo móvil
- Acceso a proceso de manufactura real
- Equipo de protección personal

Unidad V. Balanceo de líneas

Práctica 3: Propuesta de mejora y optimización

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la fase de mejora.
2. Diseña una propuesta de mejora basada en los resultados del análisis.
3. Aplica principios de ingeniería de métodos y balanceo de trabajo para optimizar el proceso.
4. Evalúa el impacto esperado de la mejora (reducción de tiempo, incremento de eficiencia, disminución de desperdicios).
5. Compara el estado actual vs. propuesta mejorada del proceso.
6. Documenta la propuesta técnica con justificación cuantitativa.
7. Registra la evaluación final en el portafolio de evidencias.
8. Integra la evaluación global y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software: Excel (principal)
- Cronómetro o dispositivo móvil
- Acceso a proceso de manufactura real
- Equipo de protección personal

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad semipresencial, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos

- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Trabajo de campo guiado

Estrategias de aprendizaje

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Participación en simulaciones digitales
- Trabajo de campo
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

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%
- Prácticas taller 10%
- Prácticas de laboratorio/campo 30%
- Metas de la unidad 10%
- Reporte técnico 20%

Total	100%

XIII. PERFIL DOCENTE

La persona docente responsable de impartir esta unidad de aprendizaje deberá contar con título profesional en Ingeniería Industrial o en un área afín, preferentemente con estudios de posgrado, así como experiencia profesional en la aplicación de técnicas y herramientas del estudio del trabajo. Asimismo, deberá acreditar al menos un año de experiencia docente y, de manera deseable, conocimiento del sector de la industria de dispositivos médicos. Además, será necesario que posea competencias en metodologías de enseñanza activa y en el uso de tecnologías educativas que favorezcan el proceso de aprendizaje en modalidad semipresencial.

LEARNING MODULE

I. GENERAL INFORMATION

School:	Chemical Sciences and Engineering Faculty (Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana)
Major:	Industrial Systems Engineering for Medical Devices
Study Program:	2027-6
Learning Module Title:	Technical Reports
Module Code:	
Time distribution:	Class Hours: 03 Out-of-Class Hours: 03 Credits: 06
Academic Development Phase:	Disciplinary
Module Type:	Compulsory
Requirements:	None
Mode of delivery:	Semi-virtual
Design Team:	Diego Armando Trujillo Toledo Ricardo Jesús Renato Guerra Fraustro
Approved by the Assistant Dean(s):	Kenia Palomino Vizcaino
Date:	December 09, 2026
Approval and registration:	

II. PURPOSE OF THE LEARNING MODULE

The importance of this learning module lies in the ability to use technical terms in English to strengthen professional development and facilitate workplace adaptability by encouraging students to develop the four communication skills in English. This module is located in the disciplinary phase; it is a compulsory module within the Manufacturing area. Intermediate-level knowledge of English is recommended.

III. GENERAL COMPETENCE OF THE LEARNING MODULE

To interpret technical text in English using linguistic strategies, specialized vocabulary, and digital resources to generate communication resources in a local setting, with a proactive, reflective, and ethical attitude.

IV. LEARNING EVIDENCE

The student will compile and present a Professional Communication Portfolio in English that integrates linguistic strategies and specialized technical vocabulary, demonstrating effective comprehension and application in professional engineering contexts.

V. PROFESSIONAL COMPETENCY OF THE GRADUATE PROFILE TO WHICH THE LEARNING MODULE CONTRIBUTES

Establish, implement, maintain, and improve integrated management systems in compliance with national and international regulations to ensure the quality of goods within a framework of sustainability, objectivity, respect, and professionalism.

VI. CROSS-CUTTING THEME TO WHICH THE LEARNING MODULE CONTRIBUTES

Interculturality

VII. UNIT DESCRIPTIONS

Unit I. Technical Terms

Competency

To interpret engineering terminology in English through the use of specialized vocabulary to develop effective workplace communication skills, fostering a collaborative and proactive approach.

Learning Evidence for the unit

A compilation of English engineering terminology focused on manufacturing and medical devices.

Content

1.1. Measurements
1.2. Manufacturing and assembly
    1.2.1. Materials technology
    1.2.2. Manufacturing
    1.2.3. Assembly
1.3. Design
1.4. Monitoring and control
1.5. Logistics
1.6. Quality
1.7. Medical products, health and safety

Time Allotted

15 hours

References and resources from the UABC digital and physical library

Bonamy, D. (2022). Technical English 1: Coursebook (2.nd ed.). Pearson Education

Garnet Education. (2023). Take-Off: Technical English for Engineering Course Book (2023 Edition). Garnet Publishing.

Ibbotson, M. (2025). Cambridge English for Engineering Student's Book. Cambridge University Press.

Ogrodnik, P. J. (2023). Medical Device Design: Innovation from Concept to Market (3.rd ed.). Academic Press.

O'Brien, J. J. (2022). Quality Management for Medical Devices: A Practical Guide. Springer Nature.

Food and Drug Administration. (2024). *Device Advice: Comprehensive Regulatory Assistance*. U.S. Department of Health and Human Services. (Retrieved April 15th,2026). https://www.fda.gov/medical-devices/device-advice-comprehensive-regulatory-assistance

International Organization for Standardization. (2016). *ISO 13485:2016 Medical devices — Quality management systems — Requirements for regulatory purposes* (Retrieved April 15th,2026). ISO. https://www.iso.org/standard/59752.html [Classic]

Unit II. Written communication tools

Competency

To clearly construct ideas in written English using appropriate engineering terminology in order and to produce professional and technical documents with a creative, accurate, and respectful attitude.

Learning Evidence for the unit

A written technical text in English using correct and context- appropriate engineering terminology.

Content

2.1. Descriptive paragraphs
2.2. Narrative paragraphs
2.3. Email
  2.3.1. Analysis of email
  2.3.2. Writing an email
2.4. Business letters
  2.4.1. Analysis of Business Letters
  2.4.2. Writing Business Letters
2.5 Technical report
  2.5.1. Analysis of Technical Reports
  2.5.2 .Writing Technical Reports

Time Allotted

15 hours

References and resources from the UABC digital and physical library

Emmerson, P. (2022). *Email English: Includes phrases for writing emails and business letters* (3.rd ed.). Macmillan Education.

Laplante, P. A., & Laplante, C. (2025). *Technical writing: A practical guide for engineers, scientists, and nontechnical professionals* (3.rd ed.). CRC Press.

Hering, H. (2025). How to Write Technical and Scientific Reports. 3rd Edition Springer Berlin Heidelberg (Retrieved April 15th,2026).

http://libcon.rec.uabc.mx:2048/login?url=https://doi.org/10.1007/978-3-662-69773-3

Unit III. Non-written communication tools.

Competency

To apply technical terminology in English through verbal and non- verbal communication strategies, as well as visual and audiovisual resources, to achieve assertive and professional workplace communication, demonstrating confidence, empathy, and teamwork.

Learning Evidence for the unit

A short video demonstrating effective use of body language, tone, verbal pauses, and correct engineering terminology in English.

Content

3.1. Verbal communication
- 3.1.1. Discourse analysis
  - 3.1.1.1. Verbal transitions and connectors
  - 3.1.1.2. Aspects of verbal communication (timing, tone, volume)
- 3.1.2. Writing a discourse

3.2. Non-verbal communication (body language)
- 3.2.1. Analysis of non-verbal communication components
- 3.2.2. Management of non-verbal communication components

3.3. Producing communication resources
- 3.3.1. Poster
- 3.3.2. Slideshow presentation
- 3.3.3. Audiovisual recording
- 3.3.2. Audiovisual clip (short recording)

Time Allotted

18 hours

References and resources from the UABC digital and physical library

Additional eternal free access references and resources

Dignen, B., & McMaster, I. (2022). *Effective meetings: Communication skills for business professionals*. Delta Publishing.

Laplante, P. A., & Laplante, C. (2025). *Technical writing: A practical guide for engineers, scientists, and nontechnical professionals* (3.rd ed.). CRC Press.

Markel, M., & Selber, S. (2024). *Technical communication* (14.th ed.). Bedford/St. Martin's.

Northwestern University, Basic Steps of Recording a Video. (consultado el 15 de abril de 2026). https://sites.northwestern.edu/spsdl/audio-video/record-a-webcam-video/

Purdue University. (2026). *Purdue OWL: Designing Effective PowerPoint Presentations*. Purdue Online Writing Lab. (Retrieved April 15th,2026). https://owl.purdue.edu/owl/general_writing/visual_rhetoric/designing_effective_powerpoint_presentations/index.html

The Ohio State University Teaching and Resource Center (2026). Best Practices for Recording Instructional Videos. (Retrieved April 15th,2026). https://teaching.resources.osu.edu/teaching-topics/best-practices-recording

VIII. METHODOLOGY AND STRATEGIES

Course framework

In the semi- virtual modality, the course framework will be embedded within the instructional design and made available to students on the institutional learning platform from the beginning of the course. This framework will guide students throughout the learning process, provide academic context, and establish clear expectations for coursework and assessment.

The instructor will ensure that the following elements are clearly defined, organized, and readily accessible in the virtual learning environment:

- Methodology for class activities, including instructional mode, activity dynamics, schedules, and expected forms of interaction.
- Assessment criteria, grading rubrics, and the weighting of assessments by learning unit or learning outcome.
- Quality standards and formatting requirements for assignments and learning evidence.

- Rights and responsibilities of both students and instructors within the virtual learning environment.
- Communication and feedback mechanisms, including virtual office hours, discussion forums, direct messaging, and institutional email.

All of the elements outlined above must be visible and well- organized within the designated space on the institutional platform (e.g., Blackboard), preferably within a welcome or course on- boarding section.

Teaching strategies

To achieve the learning module competencies, the instructor will implement teaching strategies focused on professional practice and situated learning. These strategies include:

- Case- Based Learning: Analysis of real- world scenarios from the medical device industry—such as quality deviations, equipment failures, and internal audits—to enable students to propose solutions and produce technical reports in English based on authentic contexts.
- Project- Based Learning: Guided mentoring in the progressive development of a Professional Communication Portfolio, integrating written, oral, and audiovisual communication resources relevant to engineering practice.
- Real- World Text Modeling and Analysis: Use of authentic industry documents (e.g., manuals, non- conformity reports, ISO/FDA templates, corporate memoranda, all in English) as reference models to identify tone, structure, and appropriate technical vocabulary.
- Role- Playing: Simulation of workplace situations such as technical briefings, quality meetings, corporate pitches, or project defenses, where students assume the role of professional engineers and communicate ideas both technically and verbally.

Learning strategies

Students will take an active and autonomous role in their learning process. To consolidate knowledge and strengthen communication skills using technical English, students will engage in the following activities:

- Skimming and Scanning: Strategic reading of technical documents from the medical device industry (e.g., audit reports, manuals, ISO/FDA standards) to identify structure, purpose, tone, and key technical terms.
- Drafting and Editing: Continuous writing of documents such as paragraphs, emails, logs, and technical reports, applying self- revision and grammatical correction according to technical writing conventions in English.
- Documentary Research and Use of Digital Tools: Independent research of technical information and engineering documentation, along with the use of digital tools (word processors, presentation software, video recording platforms) for content creation.

- Teamwork and Peer Review: Participation in collaborative feedback sessions in which students evaluate peers' work using established rubrics, simulating professional quality control and review processes.
- Rehearsing Oral Expression and Body Language: Guided and independent practice sessions aimed at improving diction, flow, volume, and body language, culminating in audiovisual productions (video pitches) and executive- style presentations.
- Self- Managed Learning: Systematic organization, collection, and documentation of learning evidence throughout the course for integration into the final Professional Communication Portfolio.

IX. EVALUATION CRITERIA

Accreditation criteria

To be eligible for both ordinary and extraordinary examinations, students must comply with the attendance requirements established in the current School Statute. Assessment is based on a numerical scale from 0 to 100, with a minimum passing grade of 60.

Assessment criteria

– Unit I Evidence	20%
– Unit II Evidence	20%
– Unit II Evidence	30%
– Professional Communication Portfolio	30%
Total	100%

X. TEACHER PROFILE

The person responsible for the course must hold a Bachelor's degree in Industrial Systems Engineering, Biomedical Engineering, Industrial Engineering, Manufacturing Engineering, or a related field. Advanced proficiency in English is essential and should preferably be demonstrated through an official certification, such as a C1 level according to the Common European Framework of Reference for Languages (CEFR), TOEFL, IELTS, or the National Language Certification (CENNI), with a minimum score of 12 points.At least one year of university-level teaching experience is desirable, along with verifiable professional experience in the industrial sector, preferably in medical device manufacturing, quality assurance, or related fields. The person responsible for the course should demonstrate expertise in writing, reviewing, and managing technical reports and regulatory documentation in English. Regarding professional attributes, the person responsible for the course is expected to demonstrate leadership, proactivity, and a respectful, responsible, and constructive attitude. Strong analytical skills, structured thinking, empathy, and the ability to relate course content to real-world engineering applications are also essential.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería de Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Automatización
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 03 Créditos: 08
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Wulfrano López Bolan Ricardo Jesús Renato Guerra Fraustro Diego Armando Trujillo Toledo
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje es que el estudiantado adquiera conocimientos teórico-prácticos de las tecnologías y técnicas de automatización industrial permitiendo implementar soluciones integrales a procesos de producción. Esta unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Manufactura.

III, COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar estrategias de automatización, utilizando tecnologías y herramientas de diseño bajo la norma IEC 61131-3, para optimizar procesos productivos en la industria de dispositivos médicos, promoviendo la conservación de recursos y la seguridad de los trabajadores.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Diseña sistema de automatización para optimizar procesos dentro de la Manufactura de Dispositivos Médicos.

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

Diseñar, innovar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y de mejora continua con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Vanguardia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Elementos básicos de sistemas automatizados

Competencia

Identificar los componentes de los sistemas automatizados mediante la revisión de su funcionamiento y sus interconexiones, para detectar oportunidades de optimización de recursos con actitud proactiva y colaborativa.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Identifica la arquitectura, la simbología, el flujo de señales y elementos básicos de un sistema automatizado mediante un reporte técnico con diagramas de flujo, tablas de componentes y aplicación de simbología técnica.

Contenido

1.1. Simbología de sistemas automatizados
1.2. Arquitectura de sistemas automatizados
1.3. Flujo de señales (entrada – control – salida)
1.4. Tipos de señales industriales (digitales)
1.5. Identificación de sensores, actuadores y controladores

Duración

09 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Bolton, W. (2017). *Mecatrónica: Sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica eléctrica* (6ta ed.). Alfaomega. [Clásica]

García Moreno, E. (2023). *Automatización de procesos industriales: Arquitectura y componentes*. Ediciones Paraninfo.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Siemens Industry. (2024). *Conceptos básicos de automatización industrial y flujo de señales*. Siemens Learning.

https://new.siemens.com/global/es/company/sustainability/education.html

Unidad II. Neumatica y electroneumatica

Competencia

Diseñar circuitos neumáticos y electroneumáticos, a través del uso de componentes y técnicas de diseño de automatización, para optimizar procesos productivos cuidando el bienestar de los trabajadores, con un pensamiento crítico y analítico.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora y documenta diseños de circuitos neumáticos y electroneumáticos

Contenido

2.1. Neumática
- 2.1.1. Actuadores
- 2.1.2. Sensores
- 2.1.3. Válvulas direccionales
- 2.1.4. Diseño de circuitos neumáticos

2.2. Electroneumática
- 2.2.1. Electroválvulas
- 2.2.2. Diagramas de escalera (ladder)
- 2.2.3. Diseño de diagramas de escalera

Duración

18 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Creus Solé, A. (2011). *Neumática e Hidráulica* (2a ed.). Alfaomega. [Clásica]

Serrano Nicolás, A. (2022). *Neumática práctica*. Ediciones Paraninfo.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Festo Didactic. (2024). *Manual de estudio básico de neumática y electroneumática industrial*.

Festo Learning Portal. https://www.festo-didactic.com/

SMC Corporation. (2025). *Basic Pneumatics and Electropneumatics for Industrial Automation*.

SMC Expertise Center. https://www.smcworld.com/assets/manuals/

Unidad III. Controlador lógico programable (PLC)

Competencia

Aplicar la programación en la automatización, a través del controlador lógico programable, para el desarrollo de soluciones de automatización en el proceso productivo, trabajando con eficiencia, responsabilidad y colaboración.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora, implementa y documenta, diagramas de automatización bajo la norma IEC 61131-3 en el proceso productivo.

Contenido

3.1. Componentes del PLC
3.2. Uso y conexión de periféricos
3.3. Lenguajes de programación para PLC
    3.3.1. Programación por código
    3.3.2. Transcripción de diagramas de escalera
3.4. Implementación bajo la norma IEC661131-3
3.5. Diagnóstico básico de fallas

Duración

21 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Mandado Pérez, E., Marcos Acevedo, J., & Fernández Silva, C. (2022). *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización* (3a ed.). Marcombo.

Pérez, J. M., & Ruiz, L. (2024). *Sistemas de control lógico programable: Aplicaciones en la manufactura moderna*. Pearson Educación.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Food and Drug Administration [FDA]. (2019). *General Principles of Software Validation; Final Guidance for Industry and FDA Staff*. U.S. Department of Health and Human Services. https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/ [Clásica]

PLCopen. (2023). *Guidelines for IEC 61131-3 standard: Programming Industrial Automation Systems*. PLCopen International. https://plcopen.org/iec-61131-3/

Siemens AG. (2025). *SIMATIC S7-1200 Programmable controller: System Manual*. Siemens Industry Online Support. https://support.industry.siemens.com/cs/document/

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Elementos básicos de sistemas automatizados

Práctica 1: Identificación de componentes y flujo de señales

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica en el aula.
2. Observa videos o diagramas impresos de procesos industriales automatizados.
3. Identifica los sensores, actuadores y el controlador lógico del proceso.
4. Elabora un diagrama de bloques esquematizando el flujo de señales (entrada, control, salida).
5. Expone los resultados del esquema y recibe retroalimentación del profesorado.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Proyector
- Diagramas de procesos industriales impresos, proyectados o videos demostrativos
- Hojas de trabajo para diagramación

Unidad II. Neumatica y electroneumatica

Práctica 2: Diseño y simulación de circuitos neumáticos básicos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el uso de la simbología neumática.
2. Dibuja en papel los esquemas de circuitos neumáticos de mando directo e indirecto para cilindros de simple y doble efecto.
3. Transcribe los diseños elaborados a un software de simulación neumática.
4. Ejecuta la simulación para validar el comportamiento del fluido y la extensión de los vástagos.
5. Presenta los resultados de la simulación y recibe retroalimentación del profesorado.

Recursos de apoyo

- Computadoras con software de simulación neumática

- Catálogos digitales de simbología ISO 1219

Práctica 3: Diseño de circuitos de Electroneumática

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para la simbología eléctrica de control.
2. Diseña analíticamente un circuito con lógica de relevadores (enclavamiento, paro y arranque) para activar electroválvulas.
3. Simula el circuito eléctrico interconectado con el circuito neumático en el software.
4. Analiza el comportamiento de las señales eléctricas y su efecto en los actuadores.
5. Documenta el diseño y recibe retroalimentación del profesorado.

Recursos de apoyo

- Computadoras con software de simulación electroneumática.
- Hojas de trabajo para diseño de diagramas de relevadores.

Práctica 4: Modelado y simulación de secuencias electroneumáticas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el trazado de diagramas espacio-fase.
2. Plantea las consideraciones lógicas para resolver una secuencia de movimiento (ej. A+ B+ A- B-).
3. Diseña y simula el circuito completo integrando sensores de fin de carrera virtuales.
4. Valida que la simulación cumpla con las restricciones de diseño solicitadas.
5. Expone la secuencia simulada y recibe retroalimentación del profesorado.

Recursos de apoyo

- Computadoras con software de simulación electroneumática
- Formatos de diagrama espacio-fase impresos o digitales

Unidad III. Controlador lógico programable (PLC)

Práctica 5: Introducción al diagrama de escalera (Ladder)

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre las reglas de la norma IEC 61131-3.
2. Traduce funciones lógicas básicas (AND, OR, NOT) y circuitos de enclavamiento a lenguaje de escalera en papel.
3. Ingresa la lógica en un simulador de PLC o software de ingeniería en modo simulación.
4. Fuerza las variables de entrada virtuales para comprobar la tabla de verdad.
5. Recibe retroalimentación del profesorado sobre la estructura del código.

Recursos de apoyo

- Computadoras con simulador de PLC
- Tablas de verdad y ejercicios de lógica booleana impresos

Práctica 6: Mapeo de variables y control secuencial en software

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para la asignación de direcciones de memoria (entradas, salidas y marcas).
2. Elabora una tabla de asignación de variables (Tags) para un proceso específico.
3. Desarrolla el diagrama de escalera secuencial utilizando memorias internas (marcas/relevadores virtuales).
4. Simula el código paso a paso verificando la activación de las salidas virtuales.
5. Presenta el código estructurado y recibe retroalimentación del profesorado.

Recursos de apoyo

- Computadoras con software de simulación de PLC
- Ejercicios descriptivos de secuencias de automatización

Práctica 7: Programación de temporizadores y contadores

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la configuración de bloques TON, TOF y CTU/CTD.
2. Diseña un programa que controle el tiempo de un ciclo o cuente el número de ciclos de un actuador virtual.
3. Ejecuta el simulador para observar el comportamiento de los registros de tiempo y conteo acumulado.
4. Ajusta los parámetros del temporizador/contador según las especificaciones del ejercicio.
5. Muestra el funcionamiento al profesorado y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadoras con software de simulación de PLC

Práctica 8: Diagnóstico de lógica y reporte técnico de automatización

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el análisis y búsqueda de fallas lógicas (Troubleshooting).
2. Analiza un diagrama de escalera proporcionado por el docente que contiene errores intencionales de diseño (ej. cruce de señales o bucles).
3. Corrige la lógica en el simulador para que el proceso virtual funcione correctamente.
4. Redacta un reporte técnico integrando los diagramas, la tabla de variables y la explicación del diagnóstico.
5. Entrega el reporte final y recibe la retroalimentación de cierre del profesorado.

Recursos de apoyo

- Computadoras con software de simulación de PLC
- Archivos con programas pre-cargados que contengan fallas lógicas
- Rúbrica de evaluación del reporte técnico

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad II: Neumática y electroneumática

Práctica 1: Montaje físico y presurización de circuitos neumáticos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes y revisa el protocolo de seguridad para el manejo de aire comprimido.
2. Selecciona y monta físicamente las válvulas direccionales, válvulas lógicas y cilindros en el panel ranurado del banco de trabajo.
3. Corta y conecta las mangueras de poliuretano respetando los diagramas neumáticos asignados.
4. Presuriza el sistema utilizando la unidad de mantenimiento (FRL), verificando que no existan fugas.
5. Ejecuta pruebas de funcionamiento ajustando el caudal físico de los cilindros y documenta el comportamiento del sistema para realizar un reporte.
6. Desmonta los componentes de forma segura y recibe retroalimentación del profesorado.

Recursos de apoyo

- Banco de trabajo neumático industrial
- Compresor de aire, unidad de mantenimiento (FRL) y mangueras
- Válvulas neumáticas (direccionales, AND, OR), reguladores de caudal y cilindros
- Equipo de Protección Personal (gafas de seguridad)

Práctica 2: Cableado e integración de secuencias electroneumáticas con relevadores

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el manejo seguro de energía eléctrica a 24 VCD.
2. Instala electroválvulas y sensores físicos (magnéticos o mecánicos de rodillo) en la estación de trabajo.
3. Realiza el cableado físico de un circuito de control utilizando módulos de relevadores, botoneras y cables con terminales.
4. Sincroniza la energización eléctrica con la presurización neumática para ejecutar una secuencia de movimiento automatizada (ej. A+ B+ A- B-).
5. Utiliza el multímetro para rastrear voltajes en caso de que la secuencia física no se ejecute correctamente.
6. Presenta la estación operando y recibe retroalimentación del profesorado.
7. Documenta y entrega reporte técnico.

Recursos de apoyo

- Banco de trabajo electroneumático
- Módulos de relevadores, botoneras, sensores industriales y electroválvulas
- Fuente de alimentación de 24 VCD, cables de conexión banana-banana y multímetro digital
- Equipo de Protección Personal

Unidad III: Neumática y electroneumática

Práctica 3: Cableado de hardware, comunicación y control físico de E/S del PLC

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la arquitectura y precauciones eléctricas del PLC del laboratorio.
2. Pela, coloca zapatas y atornilla físicamente los cables de alimentación, botoneras y lámparas a las clemas de entrada y salida del PLC.
3. Establece la conexión física mediante cable Ethernet o USB entre la computadora de ingeniería y el controlador.
4. Descarga un programa básico al PLC, poniéndolo en modo "RUN" para tomar control del hardware.
5. Comprueba la conmutación física de los relevadores internos del PLC al activar las entradas manuales, midiendo voltajes de salida.
6. Expone los resultados de las conexiones y recibe retroalimentación del profesorado.
7. Documenta y entrega reporte técnico.

Recursos de apoyo

- Controlador Lógico Programable (PLC) industrial.
- Computadora con software de programación y cable de comunicación.
- Herramienta manual (pinzas pelacables, desarmadores de clema, zapatas).
- Botones, lámparas piloto y multímetro digital.

Práctica 4: Integración y diagnóstico de fallas físicas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes
2. Unifica el controlador de la Unidad III con los actuadores de la Unidad II.
3. Cablea las salidas de potencia del PLC directamente a las bobinas de las electroválvulas y las entradas a los sensores físicos.
4. Descarga el programa secuencial y opera la máquina completa, ajustando presiones para optimizar el ciclo productivo real.
5. Interviene la estación para diagnosticar y reparar fallas físicas inducidas intencionalmente por el docente (cables sueltos, fusibles quemados o sensores desalineados).
6. Restablece la operación segura del sistema y recibe la retroalimentación final del profesorado.
7. Documenta y entrega reporte técnico.

Recursos de apoyo

- Estación completa con PLC, actuadores neumáticos, sensores
- Fusibles de repuesto, herramienta manual y multímetro
- Diagramas eléctricos impresos de la estación
- Equipo de Protección Personal

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.

- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

El docente facilitará el aprendizaje mediante estrategias dinámicas que vinculen la teoría en línea con la aplicación industrial presencial:

- Clase invertida (flipped classroom): Revisión asíncrona de normativas, teoría de control y simbología en la plataforma, para aprovechar el tiempo presencial exclusivamente en el diseño, debate y armado físico en el laboratorio.
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas: Uso de videos de procesos industriales reales, microaprendizaje (microlearning) y provisión de simuladores de automatización para el trabajo a distancia.
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos: Orientado al desarrollo progresivo del sistema de automatización, combinando la planeación digital con la ejecución presencial.
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones: Implementación de ejercicios de diagnóstico de fallas lógicas en software y fallas físicas en el equipo real.

Estrategias de aprendizaje

El estudiantado empleará enfoques que fomenten su autonomía, autorregulación y pensamiento crítico para transitar del entorno digital al físico:

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS: Gestión de su propio tiempo para el estudio teórico, entrega de reportes.
- Resolución de problemas en entornos simulados y reales: Trasladando diseños analíticos elaborados y simulados en casa, hacia los bancos de trabajo electroneumáticos y módulos de PLC durante las sesiones presenciales.
- Elaboración de organizadores gráficos digitales: Creación de diagramas de bloques (flujo de señales), diagramas espacio-fase y esquemas de conexión para prepararse antes de las prácticas físicas.

- Práctica reflexiva e investigación: A través de la investigación documental en fuentes electrónicas y la defensa argumentativa de los reportes técnicos de laboratorio.

XI. 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 teóricas (Exámenes de conocimientos teóricos para las Unidades I, II y III)	10%
– Evaluaciones parciales prácticas (Exámenes presenciales de desempeño en laboratorio para las Unidades II y III)	10%
– Prácticas de taller	20%
– Prácticas de laboratorio	20%
– Actividades (Ejercicios asíncronos, tareas)	10%
– Proyecto - Diseño de sistema de automatización para Manufactura de Dispositivos Médicos)	30%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Ingeniería en Industrial, Mecatrónica, Electromecánica, Electrónica, Eléctrica o cualquier área afín, preferentemente respaldada por 3 años de experiencia comprobable en la industria dentro del área de automatización. Asimismo, debe fungir como facilitador del logro de competencias y promotor del aprendizaje autónomo y responsable en el estudiantado, propiciando un ambiente en el aula que genere confianza y autoestima para el desarrollo del aprendizaje permanente. Es indispensable que la persona que imparta esta unidad tenga una actitud reflexiva y colaborativa en su interacción con el alumnado, practicando en todo momento los principios democráticos con absoluto respeto y honestidad.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Aseguramiento de la Calidad en la Industria de Dispositivos Médicos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 04 Horas Taller: 00 Horas Extra-clase: 04 Créditos:08
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Erika Beltrán Salomón Paul Adolfo Taboada González
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje proporciona las competencias para implementar y supervisar la calidad en productos y procesos de la industria de dispositivos médicos, mediante la aplicación de herramientas de aseguramiento de la calidad que permitan el cumplimiento de especificaciones y normatividad vigente. Contribuye a la formación en la toma de decisiones, la mejora continua y la optimización de procesos, en apego a estándares nacionales e internacionales. Se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Implementar sistemas y herramientas de aseguramiento de la calidad en productos y procesos de la industria de dispositivos médicos, mediante la planeación y ejecución de auditorías y la documentación de procesos, apoyándose en el análisis de datos y herramientas de la ingeniería industrial, para garantizar el cumplimiento de especificaciones y requerimientos normativos a lo largo de la cadena de valor, con objetividad, ética profesional y responsabilidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Desarrolla y presenta un programa de auditoría de calidad que incluya: objetivos de la auditoría, criterios y normas de referencia, planificación de actividades, listas de verificación, y propuesta de plan de mejora en formato ejecutivo derivado de los hallazgos identificados.

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

Establecer, implementar, mantener y mejorar sistemas integrales de gestión en apego a la normatividad nacional e internacional para garantizar la calidad de bienes en un marco de sustentabilidad, con objetividad, respeto y profesionalismo.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Compromiso con la Responsabilidad Social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Antecedentes del aseguramiento de la calidad

Competencia

Conocer los fundamentos del aseguramiento de la calidad en la industria de dispositivos médicos, con la finalidad de comprender su evolución, enfoque normativo y su impacto en la gestión de procesos, mediante la revisión de conceptos, modelos y estándares de calidad, con pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Ficha ejecutiva o mapa conceptual de definiciones clave y enfoques.

Contenido

1.1. Definición de inspección y aseguramiento de la calidad
1.2. Enfoque sistemático
    1.2.1. Métodos y sistemas de aseguramiento de calidad
1.3. Diferencias entre programas y procedimientos de calidad
1.4. Desarrollo de plan de calidad

Duración

04 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Evans, J. R., Lindsay, W. M.(2020). *Administración y control de la calidad*. Cengage Learning. https://libcon.rec.uabc.mx:2258/?il=10765 [clásica]

Socconini Pérez Gómez, L. V. & Barrantes Verdin, M. A. (2023). Practical guide to improve quality and productivity: organize your work in 5 steps. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx.2321/es/c/uabc/ttulos/239982

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Unidad II. Aseguramiento de los insumos

Competencia

Asegurar la calidad de los insumos en la manufactura de dispositivos médicos, con la finalidad de garantizar el cumplimiento de especificaciones y requisitos normativos en la relación cliente–

proveedor, mediante la selección, evaluación y seguimiento de proveedores, con ética, responsabilidad y enfoque en la mejora continua.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora y presenta plan de evaluación de proveedores de insumos que incluya: definición de criterios técnicos y normativos, análisis de cumplimiento de especificaciones, revisión de documentación (certificados, fichas técnicas), y selección justificada del proveedor, integrando conclusiones sobre su idoneidad dentro de la cadena de suministro.

Contenido

2.1. Cadena de suministro en la industria de dispositivos médico
    2.1.1. Estructura de la cadena de suministro
    2.1.2. Rol del proveedor en la calidad del producto final
    2.1.3. Riesgos asociados a insumos en dispositivos médicos
2.2. Requisitos de calidad para insumos y materias primas
    2.2.1. Especificaciones técnicas y funcionales
    2.2.2. Requisitos regulatorios (ISO 13485, FDA, COFEPRIS)
    2.2.3. Trazabilidad y control documental
2.3. Selección, evaluación y desarrollo de proveedores
    2.3.1. Tipos de proveedores (críticos / no críticos)
    2.3.2. Criterios de selección (calidad, costo, cumplimiento, riesgo)
    2.3.3. Métodos de evaluación (scorecards, KPIs, auditorías)
    2.3.4. Indicadores de desempeño del proveedor
    2.3.5. Planes de desarrollo y mejora de proveedores
2.4. Aseguramiento de la calidad de los insumos
    2.4.1. Certificados de calidad (COA, COC)
    2.4.2. Fichas técnicas y especificaciones
    2.4.3. Registros y control documental
    2.4.4. Evaluación continua del proveedor
    2.4.5. Gestión de no conformidades con proveedores
    2.4.6. Retroalimentación y mejora de la relación cliente-proveedor

Duración:

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Bowersox, D. J., Closs, D. J., Cooper, M. B., & Bowersox, J. C. (2024). *Administración y logística en la cadena de suministro* (6ª ed.). McGraw-Hill. Libro electrónico, Catálogo Cimarrón.

Juuso, I. (2022). *Developing an ISO 13485-certified quality management system: An implementation guide for the medical-device industry*. Routledge.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Assay Register. (2024). *ISO 13485: Gestión de calidad en dispositivos médicos*. Liga de acceso: https://assayregister.com/wp-content/uploads/2024/04/REVISTA-13485-.pdf?utm_source=chatgpt.com

Goetsch, D. L., & Davis, S. (2022). *Quality management for organizational excellence: Introduction to total quality* (9th ed.). Pearson.

Unidad III. Muestreo e inspección

Competencia

Evaluar la calidad de los dispositivos médicos, mediante la verificación de indicadores y el cumplimiento de estándares en los procesos productivos, con el fin de identificar fallas y áreas de mejora, actuando con eficiencia y ética profesional.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte ejecutivo o presentación de proyecto aplicado a la evaluación de calidad de un proceso productivo.

Contenido

3.1. Fundamentos del muestreo en aseguramiento de la calidad
3.2. Planes de muestreo aplicados a dispositivos médicos
3.3. Muestreo e inspección de calidad
    3.3.1. Concepto de lote, tamaño de muestra y nivel de aceptación
    3.3.2. Planes de muestreo por atributos y por variables
    3.3.3. Introducción a estándares (AQL)
    3.3.4. Tipos de inspección (recepción, proceso, final)
    3.3.5. Métodos de inspección en la industria de dispositivos médicos
    3.3.6. Relación con aseguramiento de calidad
3.4. Indicadores de calidad y desempeño
    3.4.1. Indicadores clave (defectos, tasa de rechazo, yield, Cp/Cpk básico)
    3.4.2. Interpretación de datos de inspección y muestreo

3.4.3. Identificación de fallas y tendencias
3.4.4. Uso de datos para toma de decisiones
3.5. Documentación y evidencia en inspección de calidad
3.5.1. Registros de inspección
3.5.2. Reportes de calidad
3.5.3. Trazabilidad de resultados

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Montgomery, D. C. (2024). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). John Wiley & Sons.

Naya Fernández, S., Tarrío Saavedra, J. y Flóres Sánchez, M. A. (2025). *Control estadístico de la calidad para la industria 5.0*. McGraw-Hill.

Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (3.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [clásica].

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Estrada Castillo, O. (2025). *Muestreo de aceptación y aplicaciones con R, Minitab y Excel*. Universidad Nacional Autónoma de México. Acceso en: http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/RepoFi/19821

Unidad IV. Auditorías

Competencia

Elaborar un programa de auditoría de calidad mediante la definición de objetivos, alcance, criterios, métodos y cronograma, para evaluar el cumplimiento de estándares y detectar no conformidades en los procesos, proponiendo acciones de mejora, con un enfoque proactivo y disciplinado

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte ejecutivo o presentación de programa de auditoría de calidad, que incluya informe técnico.

Contenido

4.1. Fundamentos de la auditoría de sistemas de gestión
    4.1.1. Definición, tipos y principios de auditoría
    4.1.2. Importancia del aseguramiento de la calidad en la industria de dispositivos médicos
    4.1.3. Relación con sistemas de gestión de calidad
4.2. Lineamientos para auditorías según ISO 19011
    4.2.1. Principios de auditoría
    4.2.2. Gestión de un programa de auditoría
    4.2.3. Definición de objetivos, alcance y criterios
    4.2.4. Métodos de auditoría y enfoque basado en riesgos
4.3. Estructura del proceso de auditoría
    4.3.1. Planeación de la auditoría
    4.3.2. Ejecución (recolección de evidencia, entrevistas, revisión documental)
    4.3.3. Elaboración del informe de auditoría
4.4. Auditorías en la industria de dispositivos médicos
    4.4.1. Aplicación de la ISO 13485 en auditorías
    4.4.2. Identificación de no conformidades
    4.4.3. Evidencias objetivas y trazabilidad
4.5. Regulación y cumplimiento en auditorías
    4.5.1. Introducción a FDA 21 CFR Part 820
    4.5.2. Comparación con estándares internacionales
    4.5.3. Enfoque de cumplimiento normativo
4.6. Ética y competencia del auditor
    4.6.1. Principios éticos en auditoría
    4.6.2. Imparcialidad, confidencialidad y objetividad
    4.6.3. Responsabilidad profesional del auditor

Duración

20 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Juuso, I. (2022). *Developing an ISO 13485-certified quality management system: An implementation guide for the medical-device industry*. Routledge.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 19011:2018: Guidelines for auditing management systems* (3rd ed.). https://www.iso.org/standard/70017.html [clásica]

U.S. Food and Drug Administration. (2026). *21 CFR Part 820: Quality Management System Regulation*. Electronic Code of Federal Regulations. https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-H/part-820

Unidad V. Cumplimiento de las normas de calidad

Competencia

Valorar el cumplimiento de las normas de calidad por medio del estudio y comprensión de los requisitos de normas y estándares de calidad, para evaluar su aplicación en los procesos organizacionales y su contribución al logro de certificaciones nacionales e internacionales con responsabilidad y pertinencia.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte ejecutivo o presentación de diagnóstico de cumplimiento de la norma ISO 9001 en un proceso.

Contenido

5.1. Introducción al aseguramiento de la calidad en dispositivos médicos
- 5.1.1. Importancia del cumplimiento normativo en el sector
- 5.1.2. Relación entre ISO 9001 y ISO 13485

5.2. Sistema de gestión de calidad basado en ISO 13485
- 5.2.1. Enfoque basado en procesos y requisitos regulatorios
- 5.2.2. Responsabilidad de la dirección
- 5.2.3. Gestión de recursos
- 5.2.4. Realización del producto
- 5.2.5. Medición, análisis y mejora

5.3. Documentación y control en sistemas de calidad
- 5.3.1. Control de documentos y registros
- 5.3.2. Trazabilidad y expediente técnico
- 5.3.3. Buenas prácticas de documentación

5.4. Gestión de riesgos con ISO 14971
- 5.4.1. Principios de gestión de riesgos
- 5.4.2. Identificación de peligros y estimación de riesgos
- 5.4.3. Evaluación y control de riesgos
- 5.4.4. Beneficio-riesgo

5.5. Integración del sistema de calidad y gestión de riesgos
- 5.5.1. Vinculación entre ISO 13485 y ISO 14971

5.5.2. Aplicación en el ciclo de vida del dispositivo médico
5.5.3. Mejora continua y cumplimiento regulatorio

Duración

20 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Juuso, I. (2022). *Developing an ISO 13485-certified quality management system: An implementation guide for the medical-device industry*. Routledge.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

International Organization for Standardization. (s.f.). ISO 13485 — Dispositivos médicos: Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos para fines reglamentarios. Recuperado el 20 de abril de 2026, de https://www.iso.org/es/home/standards/popular-standards/iso-13485--medical-devices.html

International Organization for Standardization. (2019). ISO 14971:2019 — Dispositivos médicos: Aplicación de la gestión de riesgos a los dispositivos médicos. Recuperado el 20 de abril de 2026, de https://www.iso.org/es/contents/data/standard/07/27/72704.html

VIII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.

- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Foros de discusión guiada
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Práctica reflexiva mediante blogs, portafolios o diarios digitales

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%
- Metas de las unidades	30%
- Programa de auditoría de calidad	30%
Total	100%

X. PERFIL DOCENTE

Perfil de Ingeniería o licenciatura afín a la unidad de aprendizaje, preferible ostentar un posgrado en el área de ingeniería o con especialidad en calidad. Es recomendable contar con experiencia laboral y docencia mínima de dos años. La persona debe ser paciente, tolerante, prudente, tener habilidad para manejar grupos y expresarse de forma clara y concisa para favorecer el aprendizaje del estudiante. Además, ser capaz de transferir el conocimiento teórico y técnico por medio de casos prácticos y estar capacitado para desarrollar material didáctico, así como en el manejo de tecnologías digitales.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Ergonomía y Salud Ocupacional
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Práctica de Campo: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:08
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Juan Andrés López Barreras Claudia Camargo Wilson
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Ergonomía tiene como propósito preparar al estudiantado para el análisis del entorno de trabajo a través de técnicas y métodos validados con base a la normatividad vigente, privilegiando la toma de decisiones con ética en el abordaje y recomendaciones de mejora en los puestos de trabajo en materia de prevención de riesgos. Se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Producción.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar y gestionar proyectos que mejoren la salud ocupacional y la ergonomía dentro de las instalaciones de trabajo, con base en el estudio, análisis y aplicación de normas oficiales y estándares internacionales; relacionados con la prevención de los factores de riesgo ergonómicos, de salud y ambientales; para la correcta toma de decisiones y cumplimiento legal, de manera responsable, objetiva y colaborativa.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora y entrega propuesta de mejora con base en las áreas de oportunidad identificadas en la organización, que incluya un diagnóstico y evaluación de las condiciones actuales de uso de herramientas y/o equipos, entornos laborales y desarrollo de tareas, sustentado en los métodos de evaluación ergonómicos.

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

Diseñar, analizar, evaluar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Equidad Social y de Género; Inclusión e Innovación Social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Base legal y normativa

Competencia

Analizar principios teóricos y términos técnicos de ergonomía y salud ocupacional y su relación con otras disciplinas, para comprender el alcance de su aplicación e importancia, a través de la revisión de las obligaciones del patrón en la normativa disponible en sitios oficiales, de manera comprometida, responsable y ética.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de identificación de normativa aplicable.

Contenido

1.1. RFSST
1.2. NOM-036-1-STPS-2018
1.3. ISO 45001
1.4. NOM-017-STPS-2024
1.5. NOM-030-STPS-2009
1.6. NOM-035-STPS-2018

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

International Labour Office. (2010). *Ergonomic Checkpoints: Practical and Easy-to-implement Solutions for Improving Safety, Health and Working Conditions.* (2nd ed). International Labour Office. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/ebook-viewer/pdf/m6o46jpohj#

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018). NOM-036-1-STPS-2018. Factores de riesgo ergonómico en el trabajo. Identificación, Análisis, Prevención y Control. Parte 1: Manejo Manual de Carga. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2009). NOM-030-STPS-2009. Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo - Funciones y actividades. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3923/stps/stps.htm

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2024). NOM-017-STPS-2024. Equipo de protección personal - selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/9496/stps/stps.html

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018). NOM-035-STPS-2018. Factores de riesgo psicosocial en el trabajo. Identificación, Análisis, Previsión social. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2014). Reglamento Federal de seguridad y salud en el trabajo. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n152.pdf

Unidad II. Identificación y análisis de riesgos.

Competencia

Realizar el análisis de riesgos, mediante la identificación de los distintos tipos en las instalaciones y sus implicaciones como base para el desarrollo de los planes de prevención, con actitud proactiva, responsable y trabajo colaborativo

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Matriz de identificación riesgos

Contenido

2.1. Riesgo físico
2.2. Riesgo químico
2.3. Riesgo biológico
2.4. Riesgo mecánico

2.5. Riesgos ergonómicos
2.6. Riesgos psicosociales

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

International Labour Office. (2010). *Ergonomic Checkpoints : Practical and Easy-to-implement Solutions for Improving Safety, Health and Working Conditions.* (2nd ed). International Labour Office. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/ebook-viewer/pdf/m6o46jpohj#

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018). NOM-036-1-STPS-2018. Factores de riesgo ergonómico en el trabajo. Identificación, Análisis, Prevención y Control. Parte 1: Manejo Manual de Carga. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html [clásica]

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2009). NOM-030-STPS-2009. Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo - Funciones y actividades. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3923/stps/stps.htm [clásica]

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2024). NOM-017-STPS-2024. Equipo de protección personal - selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/9496/stps/stps.html

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018). NOM-035-STPS-2018. Factores de riesgo psicosocial en el trabajo. Identificación, Análisis, Previsión social. Ciudad de México.

Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018 [clásica]

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2014). Reglamento Federal de seguridad y salud en el trabajo. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n152.pdf [clásica]

Unidad III. Evaluación y control.

Competencia

Aplicar los métodos y principios de la ergonomía y salud ocupacional, a través del análisis del reconocimiento de los factores de riesgo, para el rediseño de los puestos de trabajo, de manera analítica, objetiva y colaborativa.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de evaluación

Contenido

3.1. Salud: Monitoreos Ambientales
3.2. Ergonómicos
- 3.2.1. Monitoreos de Manejo manual de carga
- 3.2.2. Posturas forzadas
- 3.2.3. Movimiento repetitivo

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

International Labour Office. (2010). *Ergonomic Checkpoints : Practical and Easy-to-implement Solutions for Improving Safety, Health and Working Conditions.* (2nd ed). International Labour Office. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/ebook-viewer/pdf/m6o46jpohj#

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018). NOM-036-1-STPS-2018. Factores de riesgo ergonómico en el trabajo. Identificación, Análisis, Prevención y Control. Parte 1: Manejo Manual de Carga. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html[clásica]

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2009). NOM-030-STPS-2009. Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo - Funciones y actividades. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3923/stps/stps.htm [clásica]

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2024). NOM-017-STPS-2024. Equipo de protección personal - selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/9496/stps/stps.html

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018). NOM-035-STPS-2018. Factores de riesgo psicosocial en el trabajo. Identificación, Análisis, Previsión social. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018 [clásica]

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2014). Reglamento Federal de seguridad y salud en el trabajo. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n152.pdf [clásica]

Unidad IV. Mejora continua e indicadores.

Competencia

Desarrollar los indicadores aplicables, a partir del plan de mejora propuesto, para medir el desempeño de las propuestas y justificar aquellas con mayor impacto en las condiciones del entorno laboral y en el cumplimiento de la normatividad vigente, de manera responsable y colaborativa.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Plan de mejora

Contenido

4.1. Comité de ergonomía
4.2. Programas de capacitación y vigilancia
    4.2.1. Musculoesquelética
    4.2.2. Auditiva
    4.2.3. Visual
    4.2.4. Respiratoria

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

International Labour Office. (2010). *Ergonomic Checkpoints : Practical and Easy-to-implement Solutions for Improving Safety, Health and Working Conditions.* (2nd ed). International Labour Office. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/ebook-viewer/pdf/m6o46jpohj# [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018). NOM-036-1-STPS-2018. Factores de riesgo ergonómico en el trabajo. Identificación, Análisis, Prevención y Control. Parte 1: Manejo Manual de Carga. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2009). NOM-030-STPS-2009. Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo - Funciones y actividades. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3923/stps/stps.htm [clásica]

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2024). NOM-017-STPS-2024. Equipo de protección personal - selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/9496/stps/stps.html

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018). NOM-035-STPS-2018. Factores de riesgo psicosocial en el trabajo. Identificación, Análisis, Previsión social. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018 [clásica]

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2014). Reglamento Federal de seguridad y salud en el trabajo. Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación.

https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n152.pdf [clásica]

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Base legal y normativa

Práctica 1: Reporte o reconocimiento para identificación de riesgos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Selecciona las normativas e identifica los numerales aplicables en su centro de trabajo.
3. Elabora el reporte de identificación de riesgos.

4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

Unidad II. Identificación y análisis de riesgos.

Práctica 2: Matriz de identificación de riesgos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Inspecciona el área e identifica los riesgos .
3. Elabora la matriz de identificación de riesgos.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

Unidad III. Evaluación y control.

Práctica 3: Reportes de evaluación ergonómica y de ambiente laboral

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Recaba información de los puestos.
3. Realiza las evaluaciones correspondientes.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.

5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

Unidad IV. Mejora continua e indicadores.

Práctica 4: Plan de mejora

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Redacta el plan de mejora que corresponda.
3. Elabora los indicadores necesarios para medir el desempeño de la mejora.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Base legal y normativa

Práctica 1: Reporte o reconocimiento para identificación de riesgos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Planea el recorrido por el centro de trabajo.
3. Rellena los formularios durante un recorrido por el centro de trabajo.

4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.
- Acceso o permisos de videograbación.

Unidad II. Identificación y análisis de riesgos.

Práctica 2: Matriz de identificación de riesgos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Carga la información solicitada en formularios en formato pdf, xls, doc.
3. Vacía la información en la sección correspondiente para las evaluaciones.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.
- Acceso o permisos de videograbación.

Unidad III. Evaluación y control.

Práctica 3: Reportes de evaluación ergonómica y de ambiente laboral

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Realiza las evaluaciones aplicables con la información recabada.

3. Elabora informes de los reportes de laboratorios externos.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.
- Acceso o permisos de videograbación.

Unidad IV. Mejora continua e indicadores.

Práctica 4: Plan de mejora

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Compara las evaluaciones contra el estado actual y elabora indicadores.
3. Elabora informe y cronograma de actividades para su implementación.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.
- Acceso o permisos de videograbación.

X. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS CAMPO

Unidad I. Base legal y normativa

Práctica 1: Reporte o reconocimiento para identificación de riesgos

Duración

08 horas

Procedimiento:

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Revisa la documentación interna existente en el centro de trabajo.
3. Compara contra inspecciones realizadas o recorridos y elabora informe.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.
- Acceso o permisos de videograbación.

Unidad II. Identificación y análisis de riesgos.

Práctica 2: Matriz de identificación de riesgos

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Inspecciona y compara contra recorrido por los procesos.
3. Elabora un borrador de la matriz de identificación de riesgos.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos

- Acceso a las áreas correspondientes.
- Acceso o permisos de videograbación.

Unidad III. Evaluación y control.

Práctica 3: Reportes de evaluación ergonómica y de ambiente laboral

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Revisa los reportes existentes en el centro de trabajo.
3. Compara contra información disponible en el centro de trabajo y elabora informe.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.
- Acceso o permisos de videograbación.

Unidad IV. Mejora continua e indicadores.

Práctica 4: Plan de mejora

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Verifica en sitio la factibilidad del plan propuesto en el taller.
3. Actualiza los indicadores necesarios para medir el desempeño de la mejora.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora

- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.
- Acceso o permisos de videograbación.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Foros de discusión guiada
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Gamificación o aprendizaje basado en juego

Estrategias de aprendizaje

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

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	10%
- Prácticas taller/laboratorio/campo	50%
- Actividades	20%
- Propuesta de mejora	20%
Total	100%

XIII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Ingeniería Industrial, preferentemente posgrado en área afín. Experiencia profesional en el área ingeniería industrial, y docente de al menos 2 años. Ser una persona proactiva, responsable 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 Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Modelos de Investigación de Operaciones
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 03 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 03 Créditos:10
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Juan Andrés López Barreras Teresa Carrillo Gutiérrez Jesús Everardo Olguín Tiznado
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar en las y los estudiantes la capacidad de formular, modelar y resolver problemas de optimización en sistemas productivos, mediante la aplicación de técnicas de investigación de operaciones y herramientas computacionales. Esto permite apoyar a las y los estudiantes en la toma de decisiones basada en datos y en la mejora del desempeño operativo en la industria de manufactura de dispositivos médicos. Se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Producción.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Formular y resolver modelos matemáticos de optimización en sistemas productivos, mediante la aplicación de técnicas de investigación de operaciones y herramientas de modelado computacional, para analizar escenarios, optimizar el uso de recursos y apoyar la toma de decisiones en entornos industriales, con pensamiento lógico, rigor analítico, objetividad y responsabilidad profesional.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Desarrolla un proyecto aplicado de modelado de investigación de operaciones, basado en una situación real o simulada, que incluya un reporte técnico estructurado (introducción, planteamiento del problema, modelo matemático, resultados, análisis, conclusiones y recomendaciones) y presentación ejecutiva, así como:

- Planteamiento y delimitación del problema
- Obtención y análisis de datos relevantes
- Formulación del modelo matemático (variables, función objetivo y restricciones)
- Resolución del modelo mediante herramientas computacionales
- Análisis e interpretación de resultados
- Evaluación de escenarios (análisis de sensibilidad)
- Propuesta de mejora sustentada

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

Crear e implementar soluciones a los problemas de procesos industriales, mediante la aplicación de modelos en la toma de decisiones, con herramientas fundamentales de las ciencias básicas y de la ingeniería industrial y tecnologías digitales relacionadas con la optimización de procesos para incrementar la competitividad y sustentabilidad de la industria de dispositivos médicos. Con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia; Innovación.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos y Formulación de modelos matemáticos

Competencia

Desarrollar modelos matemáticos, a través de estudio de casos, para identificar proyectos de mejora con investigación de operaciones como técnica de optimización de recursos, con responsabilidad y sentido crítico.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de resultados que incluya el modelo matemático desarrollado.

Contenido

1.1. Introducción a la Investigación de Operaciones
    1.1.1. Definición, alcance y aplicaciones en sistemas productivos
    1.1.2. Enfoque de modelado en la toma de decisiones
1.2. Naturaleza de los modelos matemáticos
    1.2.1. Modelos determinísticos vs probabilísticos
    1.2.2. Modelos estáticos vs dinámicos
1.3. Elementos de un modelo de optimización
    1.3.1. Variables de decisión
    1.3.2. Parámetros
    1.3.3. Función objetivo
    1.3.4. Restricciones
1.4. Formulación de modelos matemáticos
    1.4.1. Traducción de problemas reales a modelos matemáticos
    1.4.2. Supuestos y simplificaciones
1.5. Introducción a programación lineal
    1.5.1. Estructura general del modelo
    1.5.2. Ejemplos aplicados a manufactura

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Dilip Kumar Adhwarjee. (2021). *Theory and Applications of Operations Research*. Laxmi Publications Pvt Ltd.

https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/search/details/bs7xxvti35?db=e000xww&limiters=None&q=operation%20research&searchMode=boolean [clásica]

Hillier, F. & Lieberman, G. J. (2023). *Introducción a la investigación de operaciones Plus* (11th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520609

Kenneth D. Lawrence, & Dinesh R. Pai. (2020). *Applications of Management Science* (Vol. 00020). Emerald Publishing Limited. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/search/details/mqgnkagsqr?db=e000xww&limiters=None&q=operation%20research&searchMode=boolean [clásica]

Sharma, J. K. (2016). *Operations Research : Theory and Applications* (Sixth edition). Laxmi Publications Pvt Ltd. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/search/details/ywizdi7ejj?db=e000xww&limiters=None&q=operation%20research&searchMode=boolean [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Puente, M. (2018). *Programación Lineal para la toma de decisiones.* La Caracola Editores. http://blogs.mat.ucm.es/bvitoriano/wp-content/uploads/sites/69/2023/02/MM_PMII_I_IIb.pdf [clásica]

Vitoriano B. (2023). *Programación Matemática: Métodos de Optimización.* Editorial Universidad Complutense de Madrid. http://blogs.mat.ucm.es/bvitoriano/wp-content/uploads/sites/69/2023/02/MM_PMII_I_IIb.pdf

Unidad II. Optimización de sistemas productivos

Competencia

Resolver problemas de programación lineal y no lineal, a través de la aplicación de la metodología del método simplex, para la toma de decisiones en procesos productivos, con sentido crítico y trabajo en equipo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de resultados que incluya el modelo matemático resuelto.

Contenido

2.1. Modelos de programación lineal
    2.1.1. Formulación avanzada de modelos
    2.1.2. Modelos de maximización y minimización
2.2. Métodos de solución

2.2.1. Método gráfico
2.2.2. Introducción al método simplex
2.3. Resolución mediante herramientas computacionales
2.3.1. Excel Solver y aplicaciones de Inteligencia artificial
2.3.2. Interpretación de reportes técnicos
2.4. Análisis de sensibilidad
2.4.1. Cambios en coeficientes de la función objetivo y recursos disponibles
2.4.2. Rangos de optimalidad y factibilidad
2.5. Toma de decisiones basada en modelos
2.5.1. Interpretación gerencial de resultados
2.5.2. Limitaciones del modelo

Duración

15 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Dilip Kumar Adhwarjee. (2021). *Theory and Applications of Operations Research*. Laxmi Publications Pvt Ltd. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/search/details/bs7xxvti35?db=e000xww&limiters=None&q=operation%20research&searchMode=boolean [clásica]

Kenneth D. Lawrence, & Dinesh R. Pai. (2020). *Applications of Management Science* (Vol. 00020). Emerald Publishing Limited. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/search/details/mqgnkagsqr?db=e000xww&limiters=None&q=operation%20research&searchMode=boolean [clásica]

Muñoz, R. V.; Duarte, L.; Ochoa, M. B.; Aguilar, J. A. (2024). *Investigación de Operaciones para la Gestión Administrativa*. Cengage. https://libcon.rec.uabc.mx:2258/visorBook.aspx?i=38359&t=3ADB4A01-40CE-4808-91A8-DE9A8CED0EC4

Sharma, J. K. (2016). *Operations Research : Theory and Applications* (Sixth edition). Laxmi Publications Pvt Ltd. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/search/details/ywizdi7ejj?db=e000xww&limiters=None&q=operation%20research&searchMode=boolean [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Puente, M. (2018). *Programación Lineal para la toma de decisiones.* La Caracola Editores. http://blogs.mat.ucm.es/bvitoriano/wp-content/uploads/sites/69/2023/02/MM_PMII_I_IIb.pdf [clásica]

Taja, H. (2004). *Investigación de operaciones.* Editorial McGraw Hill. https://books.google.com.mx/books?id=3oHztjMSuL8C&lpg=PR1&pg=PR4#v=onepage&q&f=false [clásica]

Vitoriano B. (2023). *Programación Matemática: Métodos de Optimización.* Editorial Universidad Complutense de Madrid. http://blogs.mat.ucm.es/bvitoriano/wp-content/uploads/sites/69/2023/02/MM_PMII_I_IIb.pdf

Unidad III. Modelado por computadora

Competencia

Evaluar cambios en las condiciones del modelo de PL, a través del uso de aplicaciones informáticas, para interpretación de resultados y análisis de sensibilidad del modelo matemático ya solucionado, con responsabilidad, trabajo en equipo y sentido crítico.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de resultados que incluya el análisis de sensibilidad realizado con el apoyo de una aplicación informática.

Contenido

3.1. Herramientas computacionales para IO

3.1.1. Excel Solver (profundización)
3.1.2. Aplicaciones de inteligencia artificial
3.2. Validación del modelo
3.2.1. Verificación de consistencia
3.2.2. Pruebas de resultados
3.3. Análisis de escenarios
3.3.1. Escenarios optimista, pesimista y base
3.3.2. Simulación básica en hojas de cálculo
3.4. Visualización de resultados
3.4.1. Tablas, gráficas e interpretación
3.5. Introducción a software de simulación
3.5.1. Arena y simprocess y/o aplicaciones de inteligencia artificial

Duración

09 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Dilip Kumar Adhwarjee. (2021). *Theory and Applications of Operations Research*. Laxmi Publications Pvt Ltd. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/search/details/bs7xxvti35?db=e000xww&limiters=None&q=operation%20research&searchMode=boolean [clásica]

Kenneth D. Lawrence, & Dinesh R. Pai. (2020). *Applications of Management Science* (Vol. 00020). Emerald Publishing Limited. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/search/details/mqgnkagsqr?db=e000xww&limiters=None&q=operation%20research&searchMode=boolean [clásica]

Muñoz, R. V.; Duarte, L.; Ochoa, M. B.; Aguilar, J. A. (2024). Investigación de Operaciones para la Gestión Administrativa. México: Cengage. https://libcon.rec.uabc.mx:2258/visorBook.aspx?i=38359&t=3ADB4A01-40CE-4808-91A8-DE9A8CED0EC4

Sharma, J. K. (2016). *Operations Research : Theory and Applications* (Sixth edition). Laxmi Publications Pvt Ltd. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/search/details/ywizdi7ejj?db=e000xww&limiters=None&q=operation%20research&searchMode=boolean [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Puente, M. (2018). *Programación Lineal para la toma de decisiones.* La Caracola Editores. http://blogs.mat.ucm.es/bvitoriano/wp-content/uploads/sites/69/2023/02/MM_PMII_I_IIb.pdf [clásica]

Vitoriano B. (2023). Programación Matemática: Métodos de Optimización. Editorial Universidad Complutense de Madrid. http://blogs.mat.ucm.es/bvitoriano/wp-content/uploads/sites/69/2023/02/MM_PMII_I_IIb.pdf

Unidad IV. Aplicaciones en sistemas industriales

Competencia

Aplicar las técnicas y metodologías de la Investigación de Operaciones, para la solución de problemas de campo, mediante el planteamiento de modelos matemáticos, con responsabilidad, disciplina y trabajo de equipo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de resultados que incluya la descripción del problema, obtención de datos, procesamiento de datos (aplicación del modelo) y conclusión o interpretación de los resultados.

Contenido

4.1. Aplicaciones en sistemas de producción
- 4.1.1. Planeación de producción
- 4.1.2. Asignación de recursos

4.2. Modelos de redes
- 4.2.1. Problema de transporte
- 4.2.2. Problema de asignación

4.3. Desarrollo e integración del proyecto aplicado
- 4.3.1. Integración de conocimientos

4.3.2. Impacto en costos, tiempo y calidad
4.3.3. Propuesta de mejora basada en modelado matemático

Duración

14 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Dilip Kumar Adhwarjee. (2021). *Theory and Applications of Operations Research*. Laxmi Publications Pvt Ltd. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/search/details/bs7xxvti35?db=e000xww&limiters=None&q=operation%20research&searchMode=boolean [clásica]

Kenneth D. Lawrence, & Dinesh R. Pai. (2020). *Applications of Management Science* (Vol. 00020). Emerald Publishing Limited. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/search/details/mqgnkagsqr?db=e000xww&limiters=None&q=operation%20research&searchMode=boolean [clásica]

Muñoz, R. V.; Duarte, L.; Ochoa, M. B. & Aguilar, J. A. (2024). *Investigación de Operaciones para la Gestión Administrativa.* Cengage. https://libcon.rec.uabc.mx:2258/visorBook.aspx?i=38359&t=3ADB4A01-40CE-4808-91A8-DE9A8CED0EC4

Sharma, J. K. (2016). *Operations Research : Theory and Applications* (Sixth edition). Laxmi Publications Pvt Ltd. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/c/6wx7bd/search/details/ywizdi7ejj?db=e000xww&limiters=None&q=operation%20research&searchMode=boolean [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Puente, M. (2018). *Programación Lineal para la toma de decisiones.* La Caracola Editores. http://blogs.mat.ucm.es/bvitoriano/wp-content/uploads/sites/69/2023/02/MM_PMII_I_IIb.pdf [clásica]

Taja, H. (2012). *Investigación de operaciones.* Editorial McGraw Hill. https://fad.unsa.edu.pe/bancayseguros/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/investigacic3b3n-de-operaciones-9na-edicic3b3n-hamdy-a-taha-fl.pdf [clásica]

Vitoriano B. (2023). *Programación Matemática: Métodos de Optimización.* Editorial Universidad Complutense de Madrid. http://blogs.mat.ucm.es/bvitoriano/wp-content/uploads/sites/69/2023/02/MM_PMII_I_IIb.pdf

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos y formulación de modelos matemáticos

Práctica 1: Formulación de modelos matemáticos

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Recopila la información requerida y desarrolla un borrador del modelo.
3. Verifica y resuelve el modelo matemático manualmente.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos

- Acceso a las áreas correspondientes.

Unidad II. Optimización de sistemas productivos

Práctica 2: Análisis de sensibilidad y mejora

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Realiza el análisis de sensibilidad y analiza los cambios en el modelo manualmente.
3. Verifica cambios e interpreta los resultados y toma decisiones sin apoyo de software.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

Unidad III. Modelado por computadora

Práctica 3: Modelado y toma de decisiones

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Comprueba el modelo, ejecuta el análisis de sensibilidad y analiza los cambios en el modelo y, sin apoyo de software, interpreta los resultados y toma decisiones.
3. Elabora informe de resultados.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet

- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes

Unidad IV. Aplicaciones en sistemas industriales

Práctica 4: Aplicación práctica de investigación de operaciones

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Documenta en formato libre la aplicación del modelo que incluye: el desarrollo de las etapas de modelado, solución, análisis de sensibilidad, interpretación de resultados.
3. Elabora informe de resultados que incluya conclusiones y recomendaciones.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Fundamentos y formulación de modelos matemáticos

Práctica 1: Formulación de modelos matemáticos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Solicita la información requerida y desarrolla el modelo con apoyo de software.
3. Resuelve el modelo matemático con apoyo de software.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes

Unidad II. Optimización de sistemas productivos

Práctica 2: Análisis de sensibilidad y mejora

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Realiza el análisis de sensibilidad y analiza los cambios en el modelo con apoyo de software.
3. Interpreta los resultados con apoyo de software y toma decisiones.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

Unidad III. Modelado por computadora

Práctica 3: Modelado y toma de decisiones

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Comprueba el modelo, ejecuta el análisis de sensibilidad y analiza los cambios en el modelo con apoyo de software, después interpreta los resultados y toma decisiones.
3. Elabora informe de resultados.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega a su docente para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes

Unidad IV. Aplicaciones en sistemas industriales

Práctica 4: Aplicación práctica de investigación de operaciones

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del académico o académica.
2. Con apoyo de software, documenta el modelo incluyendo en análisis por computadora de las etapas de modelado, solución, análisis de sensibilidad, interpretación de resultados.
3. Elabora informe de resultados que incluya conclusiones y recomendaciones.
4. Expone los resultados y recibe retroalimentación.
5. Entrega al académico para su evaluación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Acceso a Internet
- Acceso a documentos técnicos
- Acceso a las áreas correspondientes.

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados en ambientes virtuales. Deben considerar si la interacción es síncrona y/o asíncrona, el uso de recursos digitales y la autonomía del estudiante.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Aprendizaje basado en problemas (ABP): resolución de problemas reales de optimización en sistemas productivos.
- Aprendizaje basado en proyectos: desarrollo progresivo de un modelo matemático aplicado a un sistema real o simulado.
- Ejercicios guiados: formulación y resolución paso a paso de modelos de programación lineal.
- Uso de software especializado: aplicación de herramientas como Excel Solver o similares para la resolución de modelos.
- Estudio de casos: análisis de situaciones reales en manufactura y servicios para la toma de decisiones.
- Clase invertida (flipped classroom): revisión previa de contenidos teóricos mediante recursos digitales, para aprovechar las sesiones en la resolución de problemas.
- Simulación computacional básica: evaluación de escenarios mediante herramientas digitales.
- Retroalimentación continua: seguimiento del avance del estudiante mediante revisiones periódicas del desarrollo del modelo.

Estrategias de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para adquirir, organizar, comprender y aplicar el conocimiento en entornos digitales. Estas estrategias deben fomentar la autonomía, la autorregulación y el pensamiento crítico en medios virtuales.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Resolución de problemas: formulación y solución de modelos matemáticos en distintos contextos.
- Aprendizaje autorregulado: uso de plataformas digitales para revisar contenidos, realizar ejercicios y entregar actividades.
- Desarrollo de modelos matemáticos: traducción de problemas reales a representaciones matemáticas estructuradas.
- Uso de herramientas computacionales: aplicación de software para resolver y analizar modelos.
- Análisis e interpretación de resultados: evaluación crítica de soluciones obtenidas y su impacto en la toma de decisiones.
- Trabajo colaborativo: desarrollo de actividades en equipo para resolver problemas complejos.
- Investigación documental: consulta de fuentes académicas para sustentar el modelado y análisis.
- Participación en entornos virtuales: interacción en foros, asesorías y sesiones síncronas.
- Desarrollo de proyecto integrador: aplicación de conocimientos en un caso real o simulado.

Integración de la modalidad semipresencial

La unidad de aprendizaje combinará actividades presenciales y virtuales de la siguiente manera:

- **Sesiones presenciales:**
  - Resolución de ejercicios complejos
  - Desarrollo de modelos matemáticos
  - Uso guiado de software
  - Retroalimentación directa
- **Sesiones virtuales:**
  - Revisión de contenidos teóricos (videos, lecturas)
  - Resolución de ejercicios individuales
  - Participación en foros de discusión

    - Entrega de actividades y avances del proyecto
- **Actividades de laboratorio:**
    - Implementación de modelos en software
    - Análisis de sensibilidad
    - Evaluación de escenarios

XI. 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	10%
- Prácticas taller/laboratorio	40%
- Actividades	20%
- Proyecto de Modelado Matemático	30%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

Profesional con perfil en Ingeniería Industrial, Sistemas o área afín, de preferencia con estudios de posgrado. Debe tener experiencia en investigación de operaciones, modelado matemático y uso de software como Excel Solver, aplicaciones de inteligencia artificial y experiencia docente de al menos dos años. Asimismo, deberá promover el aprendizaje activo, el pensamiento lógico y el trabajo en equipo en modalidad semipresencial.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Procesos de Manufactura
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapa de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Alma Delia Corrales Orozco Víctor Manuel García Rosas Juan Ramón Pérez Morales
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje tiene como propósito que el estudiantado conozca los procedimientos de elaboración de productos médicos y los materiales necesarios para cumplir con los requisitos normativos. Así como adquirir capacidades y habilidades para el manejo responsable y eficiente de los recursos. Se ubica en la etapa disciplinaria; es de carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar los distintos materiales y procedimientos de manufactura mediante el análisis del ciclo de vida del producto para cumplir los requerimientos normativos vigentes, con el propósito de utilizar de manera eficiente los recursos, los costos y el tiempo de producción, así como reducir el impacto ambiental, con responsabilidad y trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora y entrega un proyecto final que involucre el uso de uno o más procesos de manufactura en la fabricación de un producto, identificando las propiedades organolépticas, físicas y químicas, de los materiales utilizados, Se deberá justificar la propuesta de fabricación del producto, los costos asociados, incluyendo los materiales y equipos necesarios, así como las instrucciones de trabajo necesarias para realizar el proceso, considerando las medidas de seguridad en la operación de los equipos.

Elabora y entrega los reportes técnicos de las prácticas y del taller de procesos de manufactura, que incluyen una base teórica, medidas de seguridad, procedimientos, resultados y conclusiones de aprendizaje.

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

Establecer, implementar, mantener y mejorar sistemas integrales de gestión en apego a la normatividad nacional e internacional, para garantizar la calidad de los bienes en un marco de sustentabilidad, con objetividad, respeto y profesionalismo.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Inclusión; Excelencia e Innovación Social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción y propiedades de los materiales

Competencia

Analizar y caracterizar las propiedades físicas, químicas, organolépticas y ecológicas de los materiales de ingeniería mediante la evaluación de su comportamiento frente a los procesos de manufactura médica, para seleccionar la alternativa óptima que garantice la biocompatibilidad y la funcionalidad del producto, con pensamiento crítico, responsabilidad ética y apego a los estándares de calidad del sector salud.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaboración de un reporte técnico donde se analice el ciclo de vida de un producto médico

Contenido

1.1. Propiedades físicas
1.2. Propiedades químicas
1.3. Propiedades organolépticas
1.4. Propiedades ecológicas.

Duración

03 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T. y Solís-Quintero, M. M. (2016). *Procesos de manufactura. Aplicaciones prácticas*. UABC. [clásica]

Groover, M. P. (2019). *Introducción a los procesos de manufactura.* McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Ortiz Sánchez, Y., Cañas Mendoza, L. A. y Marulanda Arévalo, J. L. *(2024). Introducción a los procesos de manufactura.* Facultad de Tecnología.

Unidad II. Polímeros y moldeo de plásticos

Competencia

Seleccionar los polímeros y sus procesos de moldeo adecuados mediante el análisis de sus propiedades y características, así como la clasificación de termoplásticos, termoestables y elastómeros, para determinar la manufactura óptima de componentes industriales con responsabilidad ambiental.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar un reporte en el que se asigne a las y los estudiantes un producto industrial específico, y se justifique qué tipo de polímero utilizar y qué proceso de manufactura resulta idóneo para su fabricación.

Contenido

2.1. Propiedades y caracterización de polímeros
2.2. Clasificación: termoplásticos, termoestables y elastómeros
2.3. Procesos para moldear termoplásticos y termofijos
2.4. Producción de hojas, películas, filamentos y hule

Duración

09 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Groover, M. P. (2020). *Fundamentos de manufactura moderna* (3.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

de Ita de la Torre, A. S. y Franco Velázquez, F. (2022). *Ingeniería de materiales.* Universidad Autónoma Metropolitana.

Ortiz Sánchez, Y., Cañas Mendoza, L. A. y Marulanda Arévalo, J. L. *(2024). Introducción a los procesos de manufactura.* Facultad de Tecnología.

Unidad III. Materiales avanzados en la industria

Competencia

Clasificar el uso de materiales avanzados, como aleaciones, cerámicos, compuestos y semiconductores, mediante la comparación de su comportamiento ante distintos requerimientos de ingeniería, para proponer soluciones de manufactura de forma colaborativa y con prudencia en el manejo de las especificaciones.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte que clasifica el uso de materiales avanzados (aleaciones, cerámicos, compuestos y semiconductores) y compara su comportamiento ante distintos requisitos de ingeniería para proponer soluciones de manufactura.

Contenido

3.1. Materiales no ferrosos (aluminio, cobre y aleaciones como el titanio)
3.2. Materiales cerámicos
3.3. Materiales compuestos
3.4. Materiales semiconductores (para equipos electromédicos y biosensores)

Duración

09 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Groover, M. P. (2020). *Fundamentos de manufactura moderna* (3.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Ortiz Sánchez, Y., Cañas Mendoza, L. A. y Marulanda Arévalo, J. L. (2024*). Introducción a los procesos de manufactura.* Facultad de Tecnología.

Unidad IV. Formado y maquinado de precisión (CNC)

Competencia

Planificar la fabricación de componentes industriales y biomédicos, a través de la selección de los métodos de extrusión, de maquinado de precisión y optimización de los tiempos de ciclo, para cumplir las especificaciones de diseño, con rigor técnico y responsabilidad en el uso de los equipos.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Hoja de Ruta de Manufactura: Se entrega a las y los estudiantes el plano técnico de una pieza compleja; deben entregar un reporte en el que definen la secuencia lógica de fabricación: ¿Qué parte se conforma primero? ¿Qué operaciones realiza el torno o la fresadora? ¿En qué momento entra el CNC?

Contenido

4.1. Extrusión, trefilado y conformado de láminas metálicas.
4.2. Procesos de maquinado tradicionales: torneado, taladrado y fresado.
4.3. Cálculo de tiempo de maquinado.
4.4. Máquinas CNC (esenciales para la fabricación de implantes y prótesis).

Duración

09 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Groover, M. P. (2020). *Fundamentos de manufactura moderna* (3.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Ortiz Sánchez, Y., Cañas Mendoza, L. A. y Marulanda Arévalo, J. L. (2024). *Introducción a los procesos de manufactura.* Facultad de Tecnología.

Unidad V. Tratamientos térmicos, limpieza y acabado

Competencia

Seleccionar los procesos de modificación y protección de superficies mediante la evaluación del impacto térmico, químico y mecánico en los materiales, para optimizar el desempeño final del producto, con rigor técnico y responsabilidad en el manejo de sustancias.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Hoja de Especificación Técnica (Process Sheet): Las y los estudiantes seleccionan un componente industrial específico en el que desarrollan la ficha técnica, detallando qué tratamiento térmico requiere, qué proceso de limpieza previo necesita y qué recubrimiento o acabado final llevará a cabo, y justifican cada decisión.

Contenido

5.1. Procesos de tratamiento térmico total y superficial

5.2. Limpieza de superficies
5.3. Procesos de limpieza química y mecánica
5.4. Acabados superficiales y métodos de aplicación

Duración

09 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Groover, M. P. (2020). *Fundamentos de manufactura moderna* (3.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Ortiz Sánchez, Y., Cañas Mendoza, L. A. y Marulanda Arévalo, J. L. (2024). *Introducción a los procesos de manufactura*. Facultad de Tecnología.

Unidad VI. Ensambles, deterioro y protección de materiales

Competencia

Especificar técnicas de unión y tratamientos de protección superficial, mediante el análisis de los fenómenos de degradación por oxidación y corrosión, para asegurar la confiabilidad de componentes industriales y médicos, conforme a las normativas de calidad, con responsabilidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Auditoría de Deterioro (Estudio de Caso Inverso): Entregar a las y los estudiantes un caso documentado de una falla crítica en la industria (o en el sector biomédico) causada por la corrosión en una unión o un ensamble. El equipo debe auditar el caso, identificar qué tipo de corrosión ocurrió y proponer un rediseño del ensamble y un método anticorrosivo que habría evitado la falla.

Contenido

6.1. Clasificación de los procesos de unión y de ensamble (permanentes, semipermanentes y no permanentes)
6.2. Oxidación y formas específicas de corrosión
6.3. Pasivación de metales y aleaciones (estándar obligatorio para el instrumental quirúrgico)
6.4. Métodos anticorrosivos en general

Duración

09 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

de Ita de la Torre, A. S., & Franco Velázquez, F. (2022). *Ingeniería de materiales* (1.ª ed.). Universidad Autónoma Metropolitana.

Sastri, V. R. (2021). *Plastics in medical devices: Properties, requirements, and applications* (3rd ed.). William Andrew. https://doi.org/10.1016/C2020-0-01878-5 [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Food and Drug Administration. (s. f.). *Code of Federal Regulations, Title 21*. https://www.ecfr.gov/current/title-21

Ortiz Sánchez, Y., Cañas Mendoza, L. A., & Marulanda Arévalo, J. L. (2024). *Introducción a los procesos de manufactura.* Editorial Universidad Tecnológica de Pereira. https://doi.org/10.22517/9789587229905

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Introducción y propiedades de los materiales

Práctica 1: Análisis y categorización de materiales para uso médico.

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Se incorpora al equipo de trabajo para la práctica.
2. Analiza un kit con diversas muestras de materiales.
3. Utiliza la guía de observación en la que los equipos de trabajo deberán registrar las propiedades físicas, químicas y organolépticas de cada muestra.
4. Discute y emite un veredicto preliminar sobre la idoneidad y la viabilidad ecológica de cada material, sentando las bases para el análisis del ciclo de vida del producto.

Recursos de apoyo

- Muestras físicas de materiales médicos
- Formatos de inspección técnica
- Equipo de seguridad básico

Unidad II. Polímeros y moldeo de plásticos

Práctica 2: Simulación de moldeo y selección de polímeros ante contingencias.

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Se incorpora al equipo de trabajo para la práctica.
2. Clasifica qué tipo de polímero (termoplástico, termoestable o elastómero) es el adecuado para un producto asignado (p.ej., jeringas o catéteres).
3. Presenta la propuesta de proceso de moldeo.
4. Elabora un "Reto Contrarreloj": se les notificará una escasez global simulada del polímero elegido. Los equipos tendrán que recalcular ágilmente una segunda opción viable que cumpla con la biocompatibilidad requerida y coevaluar rápidamente la viabilidad técnica de la propuesta de otro equipo.

Recursos de apoyo

- Catálogos de polímeros médico
- muestras físicas
- Plantillas de evaluación entre pares

Unidad III. Materiales avanzados en la industria

Práctica 3: Matriz de decisión para aleaciones, cerámicos y biosensores.

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Forma equipos de trabajo con tus compañeros.
2. Analiza escenarios como los de un implante óseo o de un equipo electromédico.

3. Clasifica y compara el comportamiento de las aleaciones, los cerámicos, los compuestos y los semiconductores.
4. Elabora una matriz de decisión que proponga la solución de manufactura óptima para cada requerimiento.

Recursos de apoyo

- Fichas técnicas de aleaciones no ferrosas
- Cerámicas y semiconductores
- Plantillas de matrices

Unidad IV. Formado y maquinado de precisión (CNC)

Práctica 4: Hoja de ruta de manufactura y control de desviaciones.

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Se incorpora al equipo de trabajo para la práctica.
2. Elabora el plano técnico de un implante
3. Define la secuencia lógica (Hoja de Ruta)
4. Determina qué parte se conforma primero, las operaciones de torneado o fresado tradicionales y la intervención del CNC,
5. Incluye el cálculo del tiempo de maquinado.

Recursos de apoyo

- Planos técnicos de implantes
- Calculadoras
- Tablas de parámetros de corte

Unidad V. Tratamientos térmicos, limpieza y acabado

Práctica 5: Ficha técnica (Process Sheet) y coevaluación de ingeniería.

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Se incorpora al equipo de trabajo para la práctica.

2. Utiliza un bisturí o una pinza quirúrgica para observar el tratamiento térmico, el proceso de limpieza química/mecánica y el acabado superficial necesarios.
3. Elabora la Hoja de Especificación Técnica en la que se muestre el procedimiento de tratamiento térmico.
4. Implementa una dinámica de intercambio entre los equipos, en la que intercambien sus Hojas de Especificación Técnica y cada equipo actúa como un departamento de aseguramiento de la calidad.
5. Revisa críticamente el trabajo de sus compañeros usando una lista de cotejo de calidad.
6. Emite un reporte de aprobación o rechazo técnico basado en la seguridad.

Recursos de apoyo

- Formatos de Process Sheet (Hojas de Especificación Técnica
- Manuales de tratamientos térmicos
- Listas de cotejo de calidad

Unidad VI. Ensambles, deterioro y protección de materiales

Práctica 6: Auditoría de deterioro y comité de pasivación.

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Se incorpora al equipo de trabajo para la práctica.
2. Audita un expediente sobre una falla crítica en el que se identifica el fenómeno de degradación por oxidación y se propone un rediseño.
3. Especifica los métodos anticorrosivos y el estándar obligatorio aplicables al instrumental o dispositivo médico.

Recursos de apoyo

- Expedientes de casos de falla
- Normativas FDA - Code of Federal Regulations Title 21
- Rúbricas de evaluación oral

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Introducción y propiedades de los materiales

Práctica 1: Etapas del ciclo de vida de un producto

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Analiza previamente la lectura “Historia ampliada y comentada del Análisis del Ciclo de Vida (ACV)”, con una bibliografía selecta, de Chacón Vargas (2020).
3. Identifica y realiza la búsqueda de casos aplicados de ACV en las diferentes bases de datos disponibles y léelos.
4. Compara y reflexiona sobre el resultado y la importancia de que en las empresas se realice un ACV y explica qué puede concluir de la lectura seleccionada.
5. Aplica el análisis a casos reales de ciclo de vida de dispositivos médicos.
6. Identifica logros y áreas de mejora en el ciclo de vida de un dispositivo médico.
7. Propone ajustes en la selección de materiales para el ciclo de vida de un dispositivo médico.
8. Registra el análisis en un reporte técnico como evidencia de aprendizaje.
9. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
10. Integra la evaluación y recibe retroalimentación tanto de forma grupal como de su docente.

Recursos de apoyo

- Manual de práctica
- Planos
- Software CAD
- Computadora personal con licencia
- Acceso a Internet

Unidad II. Polímeros y moldeo de plásticos

Práctica 2: Procesos con Plásticos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica los criterios de evaluación para la selección de polímeros en los procesos de fabricación de dispositivos médicos.

3. Analiza los diferentes tipos de procesos con polímeros para dispositivos médicos mediante moldeo por inyección.
4. Identifica los requisitos funcionales de los dispositivos médicos (resistencia mecánica, transparencia, esterilización, seguridad del paciente, entre otros).
5. Analiza las propiedades de distintos materiales poliméricos candidatos (por ejemplo, polipropileno, polietileno, policarbonato) a partir de fichas técnicas (datasheets).
6. Compara las propiedades de los materiales seleccionados, considerando criterios como la resistencia, la temperatura de procesamiento, la biocompatibilidad y el costo.
7. Selecciona el material más adecuado para la fabricación de un dispositivo médico y justifica la decisión con base en criterios técnicos.
8. Identifica los logros y las áreas de mejora en el proceso de selección de materiales idóneos.
9. Propone ajustes en la selección del material, considerando posibles condiciones de fabricación y de uso del dispositivo médico.
10. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un reporte técnico que incluya el análisis comparativo de materiales, la justificación de la selección y las referencias en formato APA.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Manual de práctica
- Planos
- Software CAD
- Computadora o tablet

Unidad III. Materiales avanzados en la industri

Práctica 3: Caracterización y Aplicación de Materiales Avanzados

Duración
03 horas

Procedimiento
1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica los criterios de evaluación para la selección de materiales avanzados en la fabricación de dispositivos médicos.
3. Identifica los requisitos funcionales de los dispositivos médicos (resistencia mecánica, transparencia, esterilización, seguridad del paciente, entre otros) y su relación con los materiales avanzados.
4. Analiza las propiedades *físicas, químicas y mecánicas de* los *materiales avanzados y comprende su relación con las aplicaciones tecnológicas modernas.*

5. Compara las propiedades de los materiales seleccionados, considerando criterios como la resistencia, la temperatura de procesamiento, la biocompatibilidad y el costo.
6. Selecciona los materiales avanzados más adecuados para la fabricación de un dispositivo médico y justifica la decisión con base en criterios técnicos, económicos y ecológicos.
7. Identifica los logros y las áreas de mejora en el proceso de selección de materiales avanzados idóneos.
8. Propone ajustes en la selección de los materiales avanzados incluyendo categorías (Nanotecnología, Ciencia de materiales, Grafeno, Materiales compuestos, Materiales inteligentes) considerando posibles condiciones de manufactura y de uso final del dispositivo médico
9. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un reporte técnico que incluya el análisis comparativo de materiales, la justificación de la selección y las referencias en formato APA.
10. Integra la evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Internet
- Computadora
- Tablet o smartphone

Unidad IV. Formado y maquinado de precisión (CNC)

Práctica 4: Tiempo de maquinado

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica los criterios de evaluación en la selección de materiales, considerando, resistencia mecánica y costos.
3. Analiza las propiedades de materiales utilizados en dispositivos médicos, calculando el tiempo de maquinado en los procesos tradicionales,
4. Compara los resultados con los requerimientos teóricos y normativos aplicables.
5. Aplica el análisis a un dispositivo médico específico para seleccionar el material y el proceso de maquinado.
6. Elabora una matriz de decisión que integre el material y el proceso de maquinado.
7. Identifica los logros y las áreas de mejora en la selección de materiales y en el tiempo de maquinado.
8. Propone ajustes para optimizar la eficiencia, la seguridad y la viabilidad del maquinado.

9. Realiza un reporte técnico como evidencia de aprendizaje.
10. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Calculadora
- Ejercicios impresos

Práctica 5: Control numérico computarizado CNC

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica los criterios de evaluación para la selección de materiales, considerando la biocompatibilidad, la resistencia mecánica, la esterilización y los costos.
3. Analiza las propiedades de los materiales empleados en dispositivos médicos y relacionalas con el proceso de maquinado CNC.
4. Compara los resultados con los requisitos teóricos y normativos aplicables.
5. Aplica el análisis a un dispositivo médico específico para seleccionar material, tiempo y costo, en el proceso de maquinado CNC.
6. Elabora una matriz de decisión que integre el material, el costo y la aplicación del CNC.
7. Identifica los logros y las áreas de mejora en la selección de materiales y en los procesos CNC.
8. Propone ajustes para optimizar la eficiencia, la seguridad y la viabilidad del diseño para su fabricación mediante CNC.
9. Registra el análisis en un reporte técnico como evidencia de aprendizaje.
10. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación tanto de forma grupal como de su docente.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Internet
- Computadora
- Tablet o smartphone

Unidad V. Tratamientos térmicos, limpieza y acabado

Práctica 6: Limpieza de Metales

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Analiza los procesos de limpieza, pasivación y tratamiento superficial de una pieza metálica de grado médico (como el acero inoxidable 316L o aleaciones de titanio).
2. Implementa controles estrictos en los equipos de lavado y pasivación para evitar la contaminación cruzada.
3. Asegura que toda la maquinaria en las áreas controladas (cuartos limpios) funcione correctamente
4. Revisa y valida con regularidad el proceso de limpieza conforme a normativas estrictas (p. ej., ISO 13485, FDA). Tecnologías como la inspección por ultrasonido, el conteo de partículas, las pruebas de biocarga y de vibración están disponibles y deben utilizarse para asegurar la ausencia de defectos críticos.
5. Diseña un plan de inspección estándar para la línea de producción y el acabado superficial, definiendo los puntos críticos de control, las frecuencias de revisión y los criterios rigurosos de aceptación que eviten que las especificaciones de diseño del producto médico pierdan efectividad.
6. Desarrolla un protocolo o diagrama de flujo de comunicación inmediata (cadena de escalamiento) que simula la interacción entre el operador de cuarto limpio, el personal de calidad y el ingeniero de manufactura al detectar un evento de contaminación, asegurando el reporte oportuno y la resolución rápida del problema.

Recursos de apoyo

- Pizarrón
- Internet
- Computadora
- Tablet o smartphone

Unidad VI. Ensambles, deterioro y protección de materiales

Práctica 7: Análisis in situ de procesos de ensamble y soldadura de precisión en la industria de dispositivos médicos.

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Ejecuta los protocolos estrictos de ingreso a cuartos limpios o áreas controladas (lavado de manos, uso de bata, cofia, cubre calzado, lentes de seguridad y guantes), comprendiendo la importancia de la mitigación de partículas.
2. Analiza la línea de producción asignada.
3. Identifica qué tipo de tecnología de unión se utiliza (soldadura ultrasónica, curado por luz UV, adhesivos de grado médico o microsoldadura).
4. Durante el recorrido, toma nota de las variables críticas que el personal controla en las máquinas (p. ej., tiempo de ciclo, presión, temperatura, amplitud de onda).
5. Identifica la presencia de dispositivos a prueba de errores (Poka-yokes).
6. Elabora un análisis de calidad y criterios de aceptación:
7. Observa las estaciones de inspección visual o las pruebas automatizadas.
8. Contrasta los criterios de una pieza aceptada frente a una rechazada (scrap).
9. Analiza defectos críticos típicos del sector (ej. exceso de rebaba, falta de hermeticidad, contaminación por partículas).
10. Elabora un informe técnico que documente el diagrama de flujo del proceso observado.
11. Elabora una conclusión crítica sobre cómo las normativas médicas inciden en la eficiencia y el diseño del proceso en comparación con la manufactura tradicional.

Recursos de apoyo

- Materiales y Equipo: instalaciones y líneas de producción de la empresa receptora.
- Herramientas del alumno: libreta de apuntes (si es permitida en el área) o guía de observación preimpresa, pluma.
- Equipo de Protección Personal (EPP): Cofia, cubrecalzado, bata de cuarto limpio, lentes de seguridad (usualmente proporcionados por la empresa anfitriona en las esclusas de ingreso).
- Equipo general: computadora e Internet (para la investigación posterior y redacción del informe).

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, las rúbricas y las ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y de formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado en el entorno virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados en el espacio del curso de la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o de presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Microaprendizaje (microlearning)
- Clase invertida (flipped classroom)
- Foros de discusión guiada
- Tutoría entre pares por videoconferencia o foros

- Webinars interactivos
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Gamificación o aprendizaje basado en juego
- Aprendizaje servicio en línea (proyectos virtuales con comunidades)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Participación activa en foros y videoconferencias
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Interacción con comunidades o actores reales mediante plataformas virtuales
- Práctica reflexiva mediante blogs, portafolios o diarios digitales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a los exámenes ordinarios y extraordinarios, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia establecidos en el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Actividades y productos de taller. 20%
- Tareas. 10%

- Reportes técnicos de prácticas de laboratorio 40%
- Examen 10%
- Proyecto final. 20%

Total 100%

XII. PERFIL DOCENTE

Ingeniería Industrial, Mecánica, Metalúrgico o en área afín, preferentemente con estudios de posgrado en ingeniería y cursos de actualización docente. Experiencia en el área de manufactura y en la enseñanza en el nivel superior. 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 Químicas e Ingeniería
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Validación de Procesos en la Industria de Dispositivos Médicos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Práctica de Campo: 02 Horas Extra-clase: 03 Créditos:10
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Karla Frida Madrigal Estrada Teresa Carrillo Gutiérrez Sergio Medina Aguirre Fernando Omar Gavilanez Morales
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es que el estudiantado diseñe y documente estrategias de validación de procesos productivos en la industria de dispositivos médicos, mediante la aplicación del marco regulatorio, el enfoque basado en riesgos, la calificación de equipos, la identificación de variables críticas, el análisis estadístico y el control del estado validado, con el fin de demostrar que los procesos operan de manera consistente, controlada, reproducible y conforme a los requisitos de calidad, seguridad y trazabilidad. La unidad de aprendizaje se orienta a la planeación, ejecución, análisis y documentación de procesos productivos regulados, contribuyendo al aseguramiento de su capacidad y cumplimiento con los estándares normativos aplicables. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Validar procesos productivos en la industria de dispositivos médicos, mediante la aplicación del marco regulatorio y normativo, la planeación de la validación, la identificación de variables críticas del proceso y atributos críticos de calidad, la elaboración de protocolos IQ, OQ y PQ, el análisis estadístico de resultados y la documentación técnica correspondiente, para asegurar procesos capaces, controlados, trazables, tomando en cuenta los requisitos de calidad, seguridad del producto, estricto apego a las normas internacionales y enfoque en la mejora continua esto con una actitud ética y responsable.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Desarrollar y presentar un proyecto aplicado enfocado en un proceso real o simulado de manufactura de dispositivos médicos, donde se deberá diseñar, y documentar la estrategia de validación, integrando gestión de riesgos, variables críticas del proceso, protocolos IQ, OQ y PQ, análisis estadístico y requerimientos regulatorios, para asegurar la capacidad, estabilidad, trazabilidad y cumplimiento normativo del proceso.

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

Establecer, implementar, mantener y mejorar sistemas integrales de gestión en apego a la normatividad nacional e internacional para garantizar la calidad de bienes en un marco de sustentabilidad, con objetividad, respeto y profesionalismo.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Marco regulatorio y normativo

Competencia

Analizar el marco regulatorio y normativo aplicable a la validación de procesos en la industria de dispositivos médicos, mediante la revisión de ISO 13485, 21 CFR Part 820, Buenas Prácticas de Manufactura, requisitos regulatorios y documentación requerida, para identificar las condiciones de cumplimiento que deben considerarse en procesos productivos, con actitud crítica, responsable y ética.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar una matriz de requisitos regulatorios aplicables a la validación de procesos en dispositivos médicos. Se deberá analizar los requisitos generales de ISO 13485, 21 CFR Part 820, buenas prácticas de manufactura y documentación requerida, para identificar su relación con la validación de procesos productivos en la industria de dispositivos médicos. La matriz debe mostrar la relación entre el requisito normativo, su propósito, el tipo de evidencia documental requerida y su aplicación en un proceso productivo real o simulado.

Contenido

1.1. ISO 13485: visión general
- 1.1.1. Propósito de la norma ISO 13485 en la industria de dispositivos médicos
- 1.1.2. Enfoque de sistema de gestión de calidad
- 1.1.3. Relación de ISO 13485 con la validación de procesos
- 1.1.4. Requisitos generales aplicables a procesos productivos regulados

1.2. 21 CFR Part 820
- 1.2.1. Propósito de 21 CFR Part 820 en dispositivos médicos
- 1.2.2. Requisitos del sistema de calidad aplicables a manufactura
- 1.2.3. Requisitos relacionados con validación de procesos
- 1.2.4. Responsabilidades del fabricante en el cumplimiento regulatorio

1.3. Buenas prácticas de manufactura (GMP)
- 1.3.1. Concepto y propósito de las GMP
- 1.3.2. Aplicación de GMP en procesos de manufactura de dispositivos médicos
- 1.3.3. Relación entre GMP, control de proceso y calidad del producto
- 1.3.4. Importancia de la trazabilidad y control documental en GMP

1.4. Requisitos regulatorios para validación

1.4.1. Procesos que requieren validación
1.4.2. Criterios regulatorios para demostrar control del proceso
1.4.3. Evidencia requerida para sustentar la validación
1.4.4. Relación entre validación, seguridad del producto y cumplimiento normativo
1.5. Documentación requerida
1.5.1. Planes de validación
1.5.2. Protocolos de validación
1.5.3. Reportes de validación
1.5.4. Registros de evidencia documental
1.5.5. Control, aprobación y trazabilidad de documentos

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Baura, G. D. (2012). *Medical device technologies: A systems based overview using engineering standards*. Academic Press. https://doi.org/10.1016/C2009-0-20222-4 [clásica]

Juuso, I. (2022). *Developing an ISO 13485-certified quality management system: An implementation guide for the medical-device industry*. Productivity Press. https://doi.org/10.4324/9781003202868

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Chuco Aguilar, V. J. (2023). La relevancia de los sistemas de gestión de la calidad en el sector de dispositivos médicos. *Iberoamerican Business Journal, 7*(1), 98–114. https://doi.org/10.22451/5817.ibj2023.vol7.1.11078

Ramos Ramos, J., Cañaveral Rodríguez, A. F., & Camacho Camacho, H. (2021). Gestión de la calidad de los dispositivos médicos: Guía de implementación ISO 13485. *SIGNOS, Investigación en Sistemas de Gestión, 13*(2), 48–78. https://doi.org/10.15332/24631140.6663 [clásica]

Sánchez, I. (2026, 27 de abril). *Validación de procesos en la industria médica: Por qué es clave para escalar operaciones sin riesgos regulatorios*. CANACINTRA León. https://canacintraleon.org.mx/validacion-de-procesos-en-la-industria-medica-por-que-es-clave-para-escalar-operaciones-sin-riesgos-regulatorios/

Secretaría de Salud. (2025, 4 de abril). *Norma Oficial Mexicana NOM-241-SSA1-2025, Buenas prácticas de fabricación de dispositivos médicos*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/9497/salud/salud.html

U.S. Food and Drug Administration. (2024, 30 de agosto). *An overview of the Quality Management System Regulation* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=Na-OF3OkqEg

U.S. Food and Drug Administration. (2026, 2 de febrero). *Quality Management System Regulation (QMSR).* https://www.fda.gov/medical-devices/postmarket-requirements-devices/quality-management-system-regulation-qmsr

Unidad II. Análisis estadístico en validación

Competencia

Interpretar datos de procesos productivos en la industria de dispositivos médicos, mediante el uso de herramientas estadísticas aplicadas a la validación, como capacidad de proceso, análisis de variabilidad, tamaño de muestra y criterios de aceptación, para sustentar técnicamente si un proceso es capaz, estable y conforme a los requisitos normativos, con actitud analítica, objetiva y responsable.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Desarrollar un reporte de análisis estadístico aplicado a la validación de un proceso basado en datos de un proceso productivo real o simulado de la industria de dispositivos médicos, donde se deberá interpretar la evidencia estadística generada durante la validación, considerando

capacidad de proceso, variabilidad, tamaño de muestra y criterios de aceptación, para determinar si el proceso es capaz, estable y conforme a los requisitos.

Contenido

2.1. Estadística aplicada a validación
- 2.1.1. Importancia de la estadística en la validación de procesos.
- 2.1.2. Tipos de datos en validación: variables y atributos.
- 2.1.3. Medidas básicas: media, desviación estándar, rango y porcentaje de conformidad.
- 2.1.4. Relación entre datos, especificaciones y criterios de aceptación.

2.2. Capacidad de proceso
- 2.2.1. Concepto de capacidad de proceso.
- 2.2.2. Límites de especificación y desempeño del proceso.
- 2.2.3. Índice Cp: capacidad potencial del proceso.
- 2.2.4. Índice Cpk: capacidad real considerando centrado del proceso.
- 2.2.5. Interpretación básica de Cp y Cpk en validación.

2.3. Análisis de variabilidad
- 2.3.1. Concepto de variabilidad en procesos productivos.
- 2.3.2. Fuentes comunes de variación: equipo, método, material, personal, medición y ambiente.
- 2.3.3. Variación común y variación especial.
- 2.3.4. Impacto de la variabilidad en la calidad del dispositivo médico.
- 2.3.5. Identificación básica de patrones de variación en datos del proceso.

2.4. Tamaño de muestra en validación
- 2.4.1. Importancia del tamaño de muestra en estudios de validación.
- 2.4.2. Relación entre muestra, confiabilidad y evidencia objetiva.
- 2.4.3. Criterios prácticos para definir muestras en validación.
- 2.4.4. Limitaciones del tamaño de muestra en procesos reales.
- 2.4.5. Justificación documental del tamaño de muestra.

2.5. Interpretación de datos
- 2.5.1. Comparación de resultados contra criterios de aceptación.
- 2.5.2. Identificación de resultados conformes y no conformes.
- 2.5.3. Interpretación técnica de capacidad, variabilidad y estabilidad.
- 2.5.4. Conclusión estadística del desempeño del proceso.
- 2.5.5. Uso de resultados estadísticos para sustentar la validación del proceso.

Duración

04 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Baura, G. D. (2012). *Medical device technologies: A systems based overview using engineering standards*. Academic Press. https://doi.org/10.1016/C2009-0-20222-4 [clásica]

Gómez García, M. T., Pérez Haro, M. del M., Perez Haro, M. de los L., & Pérez Haro, M. J. (2024). *Statistics as a resource in medical research*. Nova Science Publishers. https://doi.org/10.52305/TBZK8263

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Belouafa, S., Habti, F., Benhar, S., Belafkih, B., Tayane, S., Hamdouch, S., Bennamara, A., & Abourriche, A. (2017). Statistical tools and approaches to validate analytical methods: Methodology and practical examples. *International Journal of Metrology and Quality Engineering, 8*, Artículo 9. https://doi.org/10.1051/ijmqe/2016030 [Clásica]

Carrera León, H. V. (2025). *Análisis estadístico en validación de proceso de manufactura de un producto farmacéutico en cápsula blanda* [Trabajo de grado de especialización, Universidad Católica de Manizales]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Manizales. https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/4612

Charles, E. (2024). *Data profiling and statistical analysis for validation* [Manuscrito no publicado]. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/384593533_Data_Profiling_and_Statistical_Analysis_for_Validation

Unidad III. Validación de procesos en entornos regulados

Competencia

Examinar el contexto técnico de la validación de procesos en la industria de dispositivos médicos, mediante el análisis del concepto de validación, su importancia en la calidad y seguridad del producto, la diferencia entre verificación y validación, el ciclo de vida del proceso y el enfoque basado en riesgo, para reconocer su función dentro del control, cumplimiento y mejora de procesos productivos regulados, con actitud analítica, responsable y ética.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar un Mapa conceptual aplicado de validación de procesos donde se relacionen los conceptos fundamentales de validación de procesos, verificación, ciclo de vida del proceso y enfoque basado en riesgo, aplicados a un proceso productivo de dispositivos médicos, para comprender su importancia en la calidad, seguridad y cumplimiento regulatorio.

Contenido

3.1. Concepto de validación
- 3.1.1. Definición de validación de procesos.
- 3.1.2. Objetivo de la validación en procesos productivos.
- 3.1.3. Validación como evidencia de control y repetibilidad del proceso.

3.2. Importancia de la validación en la industria de dispositivos médicos
- 3.2.1. Relación entre validación, calidad del producto y seguridad del paciente.
- 3.2.2. Impacto de la validación en el cumplimiento regulatorio.
- 3.2.3. Consecuencias de procesos no validados o documentados deficientemente.

3.3. Verificación y validación
- 3.3.1. Concepto de verificación.
- 3.3.2. Concepto de validación.
- 3.3.3. Diferencias básicas y aplicación en procesos de manufactura.

3.4. Ciclo de vida del proceso
- 3.4.1. Etapas generales del ciclo de vida del proceso.
- 3.4.2. Validación inicial del proceso.
- 3.4.3. Mantenimiento del estado validado durante la operación.

3.5. Enfoque basado en riesgo
- 3.5.1. Concepto de riesgo en procesos de dispositivos médicos.
- 3.5.2. Relación entre riesgo, criticidad del proceso y nivel de validación requerido.
- 3.5.3. Importancia del enfoque basado en riesgo para priorizar recursos y controles.

Duración

04 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Baura, G. D. (2012). *Medical device technologies: A systems based overview using engineering standards*. Academic Press. https://doi.org/10.1016/C2009-0-20222-4 [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Censi, F., Calcagnini, G., & Mattei, E. (2022). Lifecycle of medical devices. In C. Boccato, S. Cerutti, & J. Vienken (Eds.), *Medical devices: Improving health care through a multidisciplinary approach* (pp. 77–103). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85653-3_5

Durivage, M. A., & Mehta, B. (2016). *Practical process validation*. ASQ Quality Press. [clásica]

Harer, J. (2023). Process validation for medical device manufacturing. In C. Baumgartner, J. Harer, & J. Schröttner (Eds.), *Medical devices and in vitro diagnostics* (pp. 1–30). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-98743-5_19-1

Jácome-Monar, P., & Buenaño Arma, C. S. (2021). Validación del diseño de un producto: Análisis de la manufacturabilidad de un producto de grifería. *Tecnología & Diseño, 10*(16), 11–29. https://revistatd.azc.uam.mx/index.php/rtd/article/view/121 [clásica]

Kumar, R., & Kumar, S. (2022). Role of qualification and validation in medical device industry: A study. *i-Manager's Journal on Future Engineering and Technology, 17*(2), 37–44. https://doi.org/10.26634/jfet.17.2.18571

Moreno Sánchez, V., & Nyåkern, M. (2024). Desarrollo de un programa de formación avanzada en ensayos clínicos, regulación y gestión de calidad para la industria de dispositivos médicos. *Dianas, 13*(2), e202409fp05. https://dianas.web.uah.es/journal/e202409fp05

Pulido-Rojano, A. D., Ruiz-Lázaro, A., & Ortiz-Ospino, L. E. (2020). Mejora de procesos de producción a través de la gestión de riesgos y herramientas estadísticas. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería, 28*(1), 56–67. https://doi.org/10.4067/S0718-33052020000100056 [clásica]

Quality Management System Regulation, 21 C.F.R. pt. 820 (2026). https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-H/part-820

Veselov, V., Roytman, H., & Alquier, L. (2012). Medical device regulations for process validation: Review of FDA, GHTF, and GAMP requirements. *Journal of Validation Technology, 18*(2), 82–92. [clásica]

Unidad IV. Planeación de la validación

Competencia

Planear la validación de un proceso productivo en la industria de dispositivos médicos, mediante la elaboración del diagrama de flujo, el análisis de riesgo con PFMEA, la definición del plan de control, el establecimiento del alcance y objetivos de validación, y la identificación de procesos críticos, CPP y CQA, para estructurar una estrategia de validación coherente, trazable y orientada al cumplimiento regulatorio, con actitud analítica, responsable y ética.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar una planeación documentada de la validación de un proceso productivo basado en un proceso real o simulado de manufactura de dispositivos médicos, donde se deberá representar el flujo del proceso, identificar riesgos mediante PFMEA, definir el plan de control, establecer el alcance y objetivos de validación, e identificar procesos críticos, variables críticas del proceso

(CPP) y atributos críticos de calidad (CQA), con el fin de estructurar una estrategia de validación coherente, trazable y orientada al cumplimiento regulatorio.

Contenido

4.1. Diagrama de flujo del proceso
- 4.1.1. Representación general del proceso productivo.
- 4.1.2. Identificación de entradas, operaciones, inspecciones y salidas.
- 4.1.3. Delimitación del proceso a validar.
- 4.1.4. Uso del diagrama de flujo para identificar puntos críticos del proceso.

4.2. Análisis de riesgo mediante PFMEA
- 4.2.1. Propósito del PFMEA en la validación de procesos.
- 4.2.2. Identificación de modos de falla, efectos y causas potenciales.
- 4.2.3. Evaluación básica del riesgo del proceso.
- 4.2.4. Priorización de riesgos y acciones de control.

4.3. Plan de control
- 4.3.1. Propósito del plan de control en procesos validados.
- 4.3.2. Relación entre PFMEA, características críticas y controles del proceso.
- 4.3.3. Definición de controles, métodos de medición y frecuencia de monitoreo.
- 4.3.4. Uso del plan de control para mantener el estado validado.

4.4. Plan maestro de validación, alcance y objetivos
- 4.4.1. Propósito del Plan Maestro de Validación (VMP).
- 4.4.2. Elementos básicos del VMP.
- 4.4.3. Definición del alcance y objetivos de la validación.
- 4.4.4. Establecimiento de criterios de aceptación.

4.5. Procesos críticos, CPP y CQA
- 4.5.1. Identificación de procesos críticos.
- 4.5.2. Variables críticas del proceso (CPP).
- 4.5.3. Atributos críticos de calidad (CQA).
- 4.5.4. Relación entre proceso crítico, CPP, CQA y validación.

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Baura, G. D. (2012). *Medical device technologies: A systems based overview using engineering standards*. Academic Press. https://doi.org/10.1016/C2009-0-20222-4 [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2017). *Guía para la evaluación clínica de dispositivos médicos*. Secretaría de Salud. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/397361/ETES_GuiaEvalClinicaDM_17_SPC_13_12_17.pdf [Clásica]

Durivage, M. A., & Mehta, B. (2016). *Practical process validation*. ASQ Quality Press. [Clásica]

Global Harmonization Task Force, Study Group 3. (2004). *Quality management systems—Process validation guidance* (GHTF/SG3/N99-10:2004). https://www.imdrf.org/sites/default/files/docs/ghtf/final/sg3/technical-docs/ghtf-sg3-n99-10-2004-qms-process-guidance-04010.pdf [Clásica]

Gübitz, B. (2023). How to implement a risk-based and life-cycle approach for commissioning and qualification. In C. Baumgartner, J. Harer, & J. Schröttner (Eds.), *Medical devices and in vitro diagnostics: Requirements in Europe* (pp. 413–447). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-22091-3_18

Harer, J. (2023). Process validation for medical device manufacturing. In C. Baumgartner, J. Harer, & J. Schröttner (Eds.), *Medical devices and in vitro diagnostics: Requirements in Europe* (pp. 475–504). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-22091-3_19

Hasirci, V., & Hasirci, N. (2024). *Fundamentals of biomaterials* (2nd ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54046-2

Matallana Castellanos, M. A., Costa Monteiro, E., & Louzada, D. R. (2021). Quality by design and failure mode and effects analysis applied to the development of electromedical technology: Preliminary results. *Measurement: Sensors, 18*, 100303. https://doi.org/10.1016/j.measen.2021.100303 [Clásica]

McDermott, O., Conroy, N., Thenarasu, M., & Duarte, S. (2024). Digitalised validation systems as an enabler for Quality 4.0 within a medical device manufacturer. *Sustainable Futures, 8*, 100383. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100383

Medical Devices; Quality System Regulation Amendments, 89 Fed. Reg. 7496 (2024). https://www.federalregister.gov/documents/2024/02/02/2024-01709/medical-devices-quality-system-regulation-amendments

Nolan, N., & McDermott, O. (2025). Failure mode effect analysis use and limitations in medical device risk management. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 11*(1), 100439. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100439

Unidad V. Calificación y validación de procesos productivos

Competencia

Ejecutar la calificación y validación de equipos y procesos productivos en la industria de dispositivos médicos, mediante la aplicación de IQ, OQ y PQ, la evaluación de parámetros de proceso, criterios de aceptación y evidencia documental, para demostrar la consistencia, reproducibilidad y cumplimiento del proceso conforme a los requisitos establecidos, con actitud analítica, responsable y ética.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Realizar la validación documentada de un proceso productivo real o simulado de manufactura de dispositivos médicos, basada en la calificación y desarrollo de las etapas de IQ, OQ y PQ, mediante la definición de parámetros y criterios de aceptación, la documentación de los resultados obtenidos y la integración de la evidencia y trazabilidad correspondientes, con el fin

de demostrar su consistencia, reproducibilidad y cumplimiento conforme a los requisitos establecidos.

Contenido

5.1. Calificación de instalación (IQ)
- 5.1.1. Propósito y alcance de IQ.
- 5.1.2. Verificación de instalación y condiciones requeridas.
- 5.1.3. Evidencia documental de la calificación.

5.2. Calificación operacional (OQ)
- 5.2.1. Propósito de OQ.
- 5.2.2. Evaluación de parámetros y rangos de operación.
- 5.2.3. Criterios de aceptación y registro de resultados.

5.3. Calificación de desempeño (PQ)
- 5.3.1. Propósito de PQ.
- 5.3.2. Evaluación del proceso bajo condiciones normales de producción.
- 5.3.3. Consistencia y reproducibilidad del proceso.

5.4. Validación de procesos productivos
- 5.4.1. Validación de procesos de manufactura.
- 5.4.2. Parámetros críticos y condiciones de proceso.
- 5.4.3. Procesos especiales: moldeo, ensamble y esterilización.
- 5.4.4. Aplicación básica del diseño de experimentos (DOE) en validación.

5.5. Protocolos, reportes y trazabilidad
- 5.5.1. Estructura básica de protocolos IQ, OQ y PQ.
- 5.5.2. Registro y evaluación de resultados.
- 5.5.3. Reportes de calificación y validación.
- 5.5.4. Evidencia documental y trazabilidad de equipos y procesos.

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Baura, G. D. (2012). *Medical device technologies: A systems based overview using engineering standards*. Academic Press. https://doi.org/10.1016/C2009-0-20222-4 [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

ASTM International. (2023). *Standard practice for validating the additive manufacturing (AM) production process for medical devices produced using laser powder bed fusion* (ASTM Standard No. F3604-23). https://doi.org/10.1520/F3604-23

International Organization for Standardization. (2022). *Sterilization of health care products—Low temperature vaporized hydrogen peroxide—Requirements for the development, validation and routine control of a sterilization process for medical devices* (ISO Standard No. 22441:2022). https://www.iso.org/standard/73214.html

International Organization for Standardization. (2024). *Sterilization of health care products—Moist heat—Requirements for the development, validation and routine control of a sterilization process for medical devices* (ISO Standard No. 17665:2024). https://www.iso.org/standard/80271.html

McDermott, O., Conroy, N., Thenarasu, M., & Duarte, S. (2024). Digitalised validation systems as an enabler for Quality 4.0 within a medical device manufacturer. *Sustainable Futures, 8*, 100383. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100383

Medical Devices; Quality System Regulation Amendments, 89 Fed. Reg. 7496 (2024). https://www.federalregister.gov/documents/2024/02/02/2024-01709/medical-devices-quality-system-regulation-amendments

Saha, U., & Mokhtar, W. (2025). Quality improvement of polycarbonate medical device by Moldex3D and Taguchi DOE. *Journal of Manufacturing and Materials Processing, 9*(1), 16. https://doi.org/10.3390/jmmp9010016

Unidad VI. Control, mantenimiento y cumplimiento del estado validado

Competencia

Evaluar los procesos productivos en la industria de dispositivos médicos, mediante el monitoreo del desempeño, el control estadístico del proceso, la revalidación, el control de cambios, la gestión de desviaciones, la integridad de datos y la revisión de evidencia documental, para mantener el estado validado y asegurar la continuidad del cumplimiento, la trazabilidad y la preparación ante auditorías regulatorias, con objetividad, responsabilidad y pensamiento crítico.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar un plan documentado para el mantenimiento del estado validado de un proceso productivo basado en un proceso real o simulado de manufactura de dispositivos médicos, donde se deberán establecer criterios de monitoreo, control estadístico del proceso, revalidación, control de cambios, gestión de desviaciones, integridad de datos y preparación documental para auditorías, con el fin de asegurar la continuidad del estado validado, la trazabilidad y el cumplimiento regulatorio del proceso.

Contenido

6.1. Monitoreo del proceso validado
- 6.1.1. Seguimiento del desempeño del proceso.
- 6.1.2. Control estadístico de procesos (SPC) como herramienta de monitoreo.
- 6.1.3. Identificación de cambios o tendencias en el comportamiento del proceso.

6.2. Revalidación y control de cambios
- 6.2.1. Concepto y necesidad de revalidación.
- 6.2.2. Cambios que pueden afectar el estado validado.
- 6.2.3. Evaluación del impacto de los cambios.

6.3. Gestión de desviaciones
- 6.3.1. Identificación y documentación de desviaciones.
- 6.3.2. Evaluación del impacto en el proceso validado.
- 6.3.3. Acciones derivadas de desviaciones relevantes.

6.4. Documentación e integridad de datos
- 6.4.1. Control de protocolos, registros y reportes de validación.
- 6.4.2. Principios básicos de integridad de datos (Data Integrity).

6.4.3. Trazabilidad, revisión y aprobación de la evidencia documental.

6.5. Auditoría de procesos validados

6.5.1. Auditorías internas y externas relacionadas con validación.

6.5.2. Evidencia requerida durante una auditoría.

6.5.3. Preparación básica para auditorías regulatorias.

6.5.4. Atención y seguimiento de hallazgos relacionados con validación.

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Baura, G. D. (2012). *Medical device technologies: A systems based overview using engineering standards*. Academic Press. https://doi.org/10.1016/C2009-0-20222-4 [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Guha, B., Moore, S., & Huyghe, J. M. (2023). Conceptualizing data-driven closed loop production systems for lean manufacturing of complex biomedical devices—A cyber-physical system approach. *Journal of Engineering and Applied Science, 70*, Article 50. https://doi.org/10.1186/s44147-023-00222-8

McDermott, O., Conroy, N., Thenarasu, M., & Duarte, S. (2024). Digitalised validation systems as an enabler for Quality 4.0 within a medical device manufacturer. *Sustainable Futures, 8*, 100383. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100383

Medical Device Single Audit Program. (2024). *MDSAP audit approach* (MDSAP AU P0002.009). https://www.fda.gov/media/166672/download

Medical Devices; Quality System Regulation Amendments, 89 Fed. Reg. 7496 (2024). https://www.federalregister.gov/documents/2024/02/02/2024-01709/medical-devices-quality-system-regulation-amendments

U.S. Food and Drug Administration. (2026a). *Computer software assurance for production and quality management system software: Guidance for industry and Food and Drug Administration staff*. U.S. Department of Health and Human Services. https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/computer-software-assurance-production-and-quality-management-system-software

U.S. Food and Drug Administration. (2026b). *Inspection of medical device manufacturers* (Compliance Program 7382.850). U.S. Department of Health and Human Services. https://www.fda.gov/media/80195/download

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Marco regulatorio y normativo

Práctica 1: Identificación de requisitos regulatorios aplicables a la validación

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Observa un proceso productivo simulado y los recursos utilizados para su ejecución.
3. Identifica los elementos del proceso relacionados con calidad, trazabilidad y control documental.
4. Revisa los registros, instrucciones y formatos disponibles para la operación.
5. Relaciona la evidencia observada con requisitos generales de ISO 13485, 21 CFR Part 820 y GMP.
6. Identifica documentos o registros faltantes necesarios para demostrar el control del proceso.
7. Clasifica la evidencia documental de acuerdo con su función dentro de la validación.
8. Registra los resultados en una lista de verificación.
9. Realiza conclusiones sobre la importancia de la evidencia documental en procesos regulados.

10. Comparte los resultados con el grupo.
11. Entrega la evidencia al docente para revisión y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Simuladores
- Lista de verificación
- Instrucciones de trabajo y registros de proceso
- Computadora

Unidad II. Análisis estadístico en validación

Práctica 2: Análisis estadístico de un proceso para validación

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza los datos proporcionados de un proceso de manufactura de dispositivos médicos.
3. Identifica el tipo de datos, especificaciones y criterios de aceptación.
4. Calcula e interpreta estadísticos básicos de tendencia central y variabilidad.
5. Determina e interpreta los índices Cp y Cpk cuando aplique.
6. Analiza la variabilidad y comportamiento general del proceso.
7. Revisa la pertinencia del tamaño de muestra utilizado.
8. Determina si los resultados proporcionan evidencia suficiente para sustentar la validación.
9. Entrega un reporte breve con resultados y conclusiones para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Base de datos del proceso
- Software estadístico o hoja de cálculo
- Calculadora
- Ejercicios de aplicación

Unidad III. Validación de procesos en entornos regulados

Práctica 3: Análisis de un proceso en un entorno regulado

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona y analiza un proceso real o simulado de manufactura de dispositivos médicos.
3. Identifica las características del proceso y su relación con la calidad del producto.
4. Determina las actividades que corresponden a verificación y aquellas que requieren validación.
5. Ubica el proceso dentro de las etapas generales de su ciclo de vida.
6. Identifica riesgos asociados con el desempeño del proceso.
7. Analiza la relación entre riesgo, criticidad y necesidad de validación.
8. Elabora una representación gráfica o matriz que integre los conceptos analizados.
9. Presenta y justifica sus resultados ante el grupo.
10. Entrega la evidencia para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Caso de estudio
- Formato de análisis
- Computadora
- Material de consulta de la unidad

Unidad IV. Planeación de la validación

Práctica 4: Planeación de la validación mediante diagrama de flujo, PFMEA y plan de control

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona un proceso real o simulado de manufactura de dispositivos médicos.
3. Elabora el diagrama de flujo e identifica las etapas críticas del proceso.
4. Desarrolla un PFMEA básico para identificar modos de falla, efectos y causas potenciales.

5. Evalúa y prioriza los riesgos identificados.
6. Define controles asociados con los riesgos prioritarios.
7. Elabora un plan de control básico del proceso.
8. Identifica variables críticas del proceso (CPP) y atributos críticos de calidad (CQA).
9. Establece el alcance, objetivos y criterios básicos de aceptación de la validación.
10. Integra los resultados en una propuesta de planeación de la validación.
11. Presenta los resultados al grupo.
12. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Formato de diagrama de flujo
- Formato PFMEA
- Formato de plan de control
- Caso o proceso de estudio
- Computadora

Unidad V. Calificación y validación de procesos productivos

Práctica 5: Elaboración de protocolos IQ, OQ y PQ

Duración
03 horas

Procedimiento
1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza las características del equipo y proceso seleccionado.
3. Define los elementos que deben verificarse durante la calificación de instalación (IQ).
4. Establece parámetros, rangos operativos y criterios de aceptación para la calificación operacional (OQ).
5. Define condiciones de operación, criterios de aceptación y evidencia requerida para la calificación de desempeño (PQ).
6. Integra los elementos anteriores en protocolos básicos de IQ, OQ y PQ.
7. Establece la evidencia documental y trazabilidad requerida para cada etapa.
8. Analiza la relación entre los resultados de IQ, OQ y PQ y la aprobación del proceso.
9. Presenta y justifica la estrategia de calificación propuesta.
10. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Formatos de protocolos IQ, OQ y PQ
- Caso de equipo y proceso productivo
- Especificaciones técnicas del equipo
- Equipo de cómputo

Unidad VI. Control, mantenimiento y cumplimiento del estado validado

Práctica 6: Mantenimiento y auditoría del estado validado

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza el historial de un proceso validado real o simulado.
3. Revisa datos de monitoreo y determina si existen cambios o tendencias relevantes.
4. Identifica desviaciones y cambios que puedan afectar el estado validado.
5. Determina si el proceso requiere acciones correctivas, control de cambios o revalidación.
6. Revisa la trazabilidad e integridad de los registros de validación.
7. Identifica la evidencia documental que debería estar disponible durante una auditoría.
8. Aplica una lista de verificación básica para evaluar el cumplimiento del estado validado.
9. Identifica hallazgos y propone acciones de seguimiento.
10. Elabora una conclusión sobre el mantenimiento del estado validado del proceso.
11. Presenta los resultados al grupo.
12. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Caso de proceso validado
- Datos de monitoreo del proceso
- Registros de validación simulados
- Lista de verificación para auditoría

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Marco regulatorio y normativo

Práctica 1: Análisis de un proceso regulado y generación de evidencia para validación

Duración
04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Observa un proceso productivo real o simulado de manufactura.
3. Identifica las entradas, operaciones, inspecciones, salidas y recursos utilizados.
4. Reconoce los requisitos de calidad, trazabilidad y control documental asociados al proceso.
5. Identifica las características del producto o proceso que pueden verificarse mediante inspección o medición.
6. Determina las condiciones que requieren control mediante validación del proceso.
7. Identifica riesgos asociados con fallas en las condiciones de operación.
8. Relaciona el proceso con los principios generales de ISO 13485, 21 CFR Part 820 y GMP.
9. Revisa los registros e instrucciones disponibles como evidencia de control del proceso.
10. Integra una lista de verificación con los requisitos y evidencia documental identificada.
11. Determina y justifica la necesidad de validación del proceso analizado.
12. Realiza conclusiones sobre la relación entre validación, calidad, seguridad y cumplimiento regulatorio.
13. Comparte los resultados con el grupo.
14. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Proceso o estación de trabajo
- Instrucciones y registros del proceso
- Lista de verificación
- Material de consulta normativa
- Computadora

Unidad IV. Planeación de la validación

Práctica 2: Análisis estadístico y planeación de la validación de un proceso

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Observa y documenta la secuencia de un proceso productivo real o simulado.
3. Elabora el diagrama de flujo del proceso.
4. Identifica operaciones críticas, entradas, salidas y puntos de inspección.
5. Identifica variables críticas del proceso (CPP) y atributos críticos de calidad (CQA).
6. Analiza los datos generados durante la ejecución del proceso.
7. Calcula e interpreta medidas básicas de tendencia central y variabilidad.
8. Determina e interpreta Cp y Cpk cuando las características del proceso lo permitan.
9. Compara los resultados contra las especificaciones y criterios de aceptación establecidos.
10. Identifica fuentes potenciales de variación.
11. Desarrolla un PFMEA básico para los riesgos prioritarios del proceso.
12. Define controles derivados del análisis de riesgo.
13. Integra los controles seleccionados en un plan de control básico.
14. Establece el alcance, objetivos y criterios generales de aceptación para la validación.
15. Realiza conclusiones sobre la capacidad del proceso y su estrategia de validación.
16. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Proceso o estación de trabajo
- Instrumentos de medición
- Hoja de registro de datos
- Formato de diagrama de flujo
- Formato PFMEA
- Formato de plan de control
- Software estadístico
- Computadora

Unidad V. Calificación y validación de procesos productivos

Práctica 3: Ejecución de la calificación IQ, OQ y PQ

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Selecciona un equipo o estación de trabajo asociado a un proceso productivo.
3. Revisa las especificaciones técnicas, condiciones de instalación y documentación disponible.
4. Ejecuta las verificaciones correspondientes a la calificación de instalación (IQ).
5. Registra la identificación, instalación y condiciones requeridas del equipo.
6. Identifica los parámetros principales y rangos de operación.
7. Ejecuta pruebas básicas correspondientes a la calificación operacional (OQ).
8. Registra los parámetros y resultados obtenidos durante las pruebas.
9. Compara los resultados contra los criterios de aceptación establecidos.
10. Ejecuta el proceso bajo condiciones normales de operación para evaluar la calificación de desempeño (PQ).
11. Obtiene y registra datos del desempeño del proceso.
12. Evalúa la consistencia y reproducibilidad de los resultados.
13. Identifica desviaciones o resultados fuera de criterio, cuando existan.
14. Integra los registros y evidencia documental correspondiente a IQ, OQ y PQ.
15. Elabora una conclusión sobre el estado de calificación del equipo y proceso.
16. Comparte los resultados con el grupo.
17. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Equipo o estación de trabajo
- Manual o especificaciones técnicas
- Formatos de IQ, OQ y PQ
- Instrumentos de medición
- Materiales para ejecución del proceso
- Hoja de registro de resultados
- Computadora

Unidad VI. Control, mantenimiento y cumplimiento del estado validado

Práctica 4: Evaluación del mantenimiento del estado validado y cumplimiento del proceso

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Ejecuta u observa un proceso previamente evaluado o considerado validado.
3. Registra variables y resultados relevantes durante diferentes ciclos de operación.
4. Analiza el comportamiento del proceso mediante herramientas básicas de control estadístico.
5. Identifica cambios, tendencias o desviaciones respecto al desempeño esperado.
6. Evalúa la posible causa e impacto de las desviaciones detectadas.
7. Simula un cambio en alguna condición del proceso, equipo, material o método.
8. Determina el posible impacto del cambio sobre el estado validado.
9. Establece si se requiere control de cambios, acciones adicionales o revalidación.
10. Documenta una desviación simulada y las acciones correspondientes.
11. Revisa la integridad, trazabilidad, aprobación y disponibilidad de los registros generados.
12. Aplica una lista de verificación básica para evaluar el cumplimiento del proceso.
13. Identifica posibles hallazgos durante una auditoría simulada.
14. Propone acciones para atender los hallazgos identificados.
15. Realiza conclusiones sobre el mantenimiento del estado validado.
16. Comparte los resultados con el grupo.
17. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Proceso o estación de trabajo
- Datos y registros del proceso
- Instrumentos de medición
- Software estadístico u hoja de cálculo
- Formato de control de cambios
- Formato de desviaciones
- Lista de verificación de auditoría
- Computadora

X. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS CAMPO

Unidad I: Marco regulatorio y normativo

Práctica 1: Análisis del marco regulatorio y documental de un proceso productivo

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de campo.
2. Selecciona, en conjunto con la empresa, un proceso de manufactura de dispositivos médicos para el análisis.
3. Realiza un recorrido por el área productiva para conocer las características generales del proceso.
4. Identifica los requisitos regulatorios y normativos relacionados con el proceso seleccionado.
5. Reconoce la aplicación de ISO 13485, 21 CFR Part 820 y Buenas Prácticas de Manufactura en el entorno productivo.
6. Revisa, de acuerdo con las políticas de confidencialidad de la empresa, procedimientos, instrucciones, registros y documentación asociada al proceso.
7. Identifica la evidencia documental utilizada para demostrar el control y trazabilidad del proceso.
8. Diferencia las actividades de verificación y validación presentes en el proceso.
9. Identifica las características del producto o proceso que requieren validación.
10. Analiza la relación entre cumplimiento regulatorio, calidad del producto y seguridad del paciente.
11. Integra una matriz de requisitos regulatorios y evidencia documental aplicable al proceso.
12. Identifica oportunidades de mejora relacionadas con documentación, trazabilidad o evidencia de cumplimiento.
13. Realiza conclusiones sobre la importancia del marco regulatorio en la validación del proceso.
14. Comparte los resultados con el grupo.
15. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Normatividad y documentación regulatoria aplicable
- Lista de verificación regulatoria

- Formato de matriz de requisitos
- Documentación autorizada por la empresa
- Computadora

Unidad IV. Planeación de la validación

Práctica 2: Planeación de la validación y análisis de riesgos de un proceso productivo

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de campo.
2. Selecciona un proceso productivo real para el análisis.
3. Observa directamente las diferentes etapas y condiciones de operación del proceso.
4. Elabora el diagrama de flujo del proceso considerando entradas, operaciones, inspecciones y salidas.
5. Identifica procesos u operaciones críticas relacionadas con la calidad del producto.
6. Identifica variables críticas del proceso (CPP) y atributos críticos de calidad (CQA).
7. Analiza los riesgos asociados al proceso mediante un PFMEA.
8. Identifica modos de falla, efectos, causas y controles existentes.
9. Evalúa y prioriza los riesgos identificados.
10. Contrasta los controles existentes con los riesgos prioritarios.
11. Revisa el plan de control del proceso, cuando esté disponible, o desarrolla una propuesta básica.
12. Define el alcance y objetivos de la validación del proceso seleccionado.
13. Establece criterios generales de aceptación considerando los requerimientos del proceso y producto.
14. Integra los resultados en una propuesta de planeación de la validación.
15. Presenta los resultados y justifica la estrategia propuesta.
16. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de diagrama de flujo
- Formato PFMEA
- Formato de plan de control
- Especificaciones del proceso y producto autorizadas
- Documentación del proceso disponible

- Computadora
- Calculadora

Unidad V. Calificación y validación de procesos productivos

Práctica 3:Análisis de la calificación y validación de un proceso productivo

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de campo.
2. Selecciona un equipo o proceso productivo que cuente con actividades de calificación o validación.
3. Observa las condiciones de instalación, operación y desempeño del equipo o proceso.
4. Identifica los elementos considerados en la calificación de instalación (IQ).
5. Revisa los parámetros y rangos de operación establecidos para la calificación operacional (OQ).
6. Identifica las condiciones utilizadas para demostrar el desempeño del proceso durante PQ.
7. Reconoce los parámetros críticos de proceso y criterios de aceptación utilizados.
8. Revisa, cuando sea autorizado, protocolos y registros de IQ, OQ y PQ.
9. Analiza la evidencia utilizada para demostrar la consistencia y reproducibilidad del proceso.
10. Obtiene o analiza datos históricos proporcionados por la empresa relacionados con el desempeño del proceso.
11. Interpreta estadísticos básicos, variabilidad y capacidad de proceso cuando corresponda.
12. Compara los resultados con especificaciones y criterios de aceptación.
13. Identifica desviaciones o condiciones que pudieran afectar la aprobación de la validación.
14. Analiza la trazabilidad entre protocolo, ejecución, resultados y reporte final.
15. Elabora conclusiones sobre la condición de calificación y validación del proceso.
16. Comparte los resultados con el grupo.
17. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Protocolos o formatos de IQ, OQ y PQ autorizados
- Especificaciones técnicas de equipos y procesos

- Registros y datos históricos autorizados
- Instrumentos de medición, cuando aplique
- Software estadístico u hoja de cálculo
- Calculadora
- Computadora

Unidad VI. Control, mantenimiento y cumplimiento del estado validado

Práctica 4: Evaluación del mantenimiento del estado validado y cumplimiento del proceso

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de campo.
2. Selecciona un proceso previamente validado dentro de la empresa.
3. Revisa los mecanismos establecidos para monitorear el desempeño del proceso.
4. Analiza registros históricos de variables críticas, resultados de inspección o indicadores disponibles.
5. Identifica tendencias, desviaciones o cambios que puedan afectar el estado validado.
6. Revisa la aplicación del control estadístico de procesos como herramienta de seguimiento, cuando corresponda.
7. Identifica cambios realizados en equipo, materiales, métodos, parámetros o documentación.
8. Analiza el procedimiento utilizado para evaluar el impacto de los cambios sobre el estado validado.
9. Revisa ejemplos de desviaciones y las acciones establecidas para su atención, cuando sean autorizados.
10. Identifica los criterios utilizados por la organización para determinar la necesidad de revalidación.
11. Evalúa la integridad, trazabilidad y disponibilidad de la evidencia documental relacionada con el proceso.
12. Aplica una lista de verificación para revisar los elementos básicos del estado validado.
13. Identifica posibles hallazgos que podrían presentarse durante una auditoría interna o externa.
14. Realiza una propuesta sobre las acciones para fortalecer el mantenimiento del estado validado y el cumplimiento del proceso.

15. Realiza conclusiones sobre la eficacia de los controles establecidos.
16. Comparte los resultados con el grupo.
17. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Lista de verificación de mantenimiento del estado validado
- Registros históricos autorizados del proceso
- Formatos de control de cambios y desviaciones
- Planes de control
- Reportes o registros de validación autorizados
- Software estadístico u hoja de cálculo
- Computadora
- Calculadora

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad semipresencial, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Trabajo de campo guiado

Estrategias de aprendizaje

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Participación en simulaciones digitales
- Trabajo de campo
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

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%
- Prácticas taller	10%
- Prácticas de laboratorio	15%
- Prácticas de campo	15%
- Metas de la unidad	10%
- Proyecto de validación de un proceso	20%
Total	100%

XIII. PERFIL DOCENTE

El personal docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá contar con título en Ingeniería Industrial o en un área afín, preferentemente con estudios de posgrado. Se requiere experiencia profesional en validación de procesos, sistemas de gestión de la calidad y cumplimiento regulatorio, así como conocimientos en ISO 13485, 21 CFR Part 820, buenas prácticas de manufactura (GMP), análisis de riesgos y calificación de instalación, operación y desempeño (IQ, OQ y PQ). Es deseable que cuente con al menos un año de experiencia docente y experiencia en la industria de dispositivos médicos, además de competencias para la enseñanza en modalidad semipresencial.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería de Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Ingeniería Económica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Rafael Eduardo Saavedra Leyva Erika Beltrán Salomón
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Introducir el concepto de costo, así como el principio del valor del dinero a través del tiempo, fundamental para evaluar económicamente inversiones permitiendo tomar decisiones oportunas dentro de la industria de dispositivos médicos. Con esta unidad de aprendizaje se desarrolla la capacidad de tomar decisiones desde la perspectiva económica, justificando la ejecución de proyectos ingenieriles en ámbito empresarial. La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Producción.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar la viabilidad de proyectos de inversión en entornos industriales, mediante la estimación de costos, la determinación de beneficios, la aplicación de indicadores financieros y el análisis de sensibilidad, con la finalidad de sustentar la toma de decisiones en la industria de dispositivos médicos, con pensamiento crítico, responsabilidad y enfoque profesional.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Desarrolla y entrega un análisis financiero acompañado de un reporte técnico, en donde se comparan alternativas de inversión dentro del sector de dispositivos médicos, con el fin de fundamentar decisiones estratégicas. Debe contener los flujos netos de efectivo y explicar el desarrollo metodológico de la evaluación de la inversión en la industria de dispositivos médicos.

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

Diseñar, innovar, e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y de mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII, DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos de ingeniería de costos

Competencia

Analizar la estructura de costos e inversión en sistemas productivos, mediante la clasificación, estimación y cálculo de costos, depreciación y amortización, con la finalidad de generar información financiera básica que sustente la evaluación económica de proyectos en la industria de dispositivos médicos, actuando con pensamiento analítico, responsabilidad y precisión.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaboración de un reporte técnico en el que se analice la estructura de costos de un proceso productivo real o simulado del sector de dispositivos médicos.

Contenido

1.1. Definición de costo e ingreso
    1.1.1. Costo unitario
1.2. Costos de producción
    1.2.1. Costos directos de producciòn
    1.2.2. Costos indirectos de producciòn
1.3. Costos administrativos
1.4. Costos de venta
1.5. Costos fijos y variables
    1.5.1. Punto de equilibrio
1.6. Inversión
    1.6.1. Inversión fija
    1.6.2. Inversiòn diferida
1.7. Depreciación y amortización
    1.7.1. Vida útil y valor de salvamento
    1.7.2. Máximos autorizados para la deducción de inversiones (depreciación) en México
    1.7.3. Métodos de depreciaciòn y amortización

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Clark, Forrest D. (1997). *Applied cost engineering* (2a ed.) Marcel Dekker. [clásica]

Park, Chan S. (2009). *Fundamentos de ingeniería económica* (2da ed.) Pearson. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786074429336 [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Servicio de Administración Tributaria. (s. f.). *Artículo 34. Porcentajes de deducción de activos fijos.* Portal de trámites y servicios. https://wwwmat.sat.gob.mx/articulo/61054/articulo-34

Unidad II. Interés y equivalencia económica en la toma de decisiones

Competencia

Aplicar el principio del valor del dinero en el tiempo mediante el cálculo de interés y el uso de factores de equivalencia económica, para comparar flujos de efectivo en distintos periodos y sustentar decisiones económicas en proyectos de inversión, con iniciativa y disciplina.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Desarrollo de un portafolio de ejercicios aplicados en los que se resuelvan problemas relacionados con interés, equivalencia económica y series de flujo de efectivo en contextos industriales.

Contenido

2.1. Fundamentos del valor del dinero a través del tiempo
- 2.1.1. Concepto de valor del dinero en el tiempo
- 2.1.2. Importancia en la ingeniería económica
- 2.1.3. Aplicación en proyectos industriales

2.2. Aplicaciones del interés
- 2.2.1. Interés simple y compuesto
- 2.2.2. Tasa nominal y efectiva
- 2.2.3. Tasa equivalente
- 2.2.4. Aplicaciones en contextos industriales

2.3. Equivalencia económica

2.4. Diagramas de flujo neto de efectivo

2.5. Conceptos de valor presente, anual o futuro
- 2.5.1. Fórmulas de interés: valor presente (P/F) y valor futuro (F/P)
- 2.5.2. Serie uniforme (A/P, A/F)
- 2.5.3. Comandos en hoja de cálculo
- 2.5.4. Factores de equivalencia
- 2.5.5. Interpretación y toma de decisiones

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Casmpolieti, Giuseppe, & Makarow, Roman N. (2014). *Financial mathematics: a comprehensive treatment*. CRC press. [clásica]

Izar Landeta, Juan Manuel (2022). *Matemáticas financieras: solución de ejercicios con Excel.* Instituto Mexicano de Contadores Públicos.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Microsoft. (s. f.). *VA (función).* Microsoft. https://support.microsoft.com/es-es/topic/funci%C3%B3n-va-6764e982-b229-4486-be27-7a2ce2a232a6

Microsoft. (s. f.). *VF (función).* Microsoft. https://support.microsoft.com/es-es/office/vf-funci%C3%B3n-2eef9f44-a084-4c61-bdd8-4fe4bb1b71b3

Microsoft. (s. f.). *Uso de fórmulas de Excel para calcular pagos y ahorros.* Microsoft. https://support.microsoft.com/es-es/office/uso-de-f%C3%B3rmulas-de-excel-para-calcular-pagos-y-ahorros-11cb708f-c137-4ef8-bcf3-5137aaeb4b20

Unidad III. Evaluación y toma de decisiones en proyectos de inversión

Competencia

Evaluar la inversión en proyectos de ingeniería, para determinar su rentabilidad, mediante el desarrollo de métodos de evaluación económica, análisis de sensibilidad y de indicadores complementarios para sustentar la toma de decisiones, con honestidad y profesionalismo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaboración de un reporte técnico en el que se evalúen y comparen dos o más alternativas de inversión en un contexto de ingeniería, utilizando métodos de evaluación económica.

Contenido

3.1. Toma de decisiones económica
3.2 Tipos de evaluación económica
    3.2.1. Alternativas independientes
    3.2.2. Alternativas mutuamente excluyentes

3.3. Tasa mínima atractiva de rendimiento
3.4. Valor presente neto
3.5. Valor anual equivalente
3.6. Tasa interna de rendimiento
3.7. Análisis complementarios a la evaluación económica
    3.7.1. Periodo de recuperación de la inversión
    3.7.2. Análisis de sensibilidad
    3.7.3. Método de reposición o sustitución

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Blank, Leland (2023). *Ingeniería económica plus* (8va ed.) McGraw-Hill. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9781456293697

Vidaurri Aguirre, Héctor Manuel (2023). *Fundamentos de ingeniería económica.* Cengage. https://libcon.rec.uabc.mx:2258/visorBook.aspx?i=30163&t=3B858C74-32DD-43BC-B399-26AF9371740A

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Jiménez Carabalí, Victor Javier; Durán Acevedo, Orlando Mauricio; Lima Pereira Afonso, Paulo Sérgio; De Araujo Junior, Antonio Henriques (2025). *Ingeniería económica para la toma de decisiones.* Ediciones de la U.

Navor-Galeana, N. P., Pineda, C., Sandoval, H., & Gutiérrez-Martínez, J. (2022). Metodología para la sustitución de equipos médicos de alta tecnología, aplicando la evaluación económica y el análisis del proceso empresarial. *Investigación en Discapacidad, 8(3),* 91-102. https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=107509

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos de ingeniería de costos

Práctica 1: Costeo y punto de equilibrio

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica punto de equilibrio en donde se requería precisar los costos dentro un área productiva.
2. Identifica los costos fijos y variables de una unidad productiva.
3. Calcula el costo variable por unidad fabril a un nivel determinado de producción.
4. Define el precio o valor agregado del producto fabricado dentro de la unidad industrial.
5. Determina el punto de equilibrio e interpreta los hallazgos.
6. Graficar el punto de equilibrio, incluyendo las curvas de costo total, costo fijo e ingreso total en diferentes niveles de producción.
7. Documenta el desarrollo del punto de equilibrio.
8. Integra el resultado, el gráfico y su análisis correspondiente en un informe.
9. Entrega a su docente para recibir retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Calculadora científica
- Hoja de cálculo (Excel o similar)

Práctica 2: Depreciación de activos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de depreciación de activos.
2. Selecciona un departamento industrial e identifica los activos fijos de mayor valor.
3. Determina valor de salvamento, la vida útil y el costo inicial de los activos seleccionados dentro del departamento.
4. Calcula la depreciación en cada periodo utilizando los distintos métodos de pérdida de valor de activos.
5. Documenta los datos y las tablas de depreciación dentro de un documento, además de incorporar los gráficos de depreciación de cada uno de los métodos utilizados.
6. Integra las conjeturas sobre la relación entre depreciación y valor de salvamento, y el análisis comparativo entre los métodos de depreciación.
7. Entrega a su docente para recibir retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Calculadora científica
- Hoja de cálculo (Excel o similar)

Unidad II. Interés y equivalencia económica en la toma de decisiones

Práctica 3: El costo del tiempo: interés simple, compuesto y tasas equivalentes en decisiones de financiamiento industrial

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el principio del valor del dinero en el tiempo y su relevancia en decisiones de financiamiento dentro de la industria de dispositivos médicos; identifica mediante ejemplos cómo una misma cantidad de dinero tiene distinto valor según el momento en que se recibe o desembolsa.
2. Selecciona un escenario de financiamiento real o simulado de tu entorno laboral, como la adquisición de equipo de prueba, la compra de materia prima regulada o el pago diferido de certificaciones; describe brevemente el monto involucrado, el plazo y la fuente de financiamiento.

3. Calcula el monto total a pagar bajo la modalidad de interés simple para los plazos y tasas indicados por el docente; interpreta el resultado en términos del costo financiero real para la empresa.
4. Recalcula el mismo escenario bajo interés compuesto con la misma tasa nominal; compara ambos resultados e identifica en qué condiciones la diferencia resulta relevante para la toma de decisiones empresarial.
5. Determina la tasa efectiva anual a partir de una tasa nominal con capitalización mensual y trimestral; utiliza las fórmulas correspondientes e identifica cuál de las dos opciones representa un mayor costo financiero para la empresa.
6. Calcula la tasa equivalente mensual a partir de una tasa efectiva anual dada; aplica el resultado para comparar dos opciones de financiamiento con periodos de capitalización distintos.
7. Interpreta los resultados obtenidos en los pasos anteriores desde la perspectiva de un ingeniero industrial: ¿cuál opción conviene más a la empresa?, ¿qué información adicional se requeriría para tomar una decisión definitiva?
8. Documenta todos los cálculos en una hoja de cálculo estructurada que incluya: datos de entrada, fórmulas utilizadas, resultados numéricos e interpretación; este documento formará parte del portafolio de ejercicios de la unidad.
9. Entrega el archivo al docente para recibir retroalimentación.

Recursos de apoyo:

- Computadora
- Hoja de cálculo (Excel o similar)
- Formulario de interés simple, compuesto y tasas equivalentes

Práctica 4: Equivalencia económica y diagramas de flujo neto de efectivo en proyectos de dispositivos médicos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el concepto de equivalencia económica y el uso de los factores P/F, F/P, A/P y A/F; pon atención particular a la relación entre estas herramientas y la comparación de alternativas de inversión en diferentes momentos del tiempo.
2. Identifica un caso de inversión en tu entorno laboral o en un escenario propuesto por el docente, como la adquisición de maquinaria de ensamble, la implementación de un sistema de trazabilidad o la contratación de un servicio de calibración a largo plazo;

describe los flujos de dinero involucrados: montos, momentos y sentido (ingreso o egreso).

3. Construye el diagrama de flujo neto de efectivo correspondiente al caso identificado, representando con flechas hacia arriba los ingresos y hacia abajo los egresos en cada periodo; etiqueta el eje temporal claramente e identifica el periodo cero como el momento presente.
4. A partir del diagrama, aplica el factor P/F para trasladar al presente un pago o beneficio que ocurrirá en el futuro; muestra claramente el procedimiento de cálculo e interpreta el resultado: ¿cuánto vale hoy ese flujo futuro dado el costo del dinero en el tiempo?
5. Aplica el factor F/P para determinar cuánto equivaldrá en el futuro una inversión realizada hoy; compara el valor futuro obtenido con el valor presente original y reflexiona sobre la implicación económica para la empresa.
6. Aplica los factores A/P y A/F para convertir montos únicos en series uniformes y viceversa; usa los resultados para responder preguntas concretas del tipo: ¿qué pago anual uniforme equivale a esta inversión inicial?, o ¿cuánto se debe ahorrar anualmente para acumular determinado capital?
7. Modifica uno de los parámetros del caso (tasa de interés o plazo) y recalcula los factores; describe cómo cambia la equivalencia y qué consecuencias tendría esa variación en una decisión real de inversión.
8. Documenta el caso completo en la hoja de cálculo: diagrama de flujo (representado en tabla o esquema), fórmulas de factores utilizados, cálculos paso a paso y conclusión; incorpora este ejercicio al portafolio de la unidad.
9. Entrega el archivo al docente para recibir retroalimentación.

Recursos de apoyo:

- Computadora
- Hoja de cálculo (Excel o similar)
- Tabla de factores de equivalencia (F/P, P/F, A/P, A/F)

Práctica 5: Evaluación de series de pago con herramientas digitales

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el uso de series uniformes de flujo de efectivo y las funciones financieras de Excel (VF, VA, PAGO, TASA, NPER) como herramientas de apoyo a la toma de decisiones en contextos industriales; distingue cuándo usar cada función y qué parámetros requiere.

2. Retoma el caso de inversión trabajado en la práctica anterior o utiliza uno nuevo propuesto por el docente; verifica que el escenario involucre pagos o cobros periódicos uniformes durante un número determinado de periodos, como cuotas de arrendamiento de equipo, pagos de mantenimiento preventivo contratado o recuperación de inversión en fases.
3. Calcula manualmente el valor presente de la serie uniforme (A) utilizando el factor A/P o su inverso P/A, según corresponda; muestra el procedimiento algebraico paso a paso e interpreta el resultado en el contexto del caso.
4. Calcula manualmente el valor futuro de la misma serie utilizando el factor A/F o F/A; compara este resultado con el valor presente obtenido e identifica el efecto del tiempo y la tasa de interés sobre el valor acumulado.
5. Replica ambos cálculos en Excel utilizando las funciones VA y VF respectivamente; verifica que los resultados coinciden con los obtenidos manualmente e identifica y corrige cualquier discrepancia; anota las diferencias de formato o convención de signos que Excel aplica.
6. Utiliza la función PAGO de Excel para determinar el monto de cuota periódica uniforme que corresponde a un préstamo o inversión con condiciones definidas; interpreta el resultado desde el punto de vista de la gestión financiera de una empresa de dispositivos médicos: ¿es viable este pago dado el flujo de operación del área?
7. Modifica sistemáticamente al menos dos parámetros del escenario (tasa, número de periodos o monto) y observa el impacto en los resultados; documenta los cambios en una tabla comparativa e identifica cuál variable tiene mayor sensibilidad sobre el resultado final.
8. Redacta una conclusión breve que sintetice lo aprendido: cómo el uso de herramientas digitales agiliza el análisis de equivalencia económica y en qué situaciones prácticas de la industria de dispositivos médicos aplicarías estas habilidades.
9. Consolida todos los ejercicios de esta práctica junto con los de las prácticas 3 y 4 en un portafolio estructurado con portada, índice, desarrollo de cada ejercicio y conclusiones por práctica; este portafolio constituye la evidencia de aprendizaje de la Unidad II.
10. Entrega el portafolio al docente para recibir retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Hoja de cálculo (Excel o similar) con funciones VA, VF, PAGO, TASA, NPER
- Recursos de soporte Microsoft: liga oficial de función VF y funciones de pago indicadas en el PUA

Unidad III. Evaluación y toma de decisiones en proyectos de inversión

Práctica 6: Evaluación de rentabilidad de proyectos de inversión mediante VPN y VAE

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la evaluación económica de proyectos de inversión en la industria de dispositivos médicos, incluyendo el contexto regulatorio y operativo que incide en las decisiones financieras del sector.
2. Identifica un caso de estudio en un proceso productivo de la industria o utiliza el proporcionado por el docente (por ejemplo: adquirir equipo nuevo de ensamble vs. actualizar el equipo existente para cumplir con un requerimiento de calidad o de la FDA/COFEPRIS).
3. Identifica y registra los datos financieros relevantes de cada alternativa: inversión inicial, vida útil, ingresos o ahorros estimados por periodo, costos de operación y valor de salvamento.
4. Determina la Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR) con base en los parámetros del caso proporcionado, justificando su elección.
5. Construye el diagrama de flujo neto de efectivo para cada alternativa, representando gráficamente los flujos de entrada y salida en el horizonte de evaluación.
6. Calcula el Valor Presente Neto (VPN) de cada alternativa utilizando hoja de cálculo (funciones VNA o NPV), verificando los resultados con la fórmula manual al menos para un periodo.
7. Calcula el Valor Anual Equivalente (VAE) de cada alternativa para complementar el análisis, especialmente considerando que las alternativas pueden tener distintas vidas útiles.
8. Interpreta los resultados obtenidos determinando qué alternativa es más rentable con base en los criterios del VPN y VAE, justificando la decisión con argumentos técnicos y financieros.
9. Redacta una conclusión en la que se señale la alternativa seleccionada, su impacto esperado en la operación y su alineación con los objetivos de competitividad de la empresa.
10. Documenta todo el desarrollo en el formato de reporte técnico establecido por el docente, que servirá como insumo para la evidencia de aprendizaje de la unidad.
11. Entrega el reporte al docente para recibir retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Hoja de cálculo (Excel o similar) con funciones financieras (VNA, PAGO, VA)
- Caso de estudio proporcionado por el docente
- Calculadora científica
- Tablas de factores de equivalencia económica (de apoyo para verificación manual)

Práctica 7: Tasa interna de rendimiento y selección entre alternativas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el método de la TIR y su aplicación en contextos de ingeniería industrial dentro de la industria de dispositivos médicos, incluyendo sus ventajas, limitaciones y criterios de decisión.
2. Retoma el caso de estudio trabajado en la práctica anterior o utiliza uno nuevo propuesto por el docente.
3. Revisa los flujos netos de efectivo de la alternativa de inversión y utilizando una hoja de cálculo corrobora el cálculo de la inversión inicial, cálculo de los beneficios esperados (por ejemplo: ahorros en retrabajos, reducción de rechazos, ahorro en multas regulatorias) y costos asociados a lo largo del horizonte de evaluación.
4. Calcula la TIR de cada alternativa utilizando la función TIR (o IRR) en hoja de cálculo, e interpreta su significado financiero.
5. Compara la TIR obtenida con la TMAR definida en el caso para determinar la aceptación o rechazo de cada propuesta.
6. Calcula el periodo de recuperación de la inversión (PRI) para cada alternativa como indicador complementario, discutiendo su relevancia en el contexto de ciclos de vida de producto regulados.
7. Contrasta los resultados obtenidos por TIR, PRI y, el resultado de VPN obtenido en la práctica anterior. Analiza si todos los métodos conducen a la misma decisión; en caso contrario, argumenta cuál criterio debe prevalecer y por qué.
8. Elabora una tabla comparativa con los indicadores de todas las alternativas evaluadas (TMAR, VPN, VAE, TIR, PRI) y señala la decisión recomendada.
9. Documenta el análisis completo en el formato de reporte técnico designado y entrega al docente para retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora

- Hoja de cálculo (Excel o similar) con funciones financieras (TIR/IRR, VNA/NPV, PAGO)
- Caso de estudio proporcionado por el docente
- Calculadora científica

Práctica 8: Análisis de sensibilidad

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el análisis de sensibilidad como herramienta para la gestión de incertidumbre en proyectos de inversión.
2. Retoma el proyecto o alternativa de inversión seleccionada en las prácticas previas (o utiliza el caso nuevo proporcionado por el docente) e identifica las tres o cuatro variables más críticas que podrían afectar los flujos de efectivo (por ejemplo: precio de insumos importados, volumen de producción, tasa de descuento, costos de cumplimiento regulatorio).
3. Define para cada variable crítica un rango de variación realista (escenario pesimista, base y optimista), justificando los rangos con base en el contexto de la empresa o del sector.
4. Recalcula el VPN del proyecto para cada escenario de cada variable, manteniendo constantes las demás (análisis univariado), utilizando una hoja de cálculo.
5. Construye una tabla de sensibilidad que muestre el impacto porcentual de cada variable sobre el VPN, identificando cuáles son las variables más sensibles (las que generan mayor variación en el resultado con pequeños cambios).
6. Elabora una gráfica de araña (*spider chart*) o gráfica de tornado que represente visualmente la sensibilidad del VPN ante las variaciones de cada variable analizada.
7. Interpreta los resultados: identifica el umbral o punto de indiferencia de al menos una variable (valor en el que el VPN se hace cero), discutiendo su implicación para la decisión de inversión.
8. Integra todos los elementos generados (tablas, gráficas y conclusiones) en el reporte técnico final, asegurando que el documento constituya la evidencia de aprendizaje completa de la Unidad III.
9. Entrega el reporte al docente para recibir retroalimentación final.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Hoja de cálculo (Excel o similar) con herramientas de tablas de datos, gráficos y funciones financieras

- Calculadora científica
- Plantilla de reporte técnico (si aplica)

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

Las acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados en ambientes virtuales de manera síncrona y/o asíncrona son las siguientes:

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Clase invertida (flipped classroom)

- Foros de discusión guiada
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

Los enfoques que se emplean para adquirir, organizar, comprender y aplicar el conocimiento en entornos digitales para fomentar la autonomía, la autorregulación y el pensamiento crítico en medios virtuales son los siguientes:

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Participación activa en foros y videoconferencias
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

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	30%
- Actividades	10%
- Análisis financiero de una inversión	30%
Total	100%

XI. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Administración de Empresas, Contabilidad, área afín o Ingeniería con enfoque financiero, de preferencia con posgrado en área económico-administrativo. Se requiere experiencia mínima de tres años en el ámbito profesional y/o docente, con evidencia comprobable en el desarrollo y evaluación de proyectos de inversión, así como en el análisis de sensibilidad y riesgo. Deberá demostrar la aplicación de metodologías, técnicas e indicadores económicos para la toma de decisiones. Se considerará deseable la participación en actividades de formación, asesoría o impulso al emprendimiento, así como contar con actualización reciente en formación docente, preferentemente durante el último año. El perfil de la persona docente deberá reflejar responsabilidad, ética profesional y compromiso con la enseñanza, así como habilidades de pensamiento analítico, proactividad e innovación. Asimismo, deberá contar con capacidad para el análisis y la resolución estructurada de problemas, con orientación a la mejora continua del proceso formativo.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Diseño y Manufactura Integrada
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 04 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 04 Créditos:10
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Juan Ramon Pérez Morales Víctor Manuel García Rosas
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El diseño y la manufactura integrada constituyen un enfoque clave para el desarrollo de productos eficientes, al articular el diseño, la ingeniería y los procesos productivos mediante el uso de herramientas digitales especializadas. El propósito de esta unidad de aprendizaje es que el estudiantado aplique conocimientos de ingeniería para el diseño y modelado de piezas, ensambles y estaciones de trabajo, mediante el uso de software de diseño e ingeniería, con el fin de evaluar, optimizar y rediseñar productos y procesos de manufactura. Con ello, se busca fortalecer la toma de decisiones orientadas a la funcionalidad, manufacturabilidad y eficiencia productiva en entornos industriales. Esta unidad de aprendizaje se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar planos de fabricación de piezas y ensambles mediante el uso de herramientas de diseño asistido por computadora y pruebas de funcionamiento, para evaluar y optimizar productos y estaciones de trabajo, con una actitud responsable, creativa y orientada a la mejora continua.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Diseña o rediseña una estación de trabajo o un producto, incluyendo sus planos y análisis de su estructura.

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

Diseñar, innovar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y de mejora continua con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia; Innovación Social y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Diseño para Manufactura de dispositivos médicos

Competencia

Interpretar dibujos técnicos de dispositivos médicos mediante la aplicación de normas de nomenclatura, simbología y tolerancias geométricas, con la finalidad de comunicar especificaciones de manufactura de manera precisa, evidenciando rigor técnico y atención al detalle.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Dibujo técnico con interpretación del análisis del mismo.

Contenido

1.1. Introducción al dibujo técnico, generalidades
1.2. Nomenclatura y simbología
1.3. Tolerancias y Dimensionamiento Geométrico

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Ching Francis, D. K. y Juroszek, S. (2020). *Dibujo y proyecto*. Gustavo Gili. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Carranza, O. (2020). *Aprendiendo paso a paso AutoCAD 2020*. Empresa Editora Macro. [clásica]

Unidad II. Diseño en software Autocad

Competencia

Elaborar planos técnicos de dispositivos médicos en dos dimensiones mediante el uso del software AutoCAD, considerando criterios de representación gráfica y acotación, con la finalidad

de generar documentación técnica para procesos de diseño y manufactura, evidenciando precisión y organización.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Diseño utilizando el software AUTOCAD y entrega de un reporte técnico.

Contenido

2.1. Introducción a software AUTOCAD
2.2. Realización de dibujos técnicos de dispositivos en 2D, usando el software AUTOCAD
2.3. Realizacion y presentacion del plano del dibujo usando el software AUTOCAD

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Montaño de la Cruz, F. (2021). *AutoCAD 2106 Guía práctica*. Editorial Anaya.[clásica]

Mediaactive. (2020). *Aprender AutoCAD 2020: con 100 ejercicios prácticos*. Alfaomega. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Carranza, O. (2020). *Aprendiendo paso a paso AutoCAD 2020*. Empresa Editora Macro. [clásica]

Duración

16 horas

Unidad III. Diseño en software Solidworks

Competencia

Modelar dispositivos médicos en tres dimensiones mediante el uso del software SolidWorks, considerando principios de diseño mecánico, con la finalidad de generar propuestas de diseño funcionales, evidenciando pensamiento espacial y criterio técnico.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Diseño utilizando el software SOLIDWORKS y entrega un reporte técnico

Contenido

3.1. Introducción a software SOLIDWORKS
3.2. Realización de dibujos de dispositivos médicos en 3D, usando el software SOLIDWORKS
3.3. Realizacion y presentacion del diseño del dispositivo, usando el software SOLIDWORKS

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Planchard, D. (2020). *Drawing and detailing with SolidWorks 2020*. SDS Publications. [clásica]

Vallabhan. C. y Asik, M. (2021). *Finite element method for engineers: from theory to practice*. Alpha Science International. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Gómez, S. (2019). *SolidWorks práctico*. Alfaomega [clásica]

Gómez, S. (2020). *SolidWorks*. Macrombo [clásica]

Lin|ero, D. (2020). *Análisis estructural mediante el método de los elementos finitos: introducción al comportamiento lineal elástico*. Universidad Nacional de Colombia [clásica]

Unidad IV. Ingeniería Asistida por Computadora

Competencia

Evaluar el comportamiento mecánico de dispositivos médicos mediante herramientas de simulación y análisis estructural en software especializado, con la finalidad de validar el desempeño del diseño previo a su fabricación, evidenciando pensamiento crítico y toma de decisiones fundamentadas desempeño del diseño previo a su fabricación, evidenciando pensamiento crítico y toma de decisiones fundamentadas

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Presentará un reporte técnico con estudio del análisis con los resultados de la simulación. Se selecciona un dispositivo previamente diseñado

Contenido

4.1. Evaluar el ensamblaje de los componentes diseñados, usando el software SOLIDWORKS
4.2. Simulación del comportamiento mecánico, y análisis estructural de los dispositivos médicos
4.3. Comprender el preprocesamiento del dispositivo antes de su elaboración física

Duración

16 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Planchard, D. (2020). Drawing and detailing with SolidWorks 2014. SDS Publications. [clásica]

Vallabhan. C. y Asik, M. (2021). Finite element method for engineers: from theory to practice. Alpha Science International. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Gómez, S. (2021). SolidWorks práctico. Alfaomega. [clásica]

Lin|ero, D. (2020). Análisis estructural mediante el método de los elementos finitos: introducción al comportamiento lineal elástico. Universidad Nacional de Colombia. [clásica]

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Diseño para Manufactura de dispositivos médicos.

Práctica 1: Análisis de propiedades de materiales para selección en dispositivos médicos

Duración
04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación del análisis de propiedades periódicas aplicadas a biomateriales, considerando biocompatibilidad, resistencia y reactividad química.
3. Analiza las tendencias de electronegatividad, radio atómico y energía de ionización, relacionándolas con el comportamiento de metales, polímeros y cerámicos utilizados en dispositivos médicos.
4. Compara los resultados obtenidos con valores teóricos, evaluando su impacto en resistencia a la corrosión, conductividad e interacción con tejidos biológicos.
5. Aplica el análisis a casos reales de materiales utilizados en dispositivos médicos.
6. Elabora una tabla comparativa de propiedades periódicas y su influencia en la manufactura.
7. Identifica logros y áreas de mejora en la interpretación de datos químicos.
8. Propone ajustes en la selección de materiales para optimizar el diseño de dispositivos médicos.
9. Registra el análisis en un reporte técnico como evidencia de aprendizaje.
10. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Manual de práctica
- Planos
- Software CAD
- Computadora personal con licencia

Práctica 2: Selección de materiales y procesos de manufactura para dispositivos médicos

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación en la selección de materiales, considerando biocompatibilidad, resistencia mecánica, esterilización y costos.
3. Analiza las propiedades de materiales utilizados en dispositivos médicos, relacionándolas con procesos como moldeo por inyección, maquinado CNC y manufactura aditiva.
4. Compara los resultados con requerimientos teóricos y normativos aplicables.

5. Aplica el análisis a un dispositivo médico específico para seleccionar material y proceso de manufactura.
6. Elabora una matriz de decisión que integre material, proceso y aplicación.
7. Identifica logros y áreas de mejora en la selección de materiales y procesos.
8. Propone ajustes para optimizar eficiencia, seguridad y viabilidad del diseño.
9. Registra el análisis en un reporte técnico como evidencia de aprendizaje.
10. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Manual de práctica
- Planos
- Software CAD
- Computadora personal con licencia

Unidad II. Diseño en software Autocad

Práctica 3: Diseño conceptual de un dispositivo médico orientado a manufactura

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación del diseño para manufactura, considerando simplicidad, reducción de componentes y facilidad de ensamblaje.
3. Analiza los requerimientos funcionales y restricciones del dispositivo médico.
4. Compara propuestas de diseño con principios de manufactura para evaluar su factibilidad.
5. Aplica principios de diseño para manufactura en la elaboración de un diseño conceptual.
6. Desarrolla bocetos y modelado básico en software CAD.
7. Evalúa el diseño bajo criterios de manufacturabilidad.
8. Identifica logros y áreas de mejora en el diseño conceptual.
9. Propone ajustes para optimizar el producto y reducir costos y tiempos.
10. Registra el diseño en un portafolio como evidencia de aprendizaje.
11. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
12. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Manual de práctica
- Planos
- Software CAD
- Computadora personal con licencia

Unidad III. Diseño en software Solidworks

Práctica 4: Elaborar diseños en 3D para dispositivos médicos, usando el software SOLIDWORKS

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación del diseño para manufactura en dispositivos médicos.
3. Analiza los requerimientos funcionales y restricciones del dispositivo.
4. Aplica principios de diseño para manufactura en el modelado tridimensional.
5. Desarrolla bocetos y modelos en software SolidWorks.
6. Evalúa el diseño considerando simplicidad, ensamblaje y viabilidad.
7. Identifica logros y áreas de mejora en el modelado del dispositivo.
8. Propone ajustes para mejorar la manufacturabilidad.
9. Registra el diseño en un portafolio como evidencia de aprendizaje.
10. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Manual de práctica
- Planos
- Software CAD
- Computadora personal con licencia

Unidad IV. Ingeniería Asistida por Computadora

Práctica 5: Evaluación de manufacturabilidad y costos

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación de manufacturabilidad, considerando tiempo de producción, número de procesos y complejidad geométrica.
3. Analiza los costos asociados a materiales, procesos y ensamblaje.
4. Compara los resultados con parámetros teóricos de eficiencia productiva.
5. Aplica el análisis a un diseño previamente desarrollado.
6. Estima los costos de producción del dispositivo.
7. Identifica logros y áreas de mejora en la optimización de costos.
8. Propone ajustes en el diseño o proceso para mejorar la manufacturabilidad.
9. Registra el análisis en un reporte técnico como evidencia de aprendizaje.
10. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Manual de práctica
- Planos
- Software CAD
- Computadora personal con licencia

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP).
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos.
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones.
- Clase invertida (flipped classroom).
- Foros de discusión guiada.
- Webinars interactivos con enfoque técnico.
- Enseñanza mediante recursos multimedia y simuladores (software CAD/CAE).
- Evaluación formativa con retroalimentación continua.

Estrategias de aprendizaje

- Resolución de problemas en entornos simulados.
- Desarrollo de proyectos de diseño y modelado.
- Elaboración de organizadores gráficos (diagramas, planos, esquemas técnicos).
- Participación activa en foros y sesiones técnicas.
- Investigación documental aplicada.
- Toma de apuntes estratégicos.
- Práctica reflexiva mediante portafolio de evidencias.
- Participación en simulaciones digitales (modelado, análisis estructural).

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 taller	40%
- Diseño o rediseño de estación de trabajo o producto	40%
Total	100%

XI. PERFIL DOCENTE

Formación en Ingeniería Industrial, Química Industrial o área afín; preferentemente con estudios de posgrado y al menos dos años de experiencia docente en educación superior. Debe contar con conocimientos en diseño y modelado de piezas y ensambles, manufactura integrada, interpretación de planos y análisis de manufacturabilidad, así como manejo de software CAD/CAE. Se requiere que sea una persona analítica, creativa y proactiva, con capacidad para guiar el desarrollo de proyectos de diseño y rediseño orientados a la funcionalidad y eficiencia productiva. Se valorará la experiencia profesional en entornos industriales y el uso de herramientas digitales aplicadas al diseño e ingeniería.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Proyecto Integrador I
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Taller: 04 Horas Práctica de Campo: 04 Créditos:08
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Teresa Carrillo Gutiérrez Karla Frida Madrigal Estrada
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje tiene como propósito que el estudiantado desarrolle competencias para formular y diagnosticar proyectos aplicados en el sector de dispositivos médicos, mediante la integración de conocimientos previos, la identificación y el análisis de problemáticas, la estructuración de protocolos y la fundamentación técnica de propuestas preliminares de mejora. Estos aprendizajes le permitirán aplicar herramientas metodológicas y técnicas para identificar oportunidades de mejora, sustentar decisiones y plantear alternativas de solución pertinentes a las necesidades de calidad del sector. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar problemáticas de ingeniería en sistemas industriales del sector de dispositivos médicos con base en el análisis de procesos y levantamiento de información para delimitar la situación problema y sustentar propuestas de mejora con responsabilidad profesional, trabajo colaborativo y ética en el manejo de la información.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora y presenta documento técnico del proyecto que integre el análisis de procesos y levantamiento de información.

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

Diseñar, innovar, e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y de mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables, con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Formulación del proyecto

1.1 Delimitación del problema
1.2 Formulación del protocolo
1.3 Mapeo del proceso
1.4 Delimitación del sistema de estudio

Unidad II. Levantamiento y organización de la información

2.1 Diseño del plan de recolección de datos
2.2 Análisis de causa raíz
2.3 Construcción del diagnóstico preliminar

Unidad III. Análisis del sistema, reconocimiento y levantamiento in situ.

3.1 Reconocimiento del sistema productivo y de los actores clave
3.2 Levantamiento de datos en campo
3.3 Levantamiento de datos primarios del proceso

Unidad IV. Validación del diagnóstico y propuesta preliminar

4.1 Validación del diagnóstico con personal del proceso

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Formulación del proyecto

Práctica 1: Delimitación del problema y formulación del protocolo

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para la realización de la práctica.
2. Selecciona un proceso, área o situación de interés dentro de un sistema productivo real o simulado del sector de dispositivos médicos.
3. Describe el contexto del sistema: producto, proceso, actores involucrados, restricciones y necesidades del entorno.
4. Identifica la problemática principal a partir de síntomas observables, datos preliminares o requerimientos del usuario/empresa.
5. Formula el planteamiento del problema, la justificación, el objetivo general y los objetivos específicos.
6. Delimita el alcance del proyecto, las variables de estudio y los entregables esperados.
7. Define la metodología general de trabajo y construye un cronograma preliminar.

8. Integra el protocolo del proyecto y presentarlo para retroalimentación del docente y del equipo.

Recursos de apoyo

- Plantilla de protocolo de proyecto
- Computadora
- Procesador de texto
- Hoja de cálculo
- Repositorio digital institucional
- Lineamientos del curso
- Rúbrica del protocolo.

Práctica 2: Mapeo del proceso y delimitación del sistema de estudio

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para la realización de la práctica.
2. Identifica el proceso seleccionado y sus límites de entrada, transformación y salida.
3. Elabora un diagrama general del flujo del proceso.
4. Construye un SIPOC o mapa de proceso con proveedores, entradas, actividades clave, salidas y clientes.
5. Identifica puntos críticos, cuellos de botella, retrabajos, inspecciones, transferencias y posibles desperdicios.
6. Documenta el flujo de información y materiales asociado al proceso.
7. Revisa el mapa con el docente y ajustar el alcance técnico del proyecto.
8. Genera una versión final del mapa del proceso como base para el diagnóstico.
9. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Software de diagramación
- hojas de rotafolio o pizarrón
- Post-its
- Formatos SIPOC
- Computadora
- Acceso a información del proceso

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Sampieri, R. H. (2023). Metodología de la investigación Plus (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Excel Hecho Fácil. (2020, julio 20). *Cómo hacer un diagrama SIPOC paso a paso con ejemplos - Excel* [Video]. YouTube. https://youtu.be/wSaGllzBo_0 [Clásica]

GoLeanSixSigma.com. (2021, marzo 2). *What is a SIPOC diagram? (Lean Six Sigma)* [Video]. YouTube. https://youtu.be/Q6x0xW6k8lQ

Project Management Institute. (2025). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) – Eighth Edition*. PMI. https://www.pmi.org/standards/pmbok

Unidad II. Levantamiento y organización de la información

Práctica 3: Diseño del plan de recolección de datos

Duración
16 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para la realización de la práctica.
2. Define las variables e indicadores que se requieren para caracterizar el problema.
3. Determina qué datos serán cualitativos y cuáles cuantitativos.
4. Diseña formatos de observación, registro, entrevista, checklist o muestreo según el proceso analizado.
5. Establece unidades de medida, frecuencia de levantamiento, responsables y criterios de validez del dato.
6. Diseña una matriz de captura y codificación para facilitar el análisis posterior.
7. Realiza una prueba piloto del instrumento con datos simulados o un caso pequeño.
8. Ajusta el instrumento y dejarlo listo para aplicación en campo.

Recursos de apoyo

- Hojas de cálculo
- Formularios digitales o impresos
- Cronómetro
- Formatos de observación
- Computadora
- Acceso a plataforma institucional

Práctica 4: Análisis de causa raíz y construcción del diagnóstico preliminar

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Organiza y depura los datos obtenidos o simulados del proceso.
2. Identifica desviaciones relevantes respecto a tiempo, calidad, flujo, costo, retrabajo o cumplimiento.
3. Aplica herramientas de análisis como el diagrama de Ishikawa, 5 porqués o árbol causal.
4. Diferencia causas directas, causas contribuyentes y causas raíz.
5. Valora el efecto de las causas encontradas sobre el desempeño del sistema.
6. Integrar el diagnóstico preliminar con evidencia gráfica y narrativa técnica.
7. Elaborar conclusiones iniciales y recomendaciones de análisis complementario.

Recursos de apoyo

- Plantillas de Ishikawa y 5 porqués
- Computadora
- Hojas de cálculo
- Software de diagramación
- Reportes de datos
- Proyector

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Sampieri, R. H. (2023). *Metodología de la investigación Plus* (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Armijo, I., Aspillaga, C., Bustos, C., Calderon, A., Cortes, C., Fossa, P., Melipillan, R., Sanchez, A. & Vivanco, A. (2021). *Manual de metodología de la investigación*. Biblioteca Rambell. https://psicologia.udd.cl/files/2021/04/Metodolog%C3%ADa-PsicologiaUDD-2-1.pdf [clásica]

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.

Project Management Institute. (2025). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) – Eighth Edition*. PMI. https://www.pmi.org/standards/pmbok

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS CAMPO

Unidad III. Reconocimiento y levantamiento in situ

Práctica 1: Reconocimiento del sistema productivo y de los actores clave

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para la realización de la práctica.
2. Ingresa al área o sistema asignado respetando lineamientos de seguridad y confidencialidad.
3. Observa la secuencia general de actividades, roles, áreas y flujos del proceso.
4. Identifica a los actores clave: operarios, supervisores, calidad, mantenimiento, ingeniería, logística y cliente interno.
5. Registra relaciones, decisiones, puntos de control y restricciones operativas.
6. Elabora una lista de stakeholders del proyecto y clasificar su influencia e interés.
7. Confirma con el responsable del proceso la delimitación del sistema de estudio.
8. Documenta hallazgos en bitácora de campo.

Recursos de apoyo

- Bitácora de campo
- Formato de observación
- Equipo de protección personal si aplica
- Checklist de stakeholders
- Gafete o autorización de acceso.

Práctica 2: Levantamiento de datos en campo. Levantamiento de datos primarios del proceso

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para la realización de la práctica.
2. Aplica los instrumentos de recolección diseñados en taller.

3. Registra tiempos de ciclo, tiempos muertos, inspecciones, movimientos, incidencias o variables definidas.
4. Verifica consistencia de los datos levantados durante diferentes momentos de operación.
5. Entrevista brevemente al personal clave para aclarar actividades, excepciones o fallas frecuentes.
6. Registra evidencia documental o gráfica permitida por el entorno.
7. Consolida la información en una base estructurada.
8. Elabora un resumen ejecutivo de hallazgos iniciales.

Recursos de apoyo

- Cronómetro
- Formatos impresos o digitales
- Tableta o computadora portátil
- Equipo de protección personal
- Checklist de levantamiento
- Autorización de acceso

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Sampieri, R. H. (2023). Metodología de la investigación Plus (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Aliu, J., Oke, A. E., Kineber, A. F., Ebekozien, A., Aigbavboa, C. O., Alaboud, N. S., & Daoud, A. O. (2023). *Towards a New Paradigm of Project Management: A Bibliometric Review. Sustainability*, *15*(13), 9967. https://doi.org/10.3390/su15139967

Armijo, I., Aspillaga, C., Bustos, C., Calderon, A., Cortes, C., Fossa, P., Melipillan, R., Sanchez, A. & Vivanco, A. (2021). *Manual de metodología de la investigación*. Biblioteca Rambell. https://psicologia.udd.cl/files/2021/04/Metodolog%C3%ADa-PsicologiaUDD-2-1.pdf [clásica]

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.

Unidad IV. Validación del diagnóstico y propuesta preliminar

Práctica 3: Validación del diagnóstico con personal del proceso

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para la realización de la práctica.
2. Prepara una síntesis del diagnóstico preliminar con evidencia visual y técnica.
3. Presenta los hallazgos a personal clave del área para contrastarlos con la realidad operativa.
4. Solicita validación de causas, restricciones, impactos y factibilidad de intervención.
5. Registrar observaciones, discrepancias y datos adicionales proporcionados por el entorno.
6. Ajusta el diagnóstico con base en la retroalimentación recibida.
7. Confirma la priorización del problema a intervenir.
8. Emite un diagnóstico validado.

Recursos de apoyo

- Presentación breve,
- Bitácora de retroalimentación
- Formatos de validación
- Laptop
- Proyector o tableta
- Autorización para sesión con responsables del área

Práctica 4. Presentación de propuesta preliminar y retroalimentación de factibilidad

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para la realización de la práctica.

2. Elabora una propuesta preliminar de mejora basada en el diagnóstico validado.
3. Describe con claridad el problema, la causa raíz, la alternativa de intervención y los beneficios esperados.
4. Presenta la propuesta al responsable del proceso o al tutor de campo.
5. Discute factibilidad técnica, operativa, regulatoria y de recursos.
6. Registra sugerencias, riesgos de implementación y requerimientos adicionales.
7. Ajusta la propuesta preliminar con base en la retroalimentación recibida.
8. Entrega una minuta de cierre con acuerdos para Proyecto Integrador II.

Recursos de apoyo

- Presentación ejecutiva
- Minuta de acuerdos
- Formato de factibilidad
- Computadora
- Proyector
- Cronograma preliminar
- Matriz de observaciones

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Sampieri, R. H. (2023). Metodología de la investigación Plus (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications. https://repositorio.ciem.ucr.ac.cr/bitstreams/ae80078e-e2b9-45d3-8964-baff8c949350/download

https://repositorio.ciem.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/514/1/Research%20Design.

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Tutoría entre pares por videoconferencia o foros
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Participación activa en foros y videoconferencias
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Interacción con comunidades o actores reales mediante plataformas virtuales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

XI. 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

- Reporte técnico del proyecto	40%
- Presentación final del proyecto	10%
- Prácticas de taller	20%
- Prácticas de campo	30%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

Profesional con perfil en Ingeniería Industrial, Sistemas o área afín, con experiencia en desarrollo de proyectos, análisis de procesos y mejora continua. Deseable experiencia en la

industria de dispositivos médicos. Con habilidades en asesoría de proyectos, trabajo colaborativo y enseñanza basada en problemas.

LEARNING MODULE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

School:	Chemical Sciences and Engineering Faculty (Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana)
Major:	Industrial Systems Engineering for Medical Devices
Study Program:	2027-6
Learning Module Title:	Lean Manufacturing in the Medical Device Industry
Module Code:	
Time distribution:	Class Hours: 03 Workshop Hours: 02 Field Practice Hours: 02 Out-of-Class Hours: 03 Credits: 10
Academic Development Phase:	Terminal
Module Type::	Compulsory
Requirements::	None
Mode of delivery:	Semi-virtual
Design Team:	Nora Edra Moreno Ramìrez María Marcela Solis Quinteros Teresa Carrillo Gutiérrez Karla Frida Madrigal Estrada
Approved by the Assistant Dean(s):	Kenia Palomino Vizcaino
Date:	December 09, 2026
Approval and registration:	

II. PURPOSE OF THE LEARNING MODULE

The purpose of this learning unit is for students to apply Lean Manufacturing principles, tools, and methodologies in production processes within the medical device industry, considering requirements related to quality, traceability, continuous improvement, patient safety, and regulatory compliance. It also strengthens students' ability to analyze processes, identify waste, propose improvements, and participate in optimization projects within highly regulated environments focused on operational excellence. Its inclusion at this stage of academic preparation allows students to consolidate professional competencies through the integration of prior knowledge in manufacturing, process engineering, continuous improvement, and quality management, guiding them toward the strategic solution of real problems in highly specialized industrial contexts. This learning unit is located in the terminal stage of the curriculum, is mandatory in nature, and belongs to the Quality knowledge area.

III. GENERAL COMPETENCE OF THE LEARNING MODULE

Design solution proposals for manufacturing processes in the medical device industry through the application of Lean Manufacturing tools, with the purpose of increasing efficiency, quality, and compliance in production processes within a regulated environment, demonstrating an ethical and collaborative attitude and a strong commitment to patient safety.

IV. LEARNING EVIDENCE

Develop and present an integrative Lean improvement project applied to a real or simulated process in the medical device industry, including process diagnosis, waste identification, current and future state value stream mapping, improvement proposal, performance indicators, implementation plan, and quality and regulatory compliance considerations.

V. PROFESSIONAL COMPETENCY OF THE GRADUATE PROFILE TO WHICH THE LEARNING MODULE CONTRIBUTES

To establish, implement, maintain and improve comprehensive management systems in accordance with national and international regulations to guarantee the quality of goods within a framework of sustainability, with objectivity, respect and professionalism

VI. CROSS-CUTTING THEME TO WHICH THE LEARNING MODULE CONTRIBUTES

Excellence

VII. UNIT DESCRIPTIONS

Unit I. Introduction to Lean Manufacturing and the Medical Device Industry

Competency

Analyze the fundamentals of Lean Manufacturing and the characteristics of the medical device industry, identifying the importance of operational efficiency, quality, traceability, and regulatory compliance through critical thinking and a continuous improvement approach.

Learning Evidence of the Unit

Prepare and present an analytical report or infographic explaining Lean principles, the main types of waste, and the relationship between Lean Manufacturing, quality systems, traceability, and patient safety in the medical device industry.

Content

1.1 Lean Manufacturing principles
1.2 Value-added and waste
1.3 Types of waste in manufacturing
1.4 Characteristics of the medical device industry
1.5 Introduction to quality, traceability, and regulation
1.6 Relationship between Lean, quality, and patient safety

Time Allotted

09 hours

Resources of the UABC physical and digital library

Freitas, G., & Rocha, I. (2023). *Lean manufacturing principles in the context of Industry 4.0. International Academic Journal of Innovative Research,* 10(3), 20–26. https://doi.org/10.71086/IAJIR/V10I3/IAJIR1021

Hernández Centeno, F., & Sifuentes Huayanay, W. (2022). *Lean manufacturing: Literature review and implementation analysis. Journal of Scientific and Technological Research Industrial,* 3(2). https://doi.org/10.47422/jstri.v3i2.29

Heizer, J., & Render, B. (2021). *Principios de administración de operaciones* (9.ª ed.). Pearson.

Stevenson, W. J. (2021). *Operations management* (14th ed.). McGraw-Hill.

Freely Accessible or External Complementary Resources

Ar, A. Y. (2025). Leaning towards resilience: mapping and exploring the literature on lean management. Production & Manufacturing Research, 13(1), 2512753. DOI:https://doi.org/10.1080/21693277.2025.2512753

Chávez-Pineda, J. A. (2025). Prácticas Lean en México: Un análisis de adopción en plantas multinacionales. *TECNOCIENCIA Chihuahua*, *19*, e1975-e1975. DOI: https://doi.org/10.54167/tch.v19iEspecial.1975 https://revistascientificas.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/1975

Costa, L. B. M., Filho, M. G., Fredendall, L. D., & Ganga, G. M. D. (2019). Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review. *Trends in Food Science & Technology, 82*, 122–133. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.10.002 [Clasic].

Hernández-Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). Lean manufacturing: conceptos, técnicas e implantación. 178 pp. Escuela de Organización Industrial. https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf [Clasic].

Imai, M. (2012). *Gemba kaizen* (2nd ed.). McGraw-Hill. [Clasic].

Jamari, S., & Fedouaki, F. (2025). Industry 4.0 enablers and lean manufacturing tools in respect of human resources. Engineering Proceedings, 97(1), 43. https://doi.org/10.3390/engproc2025097043

Komkowski, T., Antony, J., Garza-Reyes, J. A., Tortorella, G. L., & Pongboonchai-Empl, T. (2023). Integrating Lean Management with Industry 4.0: An explorative Dynamic Capabilities theory perspective. Production Planning & Control, 36(5), 607–625. https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2294297

Maldonado Guzmán, G. (2023). *Lean manufacturing en la industria automotriz de México*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Tortorella, G. L., & Fettermann, D. (2018). Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research, 56*(8), 2975–2987. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1391420 [Clasic].

Villaseñor, A. (2007). *Conceptos y reglas de lean manufacturing*. Limusa. https://nilssonvilla.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/04/manual-lean-manufacturing.pdf [Clasic].

Unit II. Process Diagnosis and Value Stream Mapping

Competency

Analyze production processes using Lean diagnostic tools to identify waste, bottlenecks, and improvement opportunities that contribute to process optimization with responsibility and collaborative teamwork.

Learning Evidence of the Unit

Develop and present a diagnostic study of a real or simulated process that includes process observation, time studies, SIPOC diagram, process flow diagram, current-state Value Stream Map, and identification of waste and key performance indicators.

Content

2.1 Process observation and time studies
2.2 Process flow diagram

2.3 SIPOC
2.4 Current-state Value Stream Mapping
2.5 Lead time, cycle time, and takt time
2.6 Waste identification in the value stream
2.7 Basic operational performance indicators

Time Allotted

09 hours

Resources of the UABC physical and digital library

Heizer, J., & Render, B. (2021). *Principios de administración de operaciones* (9.ª ed.). Pearson. [clásica]

Jacobs, F. R. (2023). *Administración de operaciones Plus* (16.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Kumar, N., Hasan, S. S., Srivastava, K., Akhtar, R., Yadav, R. K., & Choubey, V. K. (2022). *Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. Materials Today: Proceedings,* 64(3), 1188–1192. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481

Rojas, T., Mula, J., & Sanchis, R. (2024). *Quantitative modelling approaches for lean manufacturing under uncertainty. International Journal of Production Research,* 62(16), 5989–6015. https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2293138

Stevenson, W. J. (2021). *Operations management* (14th ed.). McGraw-Hill. [clásica]

Freely Accessible or External Complementary Resources

Chen, J. C., Li, Y., & Shady, B. D. (2010). From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: An industrial case study. *International Journal of*

Production Research, 48(4), 1069–1086. https://doi.org/10.1080/00207540802484911 [clásica]

Costa, F., Alemsan, N., Bilancia, A., Tortorella, G. L., & Portioli Staudacher, A. (2024). Integrating Industry 4.0 and Lean Manufacturing for a sustainable green transition: A comprehensive model. Journal of Cleaner Production, 451, 142728. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142728

Fortuny-Santos, J., Ruiz-de-Arbulo-López, P., Zubeltzu-Jaka, E., & Lujan-Blanco, I. (2025). Lean manufacturing and environmental performance: A meta-analytic approach. International Journal of Lean Six Sigma. 16 (4), 848–889. https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2023-0190

Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Hacia la empresa lean*. Lean Enterprise Research Centre. [clásica].

Hardcopf, R., Liu, G. J., & Shah, R. (2021). Lean production and operational performance: The influence of organizational culture. International Journal of Production Economics, 235, 108060. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108060 [clásica]

Lugert, A., Batz, A., & Winkler, H. (2018). Empirical assessment of the future adequacy of value stream mapping in manufacturing industries. *Journal of Manufacturing Technology Management, 29*(5), 886–906. https://doi.org/10.1108/JMTM-06-2017-0111 [clásica].

Nash, M. A., & Poling, S. R. (2008). *Mapeo del flujo de valor extendido*. Productivity Press. [clásica].

Olufemi Theophilus (2024) Lean Manufacturing Practices and Organizational Performance: A Literature Review. International Journal of Innovative Science and Research Technology (Volume 9, pp 611-619). https://doi.org/10.38124/ijisrt/IJISRT24SEP443

Unit III. Lean Tools for Process Improvement

Competency

Apply Lean tools in production processes through waste reduction, flow improvement, and work standardization to increase operational efficiency, with operational discipline and a quality-oriented mindset.

Learning Evidence of the Unit

Design and implement a Lean improvement proposal for a selected process, incorporating tools such as 5S, standardized work, Kanban, SMED, Poka-Yoke, visual management, or A3 problem solving, and present the expected operational benefits.

Content

3.1 5S
3.2 Standardized work
3.3 Kaizen
3.4 SMED
3.5 Kanban
3.6 Poka-Yoke
3.7 Line balancing
3.8 Visual management
3.9 Problem solving using A3

Time Allotted

10 hours

Resources of the UABC physical and digital library

Ghelani, H. (2021). *Advances in lean manufacturing: Improving quality and efficiency in modern production systems. International Journal of Scientific Research and Management,* 9(6), 25). *Application of lean manufacturing tools to increase productivity in the company*

Pasanni, Cajamarca 2024. LACCEI Proceedings, 1(12). https://doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.2200 [clásica]

Pawlak, S. (2024). *The impact of selected lean manufacturing tools on the level of delays in the production process: A case study. Management Systems in Production Engineering.* https://doi.org/10.2478/mspe-2024-0011

Santos, D. M., Santos, B. K., & Santos, C. G. (2021). *Implementación de una rutina de trabajo estándar usando herramientas de lean manufacturing: Caso de estudio. Producción, 28(1),* e4823. https://doi.org/10.1590/0103-6513.20190082 [clásica]

Wilson, L. (2015). *How to implement lean manufacturing (*2nd ed.). McGraw-Hill.[clásica]611–625. https://doi.org/10.18535/ijsrm/v9i06.ec02 [clásica]

Kumar, N., Hasan, S. S., Srivastava, K., Akhtar, R., Yadav, R. K., & Choubey, V. K. (2022). *Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. Materials Today: Proceedings,* 64(3), 1188–1192. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481

Mantilla Ocas, C., Marín Atalaya, M. S. F., Gonzales Abanto, W. A., & Ortiz Atalaya, L. J. (20 [clásica]

Freely Accessible or External Complementary Resources

Chávez-Pineda, J. (2021). *Grado de implementación de las prácticas del sistema técnico de administración esbelta en la industria maquiladora de manufactura de México. RECAI Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática*, 10(28), 41- 68. https://doi.org/10.36677/recai.v10i28.15295 [clásica]

Chávez Pineda, J. (2021). *Adopción parcial e integral de las prácticas del sistema técnico de Lean en la industria maquiladora de manufactura en México. RECAI Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática,* 11(30), 28-50. https://doi.org/10.36677/recai.v11i30.16919 [clásica]

Chávez-Pineda J. (2022). *Adopción parcial e integral de la filosofía lean en la industria de manufactura eléctrica y electrónica en México. Tecnociencia Chihuahua*, 16(3): e1048. https://doi.org/10.54167/tch.v16i3.1048

Chávez Pineda, J. A., García Ramírez, S., Vallejo Navarrete, G. V., & Ceja Silva, E. G. (2023). *Grado de madurez en programas de mejora Lean en compañías multinacionales de manufactura automotriz en México. Tecnociencia Chihuahua*, 17(3), e1286. https://doi.org/10.54167/tch.v17i3.1286

Jamari, S., & Fedouaki, F. (2025). *Industry 4.0 enablers and lean manufacturing tools in respect of human resources.* Engineering Proceedings, 97(1), 43. https://doi.org/10.3390/engproc2025097043

Japan Management Association. (2018). *Kanban just-in time at Toyota: Management begins at the workplace. 212 pp. Routledge.* DOI:10.1201/9780203749715 [clásica]

Lara, A. C., Menegon, E. M. P., Sehnem, S., & Kuzma, E. (2022). Relationship between Just in Time, Lean Manufacturing, and Performance Practices: a meta-analysis. Gestão & Produção, 29, e9021. https://doi.org/10.1590/1806-9649-2022v29e9021

Suprayitno, D. (2024). The role of lean manufacturing in enhancing operational efficiency and waste reduction. Management Studies and Business Journal (Productivity), 1(11), 1470–1482. https://ppipbr.com/index.php/productivity/article/view/422

Unit IV. Lean Quality in Regulated Environments

Competency

Integrate Lean tools with quality practices in medical device manufacturing through documentation management, change control, and process validation in order to strengthen reliability and regulatory compliance, with professional ethics and a preventive approach.

Learning Evidence of the Unit

Prepare a case study report that integrates Lean and quality tools, including documentation control, traceability, CAPA, root cause analysis, process FMEA, and regulatory compliance considerations for a medical device manufacturing environment.

Content

4.1 Lean and quality management systems
4.2 Good documentation practices
4.3 Product traceability
4.4 Change control
4.5 Nonconformities and corrective actions
4.6 CAPA (Corrective and Preventive Actions)
4.7 Root cause analysis
4.8 Process FMEA
4.9 Risk, quality, and patient safety

Time Allotted

10 hours

Resources of the UABC physical and digital library

Gutiérrez Pulido, H. (2026). *Calidad y productividad.* McGraw-Hill.

Gutiérrez, H., (2020). *Calidad y productividad Plus* (5th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/978145629361 [Clasic].

Heizer, J., & Render, B. (2021). *Principios de administración de operaciones (9.ª ed.).* Pearson.

Ghelani, H. (2021). *Advances in lean manufacturing: Improving quality and efficiency in modern production systems. International Journal of Scientific Research and Management,* 9(6), 611–625. https://doi.org/10.18535/ijsrm/v9i06.ec02

Pawlak, S. (2024). *The impact of selected lean manufacturing tools on the level of delays in the production process: A case study. Management Systems in Production Engineering. https://doi.org/10.2478/mspe-2024-0011*

Santos, D. M., Santos, B. K., & Santos, C. G. (2021). *Implementación de una rutina de trabajo estándar usando herramientas de lean manufacturing:* Caso de estudio. Producción, 28(1), e4823. https://doi.org/10.1590/0103-6513.20190082

Freely Accessible or External Complementary Resources

Ben Ruben, R., Vinodh, S., & Asokan, P. (2017). *Implementation of lean six sigma framework in an automotive component manufacturing organization. Journal of Cleaner Production, 143*, 1–15. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.070 [Clasic].

Carrillo-Gutiérrez, T., Reyes-Martínez, R. M., Arredondo-Soto, K. C., & Solis-Quinteros, M. M. (2021). *Análisis del error humano y la calidad del producto en la industria de manufactura de dispositivos médicos.* Estudio de caso. *3C Tecnología*, *10*(1), 73-91. https://doi.org/10.17993/3ctecno/2021.v10n1e37.73-91

Chávez-Pineda J. A., García-Ramírez, S., Vallejo-Navarrete, G. V. & Ceja-Silva, E.G, (2023) *Grado de Madurez de los programas de mejora continua Lean en empresas multinacionales de manufactura automotriz en México. Tecnociencia Chihuahua (*Vol. 17 Núm. 3)

Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2020). *Administración y control de la calidad* (10.ª ed.). Cengage Learning. [Clasic].

Shamim, M. M. R., & Ruddro, R. A. (2023). *Applying lean and six sigma in the maintenance of medical imaging equipment manufacturing lines. Review of Applied Science and Technology. Science and Technology*, *2*(4), 25-53. https://www.researchgate.net/profile/Md-Mahamudur-Rahaman-Shamim/publication/394306788_APPLYING_LEAN_AND_SIX_SIGMA_IN_THE_MAINTENANCE_OF_MEDICAL_IMAGING_EQUIPMENT_MANUFACTURING_LINES/links/6893606f9a3902639b86d8a5/APPLYING-LEAN-AND-SIX-SIGMA-IN-THE-MAINTENANCE-OF-MEDICAL-IMAGING-EQUIPMENT-MANUFACTURING-LINES.pdf

Souza, J. P. E., Alves, J. M., & Tenera, A. (2020). Lean healthcare implementation: A systematic review. *Health Policy, 124*(1), 21–29.https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2019.11.002 [Clasic].

Summers, D. C. S. (2017). *Administración de la calidad*. Pearson. [Clasic].

Unit V. Lean Project Applied to Medical Devices

Competency

Develop a Lean improvement proposal applied to a medical device manufacturing process through the integration of diagnosis, analysis, improvement tools, and performance indicators to optimize production processes, with a decision-making focus and results orientation.

Learning Evidence of the Unit

Develop and present a final Lean project applied to a real or simulated medical device manufacturing process, including problem definition, current-state analysis, future-state proposal, implementation plan, measurable indicators, and expected impact on quality, cost, delivery, and compliance.

Content

5.1 Selection of the study process
5.2 Problem definition
5.3 Current process state
5.4 Future state proposal
5.5 Implementation plan
5.6 Improvement indicators
5.7 Expected impact on quality, cost, delivery, and compliance
5.8 Executive project presentation

Time Allotted

10 hours

Resources of the UABC physical and digital library

Jacobs, F. R. (2023). *Administración de operaciones Plus* (16.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Kumar, N., Hasan, S. S., Srivastava, K., Akhtar, R., Yadav, R. K., & Choubey, V. K. (2022). *Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. Materials Today: Proceedings,* 64(3), 1188–1192. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481

Mantilla Ocas, C., Marín Atalaya, M. S. F., Gonzales Abanto, W. A., & Ortiz Atalaya, L. J. (2025). *Application of lean manufacturing tools to increase productivity in the company Pasanni, Cajamarca 2024. LACCEI Proceedings, 1(12).* *https://doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.2200*

Rojas, T., Mula, J., & Sanchis, R. (2024). *Quantitative modelling approaches for lean manufacturing under uncertainty. International Journal of Production Research,* 62(16), 5989–6015. https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2293138

Freely Accessible or External Complementary Resources

Anderson, K. (2023). *Learning to lead, leading to learn: Lessons from Toyota leader Isao Yoshino on a lifetime of continuous learning*. Lean Enterprise Institute.

Bhamu, J., & Singh Sangwan, K. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management, 34*(7), 876–940. https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315 [Clasic].

Dora, M., Kumar, M., & Gellynck, X. (2016). Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs. *Production Planning & Control, 27*(9), 1–17. https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1165307 [Clasic].

Villaseñor Torres, A. (2024). *Conceptos y reglas de lean manufacturing*. Limusa.

VIII. STRUCTURE OF WORKSHOP PRACTICES

Unit I. Introduction to Lean Manufacturing and the Medical Device Industry

Practice 1: Identification of Lean Principles and Waste in the Medical Device Industry

Duration

06 hours

Procedure

1. Analyze a representative case of a production process related to the medical device industry.
2. Identify the basic principles of Lean Manufacturing.
3. Distinguish between value-adding and non-value-adding activities.
4. Classify the types of waste present in the process and relate your findings to quality, traceability, patient safety, and regulatory compliance.
5. Develop an analysis matrix and present your team's conclusions.
6. Receive instructor feedback.

Support Resources

- Case study
- Instructor presentation
- Waste analysis matrix templates
- Audiovisual material on Lean Manufacturing
- Introductory regulatory references on quality and traceability in medical devices.

Unit II. Process Diagnosis and Value Stream Mapping

Practice 2: Initial Process Diagnosis and Development of the Current-State Value Stream Map

Duration

06 hours

Procedure

1. Analyze a real or simulated production process.
2. Conduct process observation, time studies, identification of inputs, outputs, suppliers, and customers through SIPOC, development of a process flow diagram, and construction of the current-state value stream map.
3. Identify waste, bottlenecks, cycle times, lead time, and improvement opportunities.
4. Receive instructor feedback.

Support Resources

- SIPOC template
- Stopwatch
- Data collection sheets
- Process flow diagram template
- Value Stream Mapping template
- Computer
- Diagramming software or collaborative digital tools.

Unit III. Lean Tools for Process Improvement

Practice 3: Application of Lean Tools for Production Process Improvement

Duration

06 hours

Procedure

1. Apply Lean tools to a selected process.
2. Develop proposals related to 5S, standardized work, Kanban, Poka-Yoke, visual management, and A3 problem solving.
3. Analyze opportunities for setup time reduction through SMED and basic line balancing. Integrate an improvement proposal with expected benefits.
4. Receive instructor feedback.

Support Resources:

- 5S templates
- Standardized work format
- A3 format
- Kanban cards
- Poka-Yoke examples
- Demonstration videos
- Support material on SMED and line balancing.

Unit IV. Lean Quality in Regulated Environments

Practice 4: Analysis of Nonconformities and Corrective Actions in a Regulated Environment

Duration

07 hours

Procedure

1. Analyze a nonconformity case in a medical device manufacturing process
2. Identify the problem, review product traceability, apply root cause analysis, propose corrective and preventive actions through CAPA, and develop a basic Process FMEA.

3. Integrate recommendations concerning documentation, change control, quality, risk, and patient safety.
4. Receive instructor feedback.

Support Resources

- Nonconformity case study
- CAPA format, FMEA format
- root cause analysis format
- examples of traceability records
- guidelines for good documentation practices

Unit V. Lean Project Applied to Medical Devices

Practice 5: Integration and Presentation of the Final Lean Project

Duration

07 hours

Procedure

1. Integrate the results obtained throughout the course into a Lean project applied to a real or simulated process (the project must include problem definition, process diagnosis, current-state map, waste identification, future-state proposal, applied Lean tools, improvement indicators, implementation plan, and expected impact on quality, cost, delivery, and regulatory compliance.)
2. Presents project in executive format.
3. Receive instructor feedback.

Support Resources

- Lean project template
- Executive presentation format
- VSM templates
- Performance indicator formats
- Evaluation rubric
- Computer
- Presentation software

IX. STRUCTURE OF FIELD PRACTICES

Unit I. Introduction to Lean Manufacturing and the Medical Device Industry

Practice 1. Recognition of the Productive and Regulatory Environment

Duration

06 hours

Procedure

1. Conduct a visit, virtual tour, or analysis of a production environment related to the medical device industry.
2. Identify the process characteristics, quality conditions, traceability, documentation, cleanliness, organization, safety, and regulatory compliance.
3. Prepare a brief report describing the relationship between lean manufacturing, quality, and patient safety.
4. Receive instructor feedback.

Support Resources

- Observation guide
- Checklist
- Camera or mobile device if allowed
- Reference material on medical devices
- Access to an on-site visit, virtual visit or documented case.

Unit II. Process Diagnosis and Value Stream Mapping

Practice 2. Collection of Production Process Information

Duration

06 hours

Procedure

1. Observe real or simulated processes. Record activities, times, movements, inventories, waiting periods, and information flow.

2. Document the current state of the process and identify waste, bottlenecks, and opportunities for improvement. (This information will serve as the basis for the integrative project.)
3. Receive instructor feedback.

Support Resources

- Data collection format
- Stopwatch
- Interview guide
- Observation sheet
- Value stream mapping template
- Computer equipment

Unit III. Lean Tools for Process Improvement

Practice 3. Lean Improvement Proposal in the Study Area

Duration

06 hours

Procedure

1. Based on the diagnosis, select the most appropriate Lean tools to address the identified waste.
2. Propose improvement actions related to 5S, standardization, flow, Kanban, Poka-Yoke, visual management, or time reduction.
3. Justify the selected tool and explain the expected benefit.
4. Receive instructor feedback.

Support Resources

- Diagnostic formats
- Photographs or process evidence if allowed
- Lean templates
- Course support material
- Computer
- Diagramming software

Unit IV. Lean Quality in Regulated Environments

Practice 4. Evaluation of Quality, Traceability, and Process Risk

Duration

07 hours

Procedure

1. Evaluate the selected process from the perspective of quality and regulatory compliance.
2. Review the documentation, traceability, change control, risks, potential nonconformities, and their relationship to patient safety.
3. Develop preventive recommendations aligned with Lean Quality methodology and continuous improvement.
4. Receive instructor feedback.

Support Resources

- Quality checklist
- FMEA format,
- CAPA format
- Good documentation practices guide
- Authorized simulated or real process records

Unit V. Lean Project Applied to Medical Devices

Practice 5: Validation and Presentation of the Applied Lean Proposal

Duration

07 hours

Procedure

1. Integrates the information gathered in the field to validate the Lean improvement proposal. Presents the diagnosis, the analysis of the current state, the proposed future state, the indicators, the implementation plan, the expected benefits, and the considerations for quality and regulatory compliance.
2. Delivery of a technical report and executive presentation.
3. Receive instructor feedback.

Support Resources

- Technical report
- Executive presentation
- Evaluation rubric
- Field records

- Indicator templates
- Computer
- Presentation software
- Diagramming software

X. METHODOLOGY AND STRATEGIES

Course framework

In the online modality, course orientation must be integrated into the instructional design and made available to students from the beginning of the course through the institutional platform. Course orientation serves to guide, contextualize, and establish the foundations of academic work.

Faculty members must ensure that the following elements are clearly defined and accessible within the virtual environment:

- The course work methodology (modality, activity dynamics, timelines, and expected interaction).
- Evaluation criteria, rubrics, and weightings by unit or learning goal.
- Quality standards and formatting requirements for the submission of academic assignments.
- Rights and responsibilities of faculty members and students within the virtual learning environment.
- Communication and feedback channels, including office hours, discussion forums, internal messaging, or institutional email.

All these elements must be visible and organized within the course space on the institutional platform (such as Blackboard), preferably in a welcome module or course introduction section.

Teaching Strategies

These are instructional actions planned by the instructor to facilitate the achievement of expected learning outcomes in virtual environments. They must consider whether interaction is synchronous and/or asynchronous, the use of digital resources, and student autonomy.

The following are examples of strategies; some from this list or others considered appropriate may be used:

- Online Problem-Based Learning (PBL)
- Learning through collaborative digital projects
- Learning through case studies or digital simulations

- Flipped classroom
- Peer tutoring through videoconferencing or discussion forums
- Teaching through multimedia resources and educational platforms (videos, simulators, animated infographics)
- Digital formative assessment (with immediate feedback)

Learning Strategies

These are approaches used by students to acquire, organize, understand, and apply knowledge in digital environments. These strategies should promote autonomy, self-regulation, and critical thinking in virtual settings.

The following are examples of strategies; some from this list or others considered appropriate may be used:

- Problem solving in simulated environments
- Development of digital or collaborative projects
- Creation of digital graphic organizers (using apps for mind maps, concept maps, or infographics)
- Documentary and empirical research through electronic sources
- Strategic notetaking in digital formats
- Participation in digital simulations (virtual laboratories, role-play scenarios)
- Remote or hybrid fieldwork (interviews, surveys, virtual observation)

XI. EVALUATION CRITERIA

Accreditation Criteria

To be eligible for ordinary and extraordinary examinations, each student must comply with the attendance percentages established by the current School Statute. Grades are assigned on a scale from 0 to 100, with a minimum passing grade of 60.

Assessment criteria

– Partial assessment	20%
– Technical project report	40%
– Final project presentation	10%
– Workshop activities	15%
– Field practices	15%
Total	100%

XII. TEACHER PROFILE

Professional in Industrial Engineering, Manufacturing, Quality, or a related field, with experience in continuous improvement, Lean Manufacturing, and production processes, preferably within the medical device industry or regulated environments. Must possess skills in active teaching methodologies, supervision of applied projects, and the use of technological tools for blended learning.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería de Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Práctica de Campo: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:08
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Erika Beltrán Salomón Rafael Eduardo Saavedra Leyva
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es que el estudiantado formule y evalúe proyectos de inversión, mediante la aplicación de herramientas analíticas y financieras para determinar su viabilidad y factibilidad, con el fin de sustentar la toma de decisiones informadas y optimizar la asignación de recursos en contextos organizacionales. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Formular proyectos de inversión orientados a mejorar el desempeño organizacional, mediante la evaluación e integración de metodologías económico-administrativas y de ingeniería, para fortalecer la competitividad en el sector productivo, con liderazgo, responsabilidad y trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Entrega y exposición de un proyecto de inversión que incluya la conceptualización del proyecto, el estudio técnico, el estudio económico-financiero, la evaluación de viabilidad y el análisis de riesgo, con base en criterios técnico-administrativos para la toma de decisiones organizacionales.

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

Diseñar, innovar, e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y de mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia; Vanguardia y Compromiso con la Responsabilidad Social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. La formulación y evaluación de proyectos

Competencia

Seleccionar una idea de proyecto de inversión viable, mediante la identificación y análisis de problemáticas actuales, con el fin de generar alternativas de solución y sustentar la toma de decisiones, actuando con pensamiento crítico, responsabilidad y actitud innovadora.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaboración de un cuadro comparativo de alternativas de inversión que incorpore el contexto, el grado de innovación, el análisis de costos y beneficios, con la finalidad de evaluar opciones y justificar la selección de la alternativa más viable para la organización.

Contenido

1.1. Naturaleza de los proyectos de inversión en la ingeniería
- 1.1.1. Expansión de capacidad
- 1.1.2. Automatización
- 1.1.3. Mejora de procesos (lean, six sigma)
- 1.1.4. Cumplimiento regulatorio

1.2. Identificación de problemáticas y oportunidades en entornos industriales
- 1.2.1. Fuentes de oportunidades: Requisitos regulatorios, Mejora de productividad, Innovación tecnológica, Cuellos de botella, Problemas de calidad

1.3. Generación estructurada de ideas de proyectos
- 1.3.1. Técnicas para la generación de ideas: lluvia de ideas estructurada, Benchmarking, etc.
- 1.3.2. Criterios iniciales de selección de la idea: impacto económico, factibilidad técnica y alineación estratégica

1.4 Criterios para la comparación de alternativas de inversión
- 1.4.1. Criterios cuantitativos: inversión inicial, costos operativos y beneficios esperados
- 1.4.2. Criterios cualitativos: riesgo, impacto regulatorio y complejidad de implementación
- 1.4.3. Matriz de decisión ponderada
- 1.4.4. Estructuración de la alternativa: objetivo, alcance y supuestos

Duración

04 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Baca Urbina, G. (2022). *Evaluación de proyectos* (9.ª ed.). McGraw-Hill.

Coss Bu, R. (2022). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Limusa.

Larson, E. W., & Gray, C. F. (2021). *Administración de proyectos: Un enfoque práctico* (8.ª ed.). McGraw-Hill.[clásica]

López Miranda, A., & Lankenau Caballero, D. (2024). *Administración de proyectos: La clave para la coordinación efectiva y ágil de actividades y recursos* (1.ª ed.). Pearson.

Yazdi, M. (2024). *Progressive decision-making tools and applications in project and operation management*. *Studies in Systems, Decision and Control*. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51719-8

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Massachusetts Institute of Technology. (2023). Project evaluation: Essays and case studies. MIT OpenCourseWare. https://ocw.mit.edu

MDPI. (2024). Project-based learning in engineering education. MDPI. https://www.mdpi.com

Nicholas, J. M., & Steyn, H. (2025). Project management for engineering, business and technology (7th ed.). Routledge.

Unidad II. Estudio técnico

Competencia

Valorar la factibilidad del proyecto de inversión, mediante el uso de herramientas de ingeniería y criterios de optimización de recursos, con el fin de definir su operatividad con base en la problemática identificada y sustentar la toma de decisiones, actuando con responsabilidad social y actitud propositiva.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaboración de un informe técnico-operativo para el desarrollo de un proyecto de ingeniería aplicado al sector industrial, que contemple la determinación de la capacidad productiva, la identificación y especificación del equipo requerido, así como la caracterización de los recursos humanos, materiales y tecnológicos necesarios para su ejecución eficiente.

Contenido

2.1. Rol del estudio técnico en la formulación de proyectos
- 2.1.1. Objetivo del estudio técnico
- 2.1.2. Particularidades en la industria de dispositivos médicos (validación, trazabilidad, normatividad)

2.2. Definición del proceso productivo
- 2.2.1. Descripción del proceso del producto o servicio
- 2.2.2. Mapeo del proceso (diagramas de bloques, flujo, cursograma analítico)
- 2.2.3. Integración del proceso con requerimientos de calidad
- 2.2.4. Consideraciones regulatorias en el proceso (ambientes controlados, documentación)

2.3. Selección de la tecnología y recursos productivos
- 2.3.1. Criterios para selección de tecnología
- 2.3.2. Maquinaria, equipo y herramientas
- 2.3.3. Infraestructura requerida
- 2.3.4. Automatización y tecnologías emergentes
- 2.3.5. Compatibilidad con normativas del sector

2.4. Determinación de la capacidad productiva
- 2.4.1. Concepto de capacidad instalada
- 2.4.2. Cálculo de capacidad
- 2.4.3. Balanceo de línea (cuando aplique)
- 2.4.4. Relación capacidad–presupuesto de inversión

2.5. Distribución de planta (Lay Out)
- 2.5.1. Definición de espacios y localizaciones

2.6. Determinación de la localización del proyecto

2.7. Requerimientos de personal y estructura organizacional
- 2.7.1. Determinación del personal necesario
- 2.7.2. Perfiles y competencias
- 2.7.3. Descripción de puestos, sueldos y salarios
- 2.7.4. Consideraciones de capacitación y certificación

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Baca Urbina, G. (2022). *Evaluación de proyectos* (9.ª ed.). McGraw-Hill.

Garzón Agudelo, D. M., Gutiérrez-Junco, Ó. J., & Sarmiento Rojas, J. A. (2018). *Formulación y evaluación de proyectos de ingeniería*. Editorial Universidad Católica de Colombia. [clásica]

Larson, E. W., & Gray, C. F. (2021). *Administración de proyectos: Un enfoque práctico* (8.ª ed.). McGraw-Hill. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Groover, M. P. (2021). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing* (5th ed.). Pearson.[clásica]

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2022). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.

Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2021). *Manufacturing engineering and technology* (8th ed.). Pearson.[clásica]

Stevenson, W. J. (2021). *Operations management* (14th ed.). McGraw-Hill.[clásica]

Unidad III. Estudio económico

Competencia

Determinar los flujos netos de efectivo, mediante la estimación de ingresos y costos operativos de inversión, con el fin de proyectar su desempeño financiero y generar insumos para la evaluación de la rentabilidad y la toma de decisiones, actuando con pensamiento analítico, proactivo y compromiso profesional.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaboración de un informe financiero que integre el desarrollo y cálculo de los flujos netos de efectivo, considerando los costos fijos y variables, así como los ingresos o ahorros estimados durante la vida útil del proyecto de inversión.

Contenido

3.1 Rol del análisis financiero en proyectos de inversión
- 3.1.1. Relación entre estudio técnico y análisis económico
- 3.1.2. Importancia de los flujos de efectivo en la toma de decisiones
- 3.1.3. Enfoque en proyectos industriales (ahorros vs ingresos)

3.2 Determinación de la inversión del proyecto
- 3.2.1. Inversión fija: Instalaciones, maquinaria y equipo
- 3.2.2. Inversión diferida: ingeniería y validación
- 3.2.3. Capital de trabajo
- 3.2.4. Inversión total del proyecto

3.3 Estimación de costos operativos
- 3.3.1. Costos fijos: mano de obra, mantenimiento, servicios
- 3.3.2. Costos variables: materiales, insumos
- 3.3.3. Costos asociados a calidad y cumplimiento regulatorio
- 3.3.4. Estructura de costos del proyecto

3.4 Estimación de ingresos y beneficios económicos
- 3.4.1 Relación de las oportunidades del proyecto con los ingresos o ahorros esperados
- 3.4.2. Supuestos financieros para los beneficios económicos

3.5. Depreciación y amortización

3.6. Punto de equilibrio

3.7. Estado de resultados financieros
- 3.7.1. Estado de resultados proyectado
- 3.7.2. Flujo neto de efectivo

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Baca Urbina, G. (2022). *Evaluación de proyectos* (9.ª ed.). McGraw-Hill.

Blank, L. (2023). *Ingeniería económica plus* (8.ª ed.). McGraw-Hill.

Ross, S. A., Westerfield, R., & Jaffe, J. (2022). *Corporate finance* (13th ed.). McGraw-Hill.

Sapag, N. (2020). *Proyectos de inversión: Formulación y evaluación* (3.ª ed.). Pearson. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Evaluación económica de proyectos de inversión*. https://www.iadb.org

Corporate Finance Institute. (2024). *Financial modeling and cash flow analysis*. https://corporatefinanceinstitute.com

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Indicadores económicos*. https://www.inegi.org.mx

Unidad IV. Evaluación y análisis de riesgo

Competencia

Determinar la viabilidad integral de la inversión, mediante la evaluación de la rentabilidad utilizando indicadores financieros y el análisis de riesgos, con la finalidad de sustentar la toma de decisiones de inversión, con responsabilidad e integridad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaboración y presentación ejecutiva del proyecto de inversión, sustentada en el análisis e interpretación de los flujos netos de efectivo, para justificar la viabilidad financiera y la toma de decisiones organizacionales.

Contenido

4.1. Rol de la evaluación financiera en proyectos de inversión
- 4.1.1. Integración de estudios previos (técnico y económico)
- 4.1.3. Evaluación en proyectos industriales vs proyectos comerciales

4.2. Parámetros financieros para la evaluación
- 4.2.1. Concepto de valor del dinero en el tiempo
- 4.2.2. Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)
- 4.2.3. Horizonte de evaluación

4.3. Indicadores financieros de rentabilidad
- 4.3.1. Valor presente neto (VPN)
- 4.3.2. Tasa interna de retorno (TIR)
- 4.3.3. Periodo de recuperación (Payback)

4.4. Análisis de riesgo del proyecto
- 4.4.1. Tipos de riesgos: operativos, financieros y regulatorios (claves en dispositivos médicos)
- 4.5.2. Identificación y evaluación de riesgos

4.5.3. Estrategias de mitigación
4.5.4. Relación riesgo–decisión

4.5 Toma de decisiones de inversión
4.6.1. Integración de resultados financieros y técnicos
4.6.2. Recomendación de inversión
4.6.3. Consideraciones éticas y profesionales en la decisión

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Baca Urbina, G. (2022). *Evaluación de proyectos* (9.ª ed.). McGraw-Hill.

Blank, L. (2023). *Ingeniería económica plus* (8.ª ed.). McGraw-Hill.

Ross, S. A., Westerfield, R., & Jaffe, J. (2022). *Corporate finance* (13th ed.). McGraw-Hill.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Corporate Finance Institute. (2024). *NPV, IRR and investment decision methods*. https://corporatefinanceinstitute.com

Damodaran, A. (2023). *Applied corporate finance* (5th ed.). Wiley.

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. La formulación y evaluación de proyectos

Práctica 1: Identificación de oportunidades y selección de la idea de proyecto de inversión

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el enfoque de proyectos de inversión en la industria de dispositivos médicos.

2. Identifica una problemática real en su entorno relacionada con procesos productivos, calidad, costos o cumplimiento regulatorio.
3. Describe el contexto del problema considerando proceso, área impactada y consecuencias operativas.
4. Genera al menos tres alternativas de solución viables mediante técnicas estructuradas (lluvia de ideas guiada o benchmarking).
5. Define cada alternativa estableciendo objetivo, alcance, supuestos y posibles beneficios.
6. Determina criterios de evaluación cuantitativos y cualitativos (costo, impacto, factibilidad técnica, riesgo, cumplimiento normativo).
7. Asigna ponderaciones a los criterios definidos con base en su relevancia organizacional.
8. Construye una matriz de decisión ponderada en hoja de cálculo, analiza los resultados y selecciona la alternativa más viable con argumentos técnicos, estratégicos y normativos.
9. Documenta el proceso en el formato de cuadro comparativo establecido por el docente, el cual constituye la evidencia de la unidad y el documento base del proyecto integrador.
10. Entrega cuadro comparativo y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Hoja de cálculo (Excel o similar)
- Plataforma institucional (Blackboard o equivalente)
- Material de apoyo sobre criterios de evaluación de proyectos
- Acceso a información básica del entorno laboral

Unidad II. Estudio técnico

Práctica 2: Diseño técnico integral del proyecto de inversión

Duración

10 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del estudio técnico en proyectos de la industria de dispositivos médicos, considerando validación de procesos, trazabilidad, ambientes controlados y normativas aplicables.
2. Describe con base en la alternativa seleccionada el proceso productivo o de servicio mediante diagramas (bloques y flujo), identificando actividades, decisiones, flujos y puntos de control de calidad, así como consideraciones regulatorias.

3. Analiza y selecciona la tecnología adecuada (maquinaria, equipo, software), con base en criterios técnicos y económicos, e identifica la infraestructura requerida.
4. Determina la capacidad productiva en función de la demanda u objetivos del proyecto, identificando cuellos de botella y analizando la relación capacidad–demanda.
5. Diseña la distribución de planta (layout), considerando ubicación de recursos, flujos, áreas de almacenamiento y zonas controladas, justificando la localización con criterios técnicos y regulatorios.
6. Define los requerimientos de personal, incluyendo puestos, número de personas, competencias, y estimación de costos de mano de obra.
7. Integra los elementos del estudio técnico en el documento del proyecto para su entrega y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con software para diagramas de proceso (Visio, Lucidchart, draw.io u otro)
- Hoja de cálculo para comparación de tecnologías y cálculos de capacidad
- Fichas técnicas o catálogos de equipos relevantes al proyecto
- Material normativo de referencia (ISO 13485, FDA 21 CFR Part 820)

Unidad III. Estudio económico

Práctica 3: Estudio económico y flujo neto de efectivo del proyecto

Duración
10 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el rol del análisis financiero en la formulación de proyectos.
2. Clasifica y cuantifica con base en el estudio técnico del proyecto integrador, la inversión total del proyecto en: inversión fija (maquinaria, equipo, instalaciones, adecuaciones físicas), inversión diferida (ingeniería, validación del proceso, capacitación, permisos o registros regulatorios) y capital de trabajo. Apóyate en las cotizaciones obtenidas en la práctica de campo 3.
3. Presenta los resultados en una tabla detallada de inversión total.
4. Estima los costos operativos anuales clasificándolos en fijos (mano de obra, mantenimiento, servicios de energía y otros) y variables (materiales, insumos directos). Incluye los costos asociados a calidad y cumplimiento regulatorio (calibraciones, auditorías, documentación, materiales de control), que representan un componente relevante del sector.
5. Elabora la estructura de costos completa en hoja de cálculo por categoría y periodo.

6. Calcula la depreciación anual de los activos fijos mediante el método de línea recta, considerando vida útil y valor de salvamento de cada activo, y la amortización de la inversión diferida.
7. Define y justifica el horizonte de evaluación del proyecto con base en la vida útil del activo principal.
8. Define los beneficios económicos anuales esperados del proyecto (ingresos adicionales, o ahorros cuantificados: reducción de costos de mano de obra, disminución de retrabajos, reducción de costos de no conformidad, mejora de productividad en valor monetario).
9. Documenta claramente los supuestos financieros de cada beneficio, apoyándote en los datos de las prácticas de campo 3 y 4.
10. Calcula el punto de equilibrio del proyecto (si aplica), e interpreta su implicación operativa.
11. Elabora el estado de resultados financieros proyectado para cada año del horizonte de evaluación (beneficios, costos operativos totales, depreciación y amortización, utilidad antes de impuestos, impuestos estimados y utilidad neta). Con base en este, construye el flujo neto de efectivo (FNE) por período.
12. Representa gráficamente el diagrama de FNE.
13. Integra el estado de resultados proyectado y el flujo neto de efectivo al informe de estudio económico del proyecto integrador, verificando la congruencia de todos los datos con los estudios previos.
14. Entrega avances de proyecto y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con hoja de cálculo (Excel o similar) con funciones financieras
- Cotizaciones obtenidas en las prácticas de campo previas
- Tabla de tasas de depreciación máximas autorizadas (Art. 34 LISR)

Unidad IV. Evaluación y análisis de riesgo

Práctica 4: Evaluación financiera y análisis de riesgo

Duración
08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la integración del estudio técnico y económico en la evaluación financiera, y las particularidades de evaluar proyectos en la industria de

dispositivos médicos (ciclos de inversión, impacto regulatorio sobre flujos de efectivo, relevancia del Payback en contextos de cumplimiento normativo).

2. Retoma el flujo neto de efectivo validado y define la Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR), justificando el valor con base en: costo de capital de la organización (si está disponible), tasa de referencia del mercado financiero (TIIE, CETES), tasa de inflación vigente y prima de riesgo del proyecto.
3. Calcula e interpreta los tres indicadores de rentabilidad del proyecto: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación de la Inversión (Payback).
4. Elabora una tabla resumen que integre los tres indicadores con su interpretación y la recomendación de inversión derivada.
5. Analiza si los tres criterios conducen a la misma conclusión o si existen discrepancias que deban discutirse.
6. Identifica los principales riesgos del proyecto en tres categorías: operativos (fallas de proceso, problemas de calidad, interrupciones de suministro), financieros (variaciones en costos de insumos, tipo de cambio, disponibilidad de capital) y regulatorios (cambios normativos, auditorías, no conformidades que impactan la producción).
7. Estima para cada riesgo su probabilidad de ocurrencia (alta/media/baja) e impacto potencial (alto/medio/bajo) y construye una matriz de riesgo.
8. Define estrategias de mitigación para los riesgos de mayor criticidad.
9. Realiza un análisis de sensibilidad considerando el VPN ante las dos o tres variables más críticas identificadas en el análisis de riesgo. Calcula el VPN en escenarios pesimista, base y optimista para cada variable.
10. Construye una tabla de sensibilidad y elabora una gráfica de araña.
11. Realiza una interpretación de los resultados.
12. Integra todos los resultados (evaluación financiera y análisis de riesgo) en la sección de toma de decisiones del proyecto integrador, formulando una recomendación clara y justificada que considere los aspectos técnicos, económicos, regulatorios y éticos de la decisión.
13. Entrega el borrador y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Referencias de tasas financieras vigentes (TIIE, inflación INEGI, CETES)

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS CAMPO

Unidad II. Estudio técnico

Práctica 1: Levantamiento técnico del proceso en planta

Duración
08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el levantamiento técnico de procesos industriales: objetivos, instrumentos de recopilación de datos, manejo de información sensible, así como las consideraciones de seguridad interna de la organización.
2. Realiza un estudio de tiempos simplificado en el proceso o área de interés: registra los tiempos de ciclo de las operaciones principales (mínimo cinco lecturas por operación) para establecer la capacidad real actual como información base del proyecto.
3. Realiza un mapeo del layout actual del área impactada registrando dimensiones aproximadas, ubicación de equipos, flujos de materiales y personas, y condiciones especiales (zonas limpias, áreas de cuarentena, accesos controlados).
4. Identifica ineficiencias, restricciones de espacio, cuellos de botella o condiciones de no conformidad regulatoria que justifiquen la propuesta técnica del proyecto.
5. Realiza una entrevista estructurada con al menos dos personas clave del área (supervisor, técnico de calidad, ingeniero de proceso u otro rol relevante) para obtener datos sobre las salidas (rate) actuales de producción, eficiencias, causas frecuentes de paros o retrabajos, requerimientos de personal y expectativas respecto al proyecto propuesto.
6. Contrasta los datos de campo con los supuestos del estudio técnico elaborado en la práctica de taller 2.
7. Identifica discrepancias e incorpora los ajustes necesarios en la propuesta.
8. Elabora un reporte de levantamiento técnico que incluya datos de capacidad actual, layout registrado, hallazgos de ineficiencias, síntesis de entrevistas y ajustes realizados a la propuesta técnica.
9. Integra la información validada al documento del proyecto integrador y entrega para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Cronómetro o aplicación de temporización en dispositivo móvil
- Cinta métrica o dispositivo de medición

- Libreta de campo o formulario de registro de datos
- Cámara fotográfica (sujeto a políticas de la organización)

Práctica 2: Análisis de demanda e investigación de mercado del proyecto

Duración
08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el análisis de demanda en proyectos industriales, distinguiendo proyectos orientados a satisfacer demanda externa (nuevos productos o servicios) y proyectos orientados a generar eficiencias internas (reducción de costos, mejora de calidad).
2. Define el tipo de demanda que sustenta tu proyecto (volumen de producción requerido, meta de reducción de rechazos, ahorro en costos regulatorios, incremento de capacidad instalada, u otro) y establece los supuestos y fuentes de información que permitirán cuantificar.
3. Realiza al menos dos de las siguientes actividades de campo para sustentar la demanda: a) entrevista con el cliente interno del proceso (área usuaria, gerencia de producción u otro); b) revisión de reportes internos de desempeño, proyecciones de producción o planes maestros de la organización; o c) investigación documental de tendencias del sector (CANIFARMA, FDA, AdvaMed u otras fuentes especializadas).
4. Cuantifica la demanda o volumen objetivo con los datos obtenidos.
5. Consulta con al menos un proveedor o fuente de mercado los costos referenciales de la tecnología, equipo o servicios identificados en la práctica de campo 2, obteniendo cotizaciones formales o informales que se utilizarán en el estudio económico de la Unidad III.
6. Elabora un reporte de análisis de demanda e investigación de mercado que incluya: cuantificación de la demanda o volumen objetivo, supuestos utilizados, fuentes consultadas, cotizaciones o referencias de costos obtenidas y conclusiones sobre la pertinencia del proyecto.
7. Integra el reporte al documento del proyecto integrador como el componente de análisis de demanda requerido en la evidencia final del curso. y entrega para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo
- Computadora
- Acceso a reportes internos de la organización (sujeto a autorización)

- Acceso a fuentes de información sectorial (CANIFARMA, FDA, AdvaMed, INEGI)
- Plantilla de reporte de análisis de demanda

Unidad III. Estudio económico

Práctica 3: Validación financiera

Duración
08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre cómo presentar y validar supuestos financieros ante actores organizacionales: manejo de lenguaje técnico-financiero accesible, confidencialidad de la información y técnicas para obtener retroalimentación constructiva.
2. Prepara un resumen ejecutivo de una a dos páginas o una presentación breve (5 a 8 diapositivas) que sintetice los principales elementos del estudio económico: inversión total, estructura de costos, beneficios proyectados y flujo neto de efectivo. El propósito del resumen es someter esta información a validación, no presentar resultados definitivos.
3. Agenda y realiza una sesión de revisión con al menos uno de los siguientes actores de tu organización: supervisor del área, coordinador de finanzas o control de costos, jefe de manufactura, gerente de operaciones o algún otro puesto que se considere adecuado.
4. Valida la pertinencia de los supuestos utilizados (costos de mano de obra, insumos, estimaciones de ahorro o beneficio, montos de inversión) y obtén datos más precisos si están disponibles.
5. Documenta la retroalimentación recibida: supuestos confirmados, supuestos que requieren ajuste, datos adicionales proporcionados y comentarios sobre la viabilidad percibida del proyecto desde la perspectiva organizacional.
6. Realiza con base al punto anterior los ajustes necesarios al estudio económico y al flujo neto de efectivo, documentando cada cambio y su justificación.
7. Elabora un reporte de validación financiera que incluya: descripción de la sesión, resumen de la retroalimentación recibida, tabla de ajustes realizados y versión actualizada del flujo neto de efectivo.
8. Este documento constituye la evidencia de aprendizaje de la Unidad III y será el insumo central para la Unidad IV.
9. Integra al proyecto integrador y entrega para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora

Práctica 4: Benchmarking técnico y financiero con referentes del sector

Duración
08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el benchmarking como herramienta de validación en la formulación de proyectos de inversión, distinguiendo benchmarking interno (otras áreas o plantas de la misma organización), competitivo (referentes directos del sector) y funcional (mejores prácticas de industrias similares).
2. Define el tipo de benchmarking más adecuado para tu proyecto e identifica al menos dos fuentes de comparación: otra área de tu organización con un proyecto similar implementado; un proveedor de tecnología con casos de uso documentados; publicaciones o casos de estudio del sector (CANIFARMA, FDA, AdvaMed, revistas especializadas); o contactos profesionales del sector (redes profesionales, asociaciones industriales o eventos del sector).
3. Realiza el levantamiento de información mediante el mecanismo más accesible (visita, entrevista presencial o por videollamada, revisión de publicaciones) y recopila datos comparativos sobre: parámetros técnicos del proceso (capacidades, tiempos de ciclo, indicadores de calidad), rangos de inversión en proyectos similares, beneficios logrados, retos de implementación y lecciones aprendidas.
4. Construye una tabla que compare los parámetros del proyecto propio con los referentes identificados, señalando brechas favorables o desfavorables en los aspectos técnicos y financieros clave.
5. Analiza los hallazgos e identifica si algún supuesto técnico o financiero del proyecto integrador requiere revisión.
6. Documenta los ajustes realizados justificando cada modificación.
7. Elabora un reporte de benchmarking técnico y financiero que incluya: fuentes consultadas, tabla comparativa, análisis de brechas y ajustes aplicados al proyecto.
8. Integra el reporte al documento del proyecto integrador como elemento de soporte del análisis de demanda y el estudio técnico.
9. Entrega documento y recibe docente.

Recursos de apoyo

- Computadora

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico. El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

Las estrategias didácticas implementadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados en ambientes virtuales de manera síncrona y/o asíncrona son las siguientes:

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Foros de discusión guiada
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

Las estrategias empleadas para ara adquirir, organizar, comprender y aplicar el conocimiento en entornos digitales para fomentar la autonomía, la autorregulación y el pensamiento crítico en medios virtuales son los siguientes:

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Interacción con comunidades o actores reales mediante plataformas virtuales
- Práctica reflexiva mediante blogs, portafolios o diarios digitales
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

XI. 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	10%
- Prácticas taller/campo	50%
- Metas de la unidad	10%
- Actividades	20%
- Presentación del proyecto	10%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente responsable de esta unidad de aprendizaje deberá contar con título profesional en Ingeniería o en áreas afines, preferentemente con estudios de posgrado en administración, economía o áreas relacionadas. Deberá acreditar al menos tres años de experiencia profesional o docente en el desarrollo y evaluación de proyectos de inversión, así

como dominio de metodologías financieras, análisis de sensibilidad y evaluación de riesgo para la toma de decisiones estratégicas. Asimismo, se valorará la participación en procesos de formación docente continua durante el último año. Se espera que posea un desempeño profesional caracterizado por la responsabilidad, el respeto y el pensamiento crítico, así como la capacidad para proponer soluciones estructuradas ante desafíos complejos de ingeniería y una sólida vocación por la enseñanza.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Ingeniería en Sistemas de Producción
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Luis Felipe Medina Robles Quetzalli Aguilar Virgen
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La Ingeniería en Sistemas de Producción se enfoca en el diseño, planificación y optimización de procesos productivos eficientes y competitivos, fundamentales para responder a las demandas de la industria moderna.

El propósito de esta unidad de aprendizaje es que el estudiantado diseñe, planee y optimice sistemas de producción de alta precisión mediante la integración de pronósticos de demanda, la gestión eficiente de recursos y el análisis de capacidad. Con ello, se busca asegurar el flujo continuo de la producción conforme a los estándares de calidad, trazabilidad y regulación exigidos por la industria de dispositivos médicos, garantizando la eficiencia operativa y el cumplimiento normativo. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Producción.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Administrar sistemas de producción mediante la aplicación de modelos cuantitativos de planeación, pronósticos de demanda, control de inventarios y análisis de capacidad, para optimizar el uso de recursos técnicos y humanos y asegurar el flujo eficiente de los procesos productivos bajo estándares de calidad, trazabilidad y regulación en la industria de dispositivos médicos, con una actitud de responsabilidad ética, enfoque en la mejora continua y estricto apego a las normas internacionales de salud.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Proyecto Integrador: Diseño de un Plan Maestro de Producción (MPS) para un dispositivo médico específico, que incluya el pronóstico de demanda, el cálculo de capacidad de planta (OEE), la explosión de materiales (MRP) y la identificación de cuellos de botella.

2. Portafolio de evidencias: Reportes de solución de casos prácticos utilizando software especializado (Excel/Minitab).

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

Diseñar, innovar, e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y de mejora

continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Pronósticos de la Demanda

Competencia

Estimar la demanda mediante la aplicación de métodos cuantitativos de series de tiempo y modelos causales, para apoyar la toma de decisiones en la planeación de la producción, con pensamiento analítico y rigor en el control del error.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Informe de pronóstico de demanda: Aplicación de al menos dos métodos (series de tiempo y regresión), comparación de resultados y análisis del error para seleccionar el modelo más adecuado.

Contenido

1.1. Importancia estratégica del pronóstico en el sector salud.
1.2. Métodos de series de tiempo
    1.2.1. Promedios móviles
    1.2.2. Promedios móviles ponderados
    1.2.3. Suavizamiento exponencial simple
1.3. Métodos causales
    1.3.1. Regresión lineal.
1.4. Monitoreo y control del error del pronóstico

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2021). *Principios de Administración de Operaciones* (1era edición). Pearson. [clásica]

Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2022). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros* (6ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores.

Krajewski, L.J., Malhotra, M.K. (2023). *Administración de Operaciones (Ebook) Procesos y Cadena de Suministro.* Ed. Pearson Educación. México.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Bozarth, C. C., & Handfield, R. B. (2020). *Introduction to operations and supply chain management* (5th global ed.). Pearson.[clásica]

Unidad II. Gestión de Inventarios

Competencia

Gestionar inventarios mediante la aplicación de modelos determinísticos y criterios de clasificación, para optimizar niveles de existencias y garantizar el servicio en entornos productivos, con enfoque en eficiencia y control.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de optimización de inventarios: Clasificación ABC, cálculo de EOQ/POQ, inventario de seguridad y punto de reorden para un caso aplicado.

Contenido

2.1. Análisis de inventarios
    2.1.1. Clasificación ABC por valor
    2.1.2. Criticidad médica
2.2. Indicadores de eficiencia de inventarios: conteo cíclico y rotación de inventarios
2.3. Modelos determinísticos (EOQ y POQ)
2.4. Inventario de seguridad y puntos de reorden bajo variabilidad

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2021). *Principios de Administración de Operaciones* (1era edición). Pearson. [clásica]

Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2022). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros* (6ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores.

Krajewski, L.J., Malhotra, M.K. (2023). *Administración de Operaciones (Ebook) Procesos y Cadena de Suministro*. Ed. Pearson Educación. México.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Bozarth, C. C., & Handfield, R. B. (2020). *Introduction to operations and supply chain management* (5th global ed.). Pearson. [clásica]

Russell, R. S., & Taylor, B. W. (2023). *Operations and supply chain management* (11.ª ed.). Wiley.

Unidad III. Planeación y Control de la Capacidad

Competencia

Valorar la capacidad productiva mediante técnicas de secuenciación y medición de desempeño, para asegurar el cumplimiento del plan de producción, con enfoque en eficiencia operativa.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Informe de capacidad y secuenciación: Programación de tareas, cálculo de capacidad (teórica vs. real) y análisis de OEE en un proceso productivo.

Contenido

3.2. Secuenciación
- 3.2.1. Reglas de prioridad para despacho de trabajos
- 3.2.2. Programación de n tareas en un solo procesador

3.2.3. Programación de n tareas en "m" procesadores
3.4. Medición de la capacidad (Teórica vs. Real)
3.5. Indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) en líneas de ensamble

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2021). Principios de Administración de Operaciones (1era edición). Pearson. [clásica]

Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2022). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros (6ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores.

Krajewski, L.J., Malhotra, M.K. (2023). Administración de Operaciones (Ebook) Procesos y Cadena de Suministro. Ed. Pearson Educación. México.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Bozarth, C. C., & Handfield, R. B. (2020). Introduction to operations and supply chain management (5th global ed.). Pearson. [clásica]

Unidad IV. Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP)

Competencia

Planear los requerimientos de materiales mediante la aplicación de MRP y listas de materiales, para garantizar la disponibilidad y trazabilidad en los procesos productivos, con precisión y control.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Desarrollo de un sistema MRP: Elaboración de BOM, explosión de materiales y cálculo de requerimientos con desfasamiento en el tiempo.

Contenido

4.1. Evaluación del MRP
4.2. Entradas y salidas de MRP
4.3. Estructura del producto y Listas de Materiales (BOM).
4.4. La mecánica del MRP: Explosión de necesidades y desfasamiento en el tiempo.

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2021). *Principios de Administración de Operaciones* (1era edición). Pearson. [clásica]

Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2022). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros* (6ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores.

Krajewski, L.J., Malhotra, M.K. (2023). *Administración de Operaciones (Ebook) Procesos y Cadena de Suministro.* Ed. Pearson Educación. México.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Bozarth, C. C., & Handfield, R. B. (2020). *Introduction to operations and supply chain management* (5th global ed.). Pearson. [clásica]

Russell, R. S., & Taylor, B. W. (2023). Operations and supply chain management (11.ª ed.). Wiley.

Unidad V. Teoría de Restricciones (TOC)

Competencia

Optimizar el flujo de producción mediante la aplicación de la teoría de restricciones, para mejorar el rendimiento del sistema productivo, con enfoque en mejora continua.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Análisis de mejora con TOC: Identificación del cuello de botella, aplicación de los cinco pasos de Goldratt y propuesta de mejora del flujo productivo.

Contenido

5.1. Sistemas cuello de botella
    5.1.1. Principios de cuello de botella
    5.1.2. Teoría de restricciones
5.2. Los cinco pasos de la mejora continua de Goldratt.
5.3. Sistema Drum-Buffer-Rope (Tambor-Amortiguador-Cuerda).
5.4. Contabilidad del Throughput vs. Contabilidad de costos tradicional.

Duración

06 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2021). *Principios de Administración de Operaciones* (1era edición). Pearson. [clásica]

Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2022). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros* (6ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores.

Krajewski, L.J., Malhotra, M.K. (2023). *Administración de Operaciones (Ebook) Procesos y Cadena de Suministro.* Ed. Pearson Educación. México.

Goldratt, E. M. (2014). *La meta: Un proceso de mejora continua* (ed. revisada). Ediciones Castillo. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externo

Bozarth, C. C., & Handfield, R. B. (2020). *Introduction to operations and supply chain management* (5th global ed.). Pearson. [clásica]

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Pronósticos de la Demanda

Práctica 1: Pronósticos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los diferentes métodos cuantitativos de pronósticos.
3. Analiza los patrones de comportamiento considerando los diferentes componentes de la demanda.
4. Aplica y compara los diferentes métodos cuantitativos de pronósticos.
5. Identifica la mejor solución de acuerdo con los indicadores del error.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de Estudio
- Calculadora científica
- Hojas blancas
- Lápiz
- Apuntes de Clase

Unidad II. Gestión de Inventarios

Práctica 2: Niveles de inventario óptimo

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los diferentes modelos de determinísticos de inventarios.
3. Analiza el impacto económico de cada uno de los artículos para realizar la clasificación ABC de los inventarios.
4. Aplica los diferentes modelos de inventarios considerando en su caso niveles de seguridad.
5. Establece los niveles óptimos de inventario.

6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de Estudio
- Calculadora científica
- Hojas blancas
- Lápiz
- Apuntes de Clase

Unidad III. Planeación y Control de la Capacidad

Práctica 3: Secuenciación y Capacidad

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica las diferentes técnicas de secuenciación para controlar la producción.
3. Analiza las capacidades y calcula el OEE para cubrir la demanda.
4. Establece un plan de requerimientos de capacidad.
5. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
6. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de Estudio
- Calculadora científica
- Hojas blancas
- Lápiz
- Apuntes de Clase

Unidad IV. Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP)

Práctica 4: MRP

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica las dos técnicas de listado de materiales (BOM): diagrama de estructura y tabla.
3. Determina los requerimientos de materiales considerando tiempo de entrega, compensación, explosión, requerimiento bruto y neto, inventarios de seguridad, tamaño de lote, entre otros.
4. Establece un plan de requerimientos de materiales.
5. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
6. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de Estudio
- Calculadora científica
- Hojas blancas
- Lápiz
- Apuntes de Clase

Unidad V. Teoría de Restricciones (TOC)

Práctica 5: TOC

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica las estaciones de trabajo, tiempos de proceso, capacidad de cada recurso, flujo de materiales del sistema productivo.
3. Analiza en dónde está el trabajo en proceso, estación con mayor tiempo de ciclo y menor capacidad.
4. Plantea mejorar el cuello de botella y compara el antes y después.
5. Establece un plan de flujo productivo que permite la optimización de la restricción.
6. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de Estudio
- Calculadora científica

- Hojas blancas
- Lápiz
- Apuntes de Clase

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Pronósticos de la Demanda

Práctica 1: Modelado Predictivo de Demanda para Suministros Médicos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación del análisis de series de tiempo y métodos causales.
3. Calcula el pronóstico de demanda usando promedios móviles, suavizamiento exponencial y regresión lineal.
4. Compara los resultados obtenidos con los valores reales y teóricos de demanda.
5. Identifica logros y áreas de mejora en la interpretación del error del pronóstico.
6. Propone ajustes en la selección de técnicas según el comportamiento de la demanda hospitalaria.
7. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
8. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado Minitab o Excel
- Datos de demanda histórica

Unidad II. Gestión de Inventarios

Práctica 2: Estratificación Logística y Optimización de Stock Regulado

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.

2. Identifica los criterios de evaluación del análisis ABC y modelos determinísticos.
3. Clasifica insumos mediante valor de uso y criticidad médica VEN.
4. Compara los resultados del lote económico (EOQ) con los niveles de inventario de seguridad establecidos.
5. Identifica logros y áreas de mejora en el cálculo de puntos de reorden bajo variabilidad.
6. Propone ajustes en la resolución de ejercicios de rotación de inventarios y conteos cíclicos.
7. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
8. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado o Excel
- Catálogo de componentes médicos

Unidad III. Planeación y Control de la Capacidad

Práctica 3: Secuenciación de Líneas de Ensamble y Análisis de Eficiencia Global (OEE)

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación de la secuenciación y el indicador OEE.
3. Programa tareas en procesadores únicos y múltiples usando reglas de prioridad de despacho.
4. Compara los resultados de capacidad teórica vs. reales obtenidos en la línea.
5. Identifica logros y áreas de mejora en la interpretación de los factores de disponibilidad, desempeño y calidad.
6. Propone ajustes en la programación de tareas para optimizar el flujo de producción.
7. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
8. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado o Excel
- Ejercicios de secuenciación

Unidad IV. Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP)

Práctica 4: Explosión de Requerimientos y Gestión de Listas de Materiales (BOM)

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación de la explosión de materiales y listas de materiales (BOM).
3. Analiza la estructura del producto y el desfasamiento en el tiempo de las necesidades netas.
4. Compara los resultados obtenidos con el Plan Maestro de Producción (MPS) establecido.
5. Identifica logros y áreas de mejora en la mecánica del MRP y gestión de entradas/salidas.
6. Propone ajustes en la resolución de ejercicios de explosión de necesidades para evitar rupturas de stock.
7. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
8. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado o Excel
- Listas de Materiales (BOM)

Unidad V. Teoría de Restricciones (TOC)

Práctica 5: Sincronización de Flujo mediante Teoría de Restricciones (TOC)

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación de los principios de cuello de botella y TOC.
3. Analiza el flujo mediante el sistema Drum-Buffer-Rope y la contabilidad del Throughput.

4. Compara los resultados de productividad antes y después de aplicar los pasos de Goldratt.
5. Identifica logros y áreas de mejora en la identificación de sistemas cuello de botella.
6. Propone ajustes en la gestión de amortiguadores para la mejora continua del sistema.
7. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
8. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Casos de estudio de la industria médica
- Software o simuladores

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Interacción con comunidades o actores reales mediante plataformas virtuales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)

XI. 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%
- Proyecto integrador	40%
- Portafolio de evidencias	40%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

Formación en Ingeniería Industrial, Ingeniería Química Industrial o área afín; preferentemente con estudios de posgrado y al menos dos años de experiencia docente en educación superior. Debe contar con conocimientos en planeación y control de la producción, pronósticos de demanda, análisis de capacidad, optimización de procesos, gestión de la calidad y trazabilidad, así como en normativas aplicables a la industria de dispositivos médicos. Se valorará la

experiencia profesional en entornos de manufactura de alta precisión y el manejo de herramientas especializadas para la gestión y mejora de sistemas productivos.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Proyecto Integrador II
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Taller: 04 Horas Práctica de Campo: 04 Créditos:08
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Teresa Carrillo Gutiérrez Karla Frida Madrigal Estrada
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje tiene como propósito que el estudiantado implemente y valore un proyecto de ingeniería aplicado o simulado en sistemas industriales, particularmente en el sector de dispositivos médicos, mediante la integración de soluciones sustentadas en análisis previos y la aplicación de herramientas de seguimiento y valoración, para contribuir a la mejora continua de los procesos productivos en términos de calidad, seguridad y eficiencia operativa. Estos aprendizajes le permitirán desarrollar proyectos de ingeniería, fundamentar decisiones y proponer mejoras sostenibles en contextos industriales. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar propuestas de solución de ingeniería en sistemas industriales del sector de dispositivos médicos mediante la aplicación de metodologías técnicas, análisis de resultados e indicadores de desempeño para optimizar procesos productivos con responsabilidad profesional, trabajo colaborativo, ética y compromiso con la excelencia operativa.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora y presenta documento técnico del proyecto final integrador, aplicado a un sistema real o simulado en el que demuestre la optimización de procesos productivos.

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

Diseñar, analizar, evaluar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Planeación de la implementación del proyecto

1.1. Elaboración del plan de implementación

1.2. Implementación en entorno real

Unidad II. Implementación de la solución

2.1. Seguimiento de la implementación

2.2. Validación del proceso

Unidad III. Evaluación de resultados

3.1. Análisis de resultados

3.2. Evaluación en campo

Unidad IV. Integración y comunicación del proyecto

4.1. Elaboración del reporte final

4.2. Presentación en entorno profesional

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Planeación de la implementación del proyecto

Práctica 1: Elaboración del plan de implementación

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes sobre alcances y entregables de la práctica.
2. Revisa el diagnóstico y propuesta desarrollados en Proyecto Integrador I.
3. Define los objetivos específicos de la implementación.
4. Desglosa actividades mediante EDT/WBS o lista estructurada de tareas.
5. Asigna responsables, tiempos y recursos requeridos.
6. Elabora el cronograma tipo Gantt.
7. Identifica riesgos potenciales y acciones preventivas.
8. Integra el plan formal de implementación.
9. Presenta el borrador y ajusta con retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Excel / Google Sheets
- Microsoft Project / Trello / Asana
- Plantillas Gantt
- Matriz de riesgos
- Computadora portátil
- Blackboard / plataforma institucional

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Gutiérrez, H., (2023). Calidad y productividad Plus (5th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/978145629361

Jacobs, F. R. (2023). Administración de operaciones Plus (16th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071518439

Sampieri, R. H. (2023). Metodología de la investigación Plus (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Aliu, J., Oke, A. E., Kineber, A. F., et al. (2023). Towards a new paradigm of project management: A bibliometric review. *Sustainability, 15*(13), 9967. https://doi.org/10.3390/su15139967

Heizer, J., Render, B. & Munson, C. (2023). *Operations management* (14th ed.). Pearson. https://cssplatformbytha.com/wp-content/uploads/2024/10/Operations-Management-Jay-Heizer-Barry-Render-Chuck-Munson-1.pdf

Kerzner, H. (2022). Project Management (13th ed.). Wiley. Retrieved from https://www.perlego.com/book/3236853/project-management-a-systems-approach-to-planning-scheduling-and-controlling-pdf

Project Management Institute. (2025). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) – Eighth Edition*. PMI. https://www.pmi.org/standards/pmbok

Vogl, G., Weiss, B. and Helu, M. (2016). A Review of Diagnostic and Prognostic Capabilities and Best Practices for Manufacturing, *Journal of Intelligent Manufacturing.* National Institute of Standards and Technology. Publications. https://www.nist.gov/el/enhancing-maintenance-strategies-manufacturing-operations/publications [Clásica]

Unidad II. Implementación de la solución

Práctica 2: Seguimiento de la implementación

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Revisa el avance programado vs avance real.
2. Monitorea el cumplimiento de actividades.
3. Registra las desviaciones en tiempo, costo, calidad o alcance.
4. Analiza las causas de desviaciones.
5. Aplica las acciones correctivas inmediatas.
6. Actualiza el cronograma y bitácora del proyecto.
7. Elabora el reporte ejecutivo de seguimiento.

Recursos de apoyo

- Bitácora digital
- Dashboard en Excel
- Microsoft Project / Trello
- Formato de seguimiento semanal
- Computadora
- Indicadores de avance

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Jacobs, F. R. (2023). Administración de operaciones Plus (16th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071518439

Gutiérrez, H. (2023). Calidad y productividad Plus (5th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9781456293611

Sampieri, R. H. (2023). Metodología de la investigación Plus (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Heizer, J., Render, B. & Munson, C. (2023). *Operations management* (14th ed.). Pearson. https://cssplatformbytha.com/wp-content/uploads/2024/10/Operations-Management-Jay-Heizer-Barry-Render-Chuck-Munson-1.pdf

Project Management Institute. (2025). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) – Eighth Edition*. PMI. https://www.pmi.org/standards/pmbok

International Organization for Standardization. (2016). *ISO 13485: Medical devices — Quality management systems*. https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100377.pdf

[Clásica]

U.S. Food and Drug Administration. (2023). *Quality system regulation (21 CFR Part 820)*. https://www.fda.gov/media/160124/download

Vogl, G., Jameson, J., Archenti, A., Szipka, K., and Donmez, M. (2019). Root-cause analysis of wear-induced error motion changes of machine tool linear axes, International Journal of Machine Tools & Manufacture. National Institute of Standards and Technology. Publications. https://www.nist.gov/el/enhancing-maintenance-strategies-manufacturing-operations/publications[Clásica]

Unidad III. Evaluación de resultados

Práctica 3: Análisis de resultados

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Recopila los datos posteriores a la implementación.
2. Valida la integridad y consistencia de la información.
3. Calcula los indicadores clave (KPIs).
4. Compara la línea base vs resultados actuales.
5. Interpreta el impacto en productividad, calidad, tiempo o costo.
6. Elabora las gráficas comparativas.
7. Redacta las conclusiones técnicas preliminares.

Recursos de apoyo

- Excel avanzado
- Power BI / Google Data Studio (opcional)
- Base de datos del proyecto
- Calculadora estadística
- Plantillas KPI
- Computadora portátil

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Jacobs, F. R. (2023). Administración de operaciones Plus (16th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071518439

Pulido, H. G. (2023). Calidad y productividad Plus (5th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9781456293611

Sampieri, R. H. (2023). Metodología de la investigación Plus (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

George, M. L., Maxey, J., Rowlands, D., & Price, M. (2021). *The Lean Six Sigma pocket toolbook* (2nd ed.). McGraw-Hill.

Montgomery, D. C. (2021). *Introduction to statistical quality control* (9th ed.). Wiley.

Heizer, J., Render, B. & Munson, C. (2023). *Operations management* (14th ed.). Pearson. https://cssplatformbytha.com/wp-content/uploads/2024/10/Operations-Management-Jay-Heizer-Barry-Render-Chuck-Munson-1.pdf

Project Management Institute. (2025). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) – Eighth Edition*. PMI. https://www.pmi.org/standards/pmbok

National Institute of Standards and Technology. (2022). *Smart manufacturing systems performance metrics*. National Institute of Standards and Technology. Publications. https://www.nist.gov/el/enhancing-maintenance-strategies-manufacturing-operations/publications

World Health Organization. (2022). *Medical device regulations global overview and guiding principles*. https://www.who.int

Unidad IV. Integración y comunicación del proyecto

Práctica 4: Elaboración del reporte final

Duración
16 horas

Procedimiento

1. Integra los antecedentes, metodología, implementación y resultados.
2. Redacta las conclusiones y recomendaciones de mejora continua.
3. Incorpora las tablas, figuras y anexos técnicos.
4. Revisa ortografía, formato APA y calidad de redacción.
5. Diseña presentación ejecutiva del proyecto.
6. Ensaya la exposición profesional.
7. Entrega la versión final.

Recursos de apoyo

- Microsoft Word
- PowerPoint / Canva
- Zotero / Mendeley
- Plantilla APA 7
- Rúbrica de evaluación
- Computadora portátil

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Jacobs, F. R. (2023). Administración de operaciones Plus (16th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071518439

Pulido, H. G. (2023). Calidad y productividad Plus (5th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9781456293611

Sampieri, R. H. (2023). Metodología de la investigación Plus (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Aliu, J., Oke, A. E., Kineber, A. F., et al. (2023). Towards a new paradigm of project management: A bibliometric review. *Sustainability, 15*(13), 9967. https://doi.org/10.3390/su15139967

Heizer, J., Render, B. & Munson, C. (2023). *Operations management* (14th ed.). Pearson. https://cssplatformbytha.com/wp-content/uploads/2024/10/Operations-Management-Jay-Heizer-Barry-Render-Chuck-Munson-1.pdf

International Organization for Standardization. (2016). *ISO 13485: Medical devices — Quality management systems*. https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100377.pdf

[Clásica]

Kerzner, H. (2022). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (13th ed.). Wiley.

https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/ip/BUKU%20MANAJEMEN%20PROYEK/project-management-harold-kerzner1.pdf

National Institute of Standards and Technology. (s/f). Publications. https://www.nist.gov/el/enhancing-maintenance-strategies-manufacturing-operations/publications[Clásica]

Project Management Institute. (2025). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) – Eighth Edition*. PMI. https://www.pmi.org/standards/pmbok

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS CAMPO

Unidad I: Planeación de la implementación del proyecto

Práctica 1: Implementación en entorno real

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para realización de actividades en entorno real
2. Coordinar con el responsable del área la ejecución del proyecto.
3. Preparar materiales, recursos y condiciones necesarias.
4. Implementar la solución propuesta en el proceso seleccionado.
5. Registrar actividades realizadas, tiempos y cambios generados.
6. Documentar evidencia del proceso (fotográfica, registros, formatos).

Recursos de apoyo

- Plan de implementación aprobado
- Cronograma del proyecto
- Bitácora de implementación
- Formatos de registro de actividades
- Equipo de protección personal (EPP) según área
- Acceso a instalaciones o entorno simulado
- Cámara o dispositivo móvil para evidencia
- Normatividad aplicable (NOM, procedimientos internos)

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Jacobs, F. R. (2023). Administración de operaciones Plus (16th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071518439

Pulido, H. G. (2023). Calidad y productividad Plus (5th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9781456293611

Sampieri, R. H. (2023). Metodología de la investigación Plus (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Socconini, L. (2022). *Lean Six Sigma Green Belt certification manual*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/ereader/uabc/213811/

Socconini, L. (2022). Manual de certificación: lean six sigma white belt. Alfaomega. LC Class. No.:TS156.17.S59 / S624 2022

Tague, N. R. (2023). *The quality toolbox* (3rd ed.). ASQ Quality Press. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/e752c55e-8543-3059-9d88-d6ec5045e8a7

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

American Society for Quality. (2022). *Six Sigma resources and methodologies for quality improvement*. ASQ. https://asq.org/quality-resources/six-sigma

Heizer, J., Render, B. & Munson, C. (2023). *Operations management* (14th ed.). Pearson. https://cssplatformbytha.com/wp-content/uploads/2024/10/Operations-Management-Jay-Heizer-Barry-Render-Chuck-Munson-1.pdf

International Organization for Standardization. (2019). *ISO 14971:2019 Medical devices — Application of risk management to medical devices*. ISO. https://www.iso.org/standard/72704.html [Clásica]

Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to statistical quality control* (6th ed.). Wiley. https://www.academia.edu/11635932/Introduction_Statistical_Quality_Control_6ed_ [Clásica]

Project Management Institute. (2025). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) – Eighth Edition*. PMI. https://www.pmi.org/standards/pmbok

Stamatis, D. H. (2019). *Risk management using failure mode and effect analysis (FMEA)* (3rd ed.). ASQ Quality Press. [Clásica]

U.S. Food and Drug Administration. (2023). *Medical device quality systems regulation (21 CFR Part 820)*. https://www.fda.gov/medical-devices

Unidad II. Implementación de la solución

Práctica 2: Validación del proceso

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Verificar el funcionamiento de la solución implementada.
2. Comparar el comportamiento del proceso antes y después de la intervención.
3. Identificar desviaciones o fallas en la implementación.
4. Ajustar la solución en función de los resultados observados.
5. Validar los cambios con el personal del área o tutor del entorno.

Recursos de apoyo

- Indicadores de desempeño definidos
- Registros del proceso (antes/después)
- Checklists de validación
- Bitácora de ajustes

- Instrumentos de medición (tiempo, calidad, producción)
- Acceso a datos operativos
- Personal técnico o supervisor del área

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Jacobs, F. R. (2023). Administración de operaciones Plus (16th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071518439

Pulido, H. G. (2023). Calidad y productividad Plus (5th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9781456293611

Sampieri, R. H. (2023). Metodología de la investigación Plus (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Heizer, J., Render, B. & Munson, C. (2023). *Operations management* (14th ed.). Pearson. https://cssplatformbytha.com/wp-content/uploads/2024/10/Operations-Management-Jay-Heizer-Barry-Render-Chuck-Munson-1.pdf

Project Management Institute. (2025). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) – Eighth Edition*. PMI. https://www.pmi.org/standards/pmbok

Unidad III. Evaluación de resultados

Práctica 3: Evaluación en campo

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Recopilar datos posteriores a la implementación.

2. Medir indicadores clave de desempeño (KPIs).
3. Comparar resultados contra la línea base inicial.
4. Analizar mejoras en eficiencia, calidad o seguridad.
5. Documentar resultados y elaborar conclusiones.

Recursos de apoyo

- Base de datos del proceso
- Indicadores definidos (KPIs)
- Software de análisis (Excel u otro)
- Formatos de evaluación
- Reportes de producción o calidad
- Gráficas comparativas
- Computadora portátil

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Jacobs, F. R. (2023). Administración de operaciones Plus (16th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071518439

Pulido, H. G. (2023). Calidad y productividad Plus (5th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9781456293611

Sampieri, R. H. (2023). Metodología de la investigación Plus (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Heizer, J., Render, B. & Munson, C. (2023). *Operations management* (14th ed.). Pearson. https://cssplatformbytha.com/wp-content/uploads/2024/10/Operations-Management-Jay-Heizer-Barry-Render-Chuck-Munson-1.pdf

Project Management Institute. (2025). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) – Eighth Edition*. PMI. https://www.pmi.org/standards/pmbok

Unidad IV. Integración y presentación del proyecto

Práctica 4: Presentación en entorno profesional

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Preparar presentación ejecutiva del proyecto.
2. Sintetizar diagnóstico, implementación y resultados.
3. Presentar el proyecto ante personal del entorno o grupo académico.
4. Argumentar la propuesta y resultados obtenidos.
5. Recibir retroalimentación y documentar observaciones.

Recursos de apoyo

- Presentación digital (PowerPoint, Canva)
- Proyector o pantalla
- Computadora portátil
- Rúbrica de evaluación
- Formato de retroalimentación
- Espacio físico o virtual para presentación

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Jacobs, F. R. (2023). Administración de operaciones Plus (16th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071518439

Pulido, H. G. (2023). Calidad y productividad Plus (5th ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9781456293611

Sampieri, R. H. (2023). Metodología de la investigación Plus (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Heizer, J., Render, B. & Munson, C. (2023). *Operations management* (14th ed.). Pearson. https://cssplatformbytha.com/wp-content/uploads/2024/10/Operations-Management-Jay-Heizer-Barry-Render-Chuck-Munson-1.pdf

Project Management Institute. (2025). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) – Eighth Edition*. PMI. https://www.pmi.org/standards/pmbok

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno presencial y virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente presencial y virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados en ambientes presenciales y virtuales. Deben considerar si la interacción es síncrona y/o asíncrona, el uso de recursos digitales y la autonomía del estudiante.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Tutoría entre pares por videoconferencia o foros
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Gamificación o aprendizaje basado en juego

Estrategias de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para adquirir, organizar, comprender y aplicar el conocimiento en entornos digitales. Estas estrategias deben fomentar la autonomía, la autorregulación y el pensamiento crítico en medios virtuales.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

- Aprendizaje basado en proyectos (ABP), combinando actividades síncronas y asíncronas en plataforma institucional
- Trabajo colaborativo
- Actividades de campo
- Uso de herramientas digitales
- Seguimiento continuo del docente

XI. 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

- Reporte técnico del proyecto	40%
- Presentación final del proyecto	10%
- Prácticas de taller	20%
- Prácticas de campo	30%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Ingeniería Industrial, Sistemas o área afín, con experiencia en desarrollo de proyectos, análisis de procesos y mejora continua. Deseable experiencia en la industria de dispositivos médicos. Con habilidades en asesoría de proyectos, trabajo colaborativo y enseñanza basada en problemas.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería de Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Six Sigma para la Industria de Dispositivos Médicos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Práctica de Campo: 02 Horas Extra-clase: 03 Créditos:10
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Quetzalli Aguilar Virgen Paul Adolfo Taboada González Carlos Bernardino Moya Ochoa
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Six Sigma en la industria médica es una asignatura que tiene como propósito que el estudiantado diseñe y optimice procesos de manufactura de dispositivos médicos mediante la metodología DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Se busca reducir la variabilidad y asegurar el cumplimiento de la norma ISO 13485, aplicando herramientas estadísticas avanzadas para garantizar la seguridad y eficacia del producto final. Esta unidad de aprendizaje se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar sistemas de medición y procesos de manufactura en la industria médica mediante la aplicación de herramientas estadísticas y la metodología Six Sigma, integrando el análisis de riesgos (AMEF) y el diseño de experimentos (DOE), para optimizar y validar procesos a través de protocolos IQ, OQ y PQ y asegurar el cumplimiento de estándares regulatorios establecidos por FDA y COFEPRIS con una actitud crítica y objetiva.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Proyecto Integrador Six Sigma aplicado a un proceso de la industria médica. Proyecto integral basado en la metodología DMAIC, enfocado en un proceso real o simulado de manufactura de dispositivos médicos, donde deberá evaluar, optimizar y validar un proceso de manufactura médica, integrando herramientas estadísticas, gestión de riesgos y requerimientos regulatorios, asegurando la capacidad y estabilidad del proceso.

2. Portafolio de evidencias: Reportes de solución de casos prácticos utilizando software especializado (Excel/Minitab).

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

Establecer, implementar, mantener y mejorar sistemas integrales de gestión en apego a la normatividad nacional e internacional para garantizar la calidad de bienes en un marco de sustentabilidad, con objetividad, respeto y profesionalismo.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Excelencia y Vanguardia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos y gestión de riesgos (Define)

Competencia

Definir proyectos de mejora en procesos de manufactura de dispositivos médicos mediante la identificación de la voz del cliente (VOC), su traducción en características críticas de calidad (CTQ) y la aplicación básica de herramientas de gestión de riesgos como ISO 14971 y AMEF, con el fin de fundamentar su impacto en la calidad del producto, la seguridad del paciente y el cumplimiento de los requisitos regulatorios, con pensamiento basado en la evidencia y responsabilidad ética.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte técnico de un proyecto Six Sigma aplicado a un proceso de manufactura de dispositivos médicos. El proyecto deberá de estar sustentado en la identificación de la voz del cliente, la traducción a características críticas de calidad y el análisis de riesgos.

Contenido

1.1. Filosofía Six Sigma y su rol en la industria regulada
    1.1.1. Origen y principios de Six Sigma
    1.1.2. Six Sigma en la industria de dispositivos médicos
    1.1.3. Marco regulatorio
1.2. Voz del Cliente (VOC) y Critical to Quality (CTQ)
    1.2.1. Identificación de la Voz del Cliente (VOC)
    1.2.2. Traducción de VOC a CTQ
    1.2.3. Aplicación en la definición del proyecto
1.3. Gestión de Riesgos según ISO 14971
    1.3.1. Introducción a la gestión de riesgos
    1.3.2. Norma ISO 14971
    1.3.3. Evaluación del riesgo
    1.3.4. Integración con Six Sigma
1.4. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) de proceso
    1.4.1. Fundamentos del AMEF
    1.4.2. Desarrollo del AMEF de proceso
    1.4.3. Número de Prioridad de Riesgo (NPR/RPN)
    1.4.4. Acciones de mitigación
    1.4.5. Integración con ISO 14971 y Six Sigma

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

American Society for Quality. (2022). *Six Sigma resources and methodologies for quality improvement*. ASQ. https://asq.org/quality-resources/six-sigma

Holguín Londoño, M., Escobar Mejía, A., & Buitrago Largo, D. (2024). *Introducción al control de calidad y seis sigma*. Editorial Universidad Tecnológica de Pereira. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/287143

International Organization for Standardization. (2019). *ISO 14971:2019 Medical devices — Application of risk management to medical devices*. ISO. https://www.iso.org/standard/72704.html

Socconini, L. (2022). *Lean Six Sigma Green Belt certification manual*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/ereader/uabc/213811/

U.S. Food and Drug Administration. (2023). *Medical device quality systems regulation (21 CFR Part 820)*. https://www.fda.gov/medical-devices

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Socconini Pérez Gómez, L. V., & Barrantes Verdin, M. A. (2023). *Practical guide to improve quality and productivity: Organize your work in 5 steps*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/c/uabc/titulos/239982

Stamatis, D. H. (2021). *Risk management using failure mode and effect analysis (FMEA)* (3rd ed.). ASQ Quality Press.

Tague, N. R. (2023). *The quality toolbox* (3rd ed.). ASQ Quality Press. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/e752c55e-8543-3059-9d88-d6ec5045e8a7

Unidad II. Metrología y capacidad de proceso (Measure)

Competencia

Evaluar la confiabilidad de sistemas de medición y analizar la capacidad de procesos de manufactura en dispositivos médicos mediante la aplicación de estudios MSA (Gage R&R), herramientas de estadística descriptiva e índices de capacidad (Cp,Cpk, Pp, Ppk), con el fin de sustentar la validez de los datos y apoyar la toma de decisiones orientadas a la calidad y el cumplimiento de requisitos regulatorios con pensamiento analítico, rigor técnico y responsabilidad en la toma de decisiones.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Informe técnico de un proceso de manufactura de dispositivos médicos, en el que evaluará la confiabilidad del sistema de medición y determinará la capacidad del proceso mediante herramientas estadísticas.

Contenido

2.1. Análisis de Sistemas de Medición (MSA): Gage R&R para variables y atributos
- 2.1.1. Fundamentos de metrología en la industria médica
- 2.1.2. Introducción al MSA (Measurement System Analysis)
- 2.1.3. Estudios Gage R&R para variables
- 2.1.4. Estudios Gage R&R para atributos
- 2.1.5. Toma de decisiones

2.2. Estadística descriptiva avanzada
- 2.2.1. Tipos de datos en procesos médicos
- 2.2.2. Medidas descriptivas
- 2.2.3. Visualización de datos
- 2.2.4. Distribuciones de probabilidad
- 2.2.5. Interpretación en contexto médico

2.3. Estudio de Capacidad de Proceso en alta precisión
- 2.3.1. Concepto de capacidad de proceso
- 2.3.2. Índices de capacidad
- 2.3.3. Índices de desempeño
- 2.3.4. Análisis en procesos de alta precisión
- 2.3.5. Interpretación y toma de decisiones

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

American Society for Quality. (2022). *Six Sigma resources and methodologies for quality improvement*. ASQ. https://asq.org/quality-resources/six-sigma

Holguín Londoño, M., Escobar Mejía, A., & Buitrago Largo, D. (2024). *Introducción al control de calidad y seis sigma*. Editorial Universidad Tecnológica de Pereira. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/287143

Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). Wiley.

Tague, N. R. (2023). *The quality toolbox* (3rd ed.). ASQ Quality Press. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/e752c55e-8543-3059-9d88-d6ec5045e8a7

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Socconini, L. (2022). *Lean Six Sigma Green Belt certification manual*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/ereader/uabc/213811/

Socconini, L. (2025). *Lean Six Sigma Yellow Belt Zertifizierungshandbuch*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/288848

Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2014). *The Six Sigma way: Team fieldbook*. McGraw-Hill.

Unidad III. Análisis estadístico e inferencial (Analyze)

Competencia

Analizar datos de procesos de manufactura de dispositivos médicos mediante la aplicación de pruebas de hipótesis, análisis de regresión y correlación, así como herramientas de análisis de causa raíz (Ishikawa y Pareto), con el fin de identificar variables críticas del proceso y sustentar decisiones de mejora basadas en evidencia estadística, con pensamiento crítico, precisión metodológica y orientación a la mejora continua.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte técnico de análisis de datos de un proceso de manufactura de dispositivos médicos, en el que aplicará herramientas de estadística inferencial y análisis de causa raíz para identificar las variables críticas que afectan el desempeño del proceso.

Contenido

3.1. Pruebas de hipótesis para comparación de medias y varianzas
- 3.1.1. Fundamentos de la inferencia estadística
- 3.1.2. Pruebas para comparación de medias
- 3.1.3. Pruebas para comparación de varianzas
- 3.1.4. Toma de decisiones basada en pruebas estadísticas

3.2. Análisis de regresión y correlación aplicado a parámetros de maquinaria
- 3.2.1. Conceptos de relación entre variables
- 3.2.2. Análisis de correlación
- 3.2.3. Regresión lineal simple
- 3.2.4. Regresión múltiple (introducción)
- 3.2.5. Aplicación en maquinaria de dispositivos médicos

3.3. Identificación de causas raíz mediante diagramas de Ishikawa y Pareto de segundo nivel
- 3.3.1. Filosofía de análisis de causa raíz
- 3.3.2. Diagrama de Ishikawa (causa-efecto)
- 3.3.3. Análisis de Pareto de segundo nivel

3.3.4. Integración Ishikawa–Pareto

3.3.5. Aplicación en industria médica

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

American Society for Quality. (2022). *Six Sigma resources and methodologies for quality improvement*. ASQ. https://asq.org/quality-resources/six-sigma

Holguín Londoño, M., Escobar Mejía, A., & Buitrago Largo, D. (2024). *Introducción al control de calidad y seis sigma*. Editorial Universidad Tecnológica de Pereira. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/287143

Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). Wiley.

Tague, N. R. (2023). *The quality toolbox* (3rd ed.). ASQ Quality Press. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/e752c55e-8543-3059-9d88-d6ec5045e8a7

McShane-Vaughn, M. (2023). *The ASQ Certified Six Sigma Black Belt Study Guide* (2nd ed.). ASQ Quality Press. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/25be3786-bad1-3d34-947f-85dc7dfe522e

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2014). *The Six Sigma way: Team fieldbook*. McGraw-Hill.

Socconini, L. (2022). *Lean Six Sigma Green Belt certification manual*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/ereader/uabc/213811/

Socconini, L. (2025). *Lean Six Sigma Yellow Belt Zertifizierungshandbuch*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/288848

Socconini Pérez Gómez, L. V., & Barrantes Verdin, M. A. (2023). *Practical guide to improve quality and productivity: Organize your work in 5 steps*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx.2321/es/c/uabc/titulos/239982

Unidad IV. Optimización y validación (Improve & Control)

Competencia

Optimizar, validar y controlar procesos de manufactura de dispositivos médicos mediante la aplicación de diseño de experimentos (DOE), metodologías de validación IQ/OQ/PQ, control estadístico de procesos (SPC) y herramientas Lean como poka-yokes, con el fin de asegurar la estabilidad, capacidad y cumplimiento de los requisitos regulatorios en entornos de manufactura controlada con rigor técnico, pensamiento analítico y enfoque en la mejora continua.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte técnico integral de mejora y control de un proceso de manufactura de dispositivos médicos, en el que aplicará herramientas de diseño experimental, validación de procesos y control estadístico para demostrar la estabilidad, capacidad y cumplimiento del proceso bajo condiciones operativas y regulatorias.

Contenido

4.1. Diseño de Experimentos (DOE) factorial para optimización de procesos
- 4.1.1. Fundamentos del Diseño de Experimentos
- 4.1.2. Diseños factoriales
- 4.1.3. Aplicación en procesos de manufactura médica
- 4.1.4. Análisis de resultados del DOE

4.2. Metodología de Validación: IQ, OQ y PQ
- 4.2.1. Concepto de validación en industria regulada
- 4.2.2. Installation Qualification (IQ)
- 4.2.3. Operational Qualification (OQ)
- 4.2.4. Performance Qualification (PQ)
- 4.2.5. Integración del ciclo IQ/OQ/PQ

4.3. Control Estadístico de Procesos (SPC) y Plan de Control
- 4.3.1. Fundamentos del SPC
- 4.3.2. Herramientas del SPC
- 4.3.3. Plan de control
- 4.3.4. Aplicación en dispositivos médicos

4.4. Poka-Yokes y Lean en Cuartos Limpios (Cleanrooms)

4.4.1. Filosofía Lean en la industria médica
4.4.2. Poka-Yokes (a prueba de errores)
4.4.3. Aplicación en procesos de dispositivos médicos
4.4.4. Lean en cuartos limpios
4.4.5. Integración Lean–Six Sigma

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

American Society for Quality. (2022). *Six Sigma resources and methodologies for quality improvement*. ASQ. https://asq.org/quality-resources/six-sigma

Holguín Londoño, M., Escobar Mejía, A., & Buitrago Largo, D. (2024). *Introducción al control de calidad y seis sigma*. Editorial Universidad Tecnológica de Pereira. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/287143

Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). Wiley.

Socconini, L. (2022). *Lean Six Sigma Green Belt certification manual*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/ereader/uabc/213811/

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2014). *The Six Sigma way: Team fieldbook*. McGraw-Hill.

Stamatis, D. H. (2021). *Risk management using failure mode and effect analysis (FMEA)* (3rd ed.). ASQ Quality Press.

Tague, N. R. (2023). *The quality toolbox* (3rd ed.). ASQ Quality Press. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/e752c55e-8543-3059-9d88-d6ec5045e8a7

Socconini Pérez Gómez, L. V., & Barrantes Verdin, M. A. (2023). *Practical guide to improve quality and productivity: Organize your work in 5 steps*. Marge Books. https://libcon.rec.uabc.mx.2321/es/c/uabc/titulos/239982

VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos y gestión de riesgos (Define)

Práctica 1: Definición de proyectos Six Sigma con enfoque en VOC, CTQ y gestión de riesgos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller en el contexto de Six Sigma en la industria de dispositivos médicos.
2. Identifica y analiza el rol de Six Sigma en la industria de dispositivos médicos considerando calidad, seguridad del paciente y cumplimiento regulatorio.
3. Examina un caso de estudio de un proceso de manufactura de dispositivos médicos con problemas de calidad.
4. Identifica la Voz del Cliente (VOC) a partir de fuentes como quejas, requisitos regulatorios y necesidades del usuario.
5. Traduce la VOC en características críticas de calidad (CTQ) medibles y verificables.
6. Establece la relación entre CTQ y los requerimientos del producto o proceso.
7. Define el problema del proyecto Six Sigma utilizando herramientas como el Project Charter.
8. Identifica los riesgos asociados al proceso mediante un enfoque basado en la gestión de riesgos.
9. Analiza e interpreta los lineamientos de la ISO 14971 para la evaluación de riesgos.
10. Evalúa los riesgos identificados considerando severidad, ocurrencia y detectabilidad.
11. Desarrolla un Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) de proceso para el caso de estudio.

12. Propone acciones de mitigación orientadas a la reducción del riesgo.
13. Integra los resultados del AMEF con el enfoque de gestión de riesgos basado en la ISO 14971.
14. Relaciona las herramientas de Six Sigma con la gestión de riesgos en la fase Define.
15. Justifica la selección del proyecto de mejora con base en impacto en calidad, seguridad del paciente y cumplimiento regulatorio.
16. Documenta los resultados del análisis en el portafolio de evidencias.
17. Integra conclusiones sobre la importancia de la VOC, CTQ y la gestión de riesgos en la definición del proyecto.
18. Presenta los resultados obtenidos y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de Estudio
- Normatividad y estándares
- Plantillas y formatos
- Hojas blancas
- Lápiz
- Apuntes de Clase

Unidad II. Metrología y capacidad de proceso (Measure)

Práctica 2: Metrología, confiabilidad de medición y capacidad de proceso

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller en el contexto de la industria de dispositivos médicos.
2. Reconoce los conceptos básicos del Análisis de Sistemas de Medición (MSA) y su importancia en la confiabilidad de datos.
3. Analiza e interpreta los resultados del estudio Gage R&R para variables mediante porcentajes de variación y contribución del sistema de medición.
4. Examina un caso de inspección visual o clasificación para desarrollar un estudio Gage R&R para atributos.
5. Determina la aceptabilidad del sistema de medición con base en criterios industriales y regulatorios.
6. Calcula medidas descriptivas como media, mediana, desviación estándar y rango para un conjunto de datos reales o simulados.

7. Representa e interpreta los datos mediante herramientas de visualización como histogramas, diagramas de caja y gráficos de dispersión.
8. Calcula índices de capacidad (Cp, Cpk) e índices de desempeño (Pp, Ppk) a partir de datos del proceso.
9. Evalúa e interpreta los resultados de capacidad en procesos de alta precisión propios de la industria médica.
10. Determina si el proceso cumple con los requisitos de calidad y normativas aplicables.
11. Propone acciones de mejora basadas en los resultados del MSA, estadística descriptiva y análisis de capacidad.
12. Registra los resultados del análisis en el portafolio de evidencias.
13. Integra conclusiones sobre la confiabilidad del sistema de medición y la capacidad del proceso.
14. Presenta los resultados y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de Estudio
- Normatividad y estándares
- Instrumentos de medición (calibradores, micrómetros, entre otros)
- Guías y tablas estadísticas
- Calculadora
- Hojas blancas
- Lápiz
- Apuntes de Clase

Unidad III. Análisis estadístico e inferencial (Analyze)

Práctica 3: Análisis estadístico, inferencial y causa raíz

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller en la fase Analyze de Six Sigma.
2. Examina un conjunto de datos de un proceso de dispositivos médicos con variación en su desempeño.
3. Aplica e interpreta pruebas estadísticas para la comparación de medias (t de Student, ANOVA) según el tipo de datos.
4. Aplica e interpreta pruebas de comparación de varianzas (F-test, Levene) para evaluar la variabilidad del proceso.

5. Desarrolla un modelo de regresión lineal simple para evaluar la influencia de una variable sobre otra, e interpreta los coeficientes del modelo y su significancia estadística.
6. Aplica modelos de regresión en parámetros de maquinaria utilizados en la fabricación de dispositivos médicos e identifica variables críticas del proceso con base en el análisis de regresión y correlación.
7. Construye un diagrama de Ishikawa para identificar posibles causas de un problema de calidad.
8. Elabora un diagrama de Pareto de segundo nivel para priorizar las causas identificadas.
9. Integra los resultados del diagrama de Ishikawa con el análisis de Pareto para identificar causas raíz.
10. Relaciona las causas raíz con las variables críticas identificadas estadísticamente.
11. Sustenta conclusiones basadas en evidencia estadística para la mejora del proceso.
12. Propone acciones de mejora enfocadas en la eliminación o control de causas raíz.
13. Documenta los resultados del análisis en el portafolio de evidencias.
14. Integra conclusiones sobre el uso de herramientas estadísticas e inferenciales en la fase Analyze.
15. Presenta los resultados obtenidos y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de Estudio
- Normatividad
- Plantillas y formatos
- Guías y tablas estadísticas
- Calculadora
- Hojas blancas
- Lápiz
- Apuntes de Clase

Unidad IV. Optimización y validación (Improve & Control)

Práctica 4: Optimización, validación y control de procesos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller en la fase Improve & Control de Six Sigma.
2. Analiza y ejecuta un caso de proceso de manufactura de dispositivos médicos con múltiples variables de entrada para evaluar el efecto de variables de salida.

3. Interpreta los efectos principales e interacciones entre variables del proceso y determina las condiciones óptimas del proceso con base en los resultados del DOE.
4. Describe los requisitos de Installation Qualification (IQ) para equipos y sistemas.
5. Evalúa las condiciones operativas mediante Operational Qualification (OQ).
6. Analiza el desempeño del proceso mediante Performance Qualification (PQ).
7. Integra las etapas IQ/OQ/PQ en un enfoque sistemático de validación.
8. Aplica herramientas de SPC adecuadas a la fase de control (gráficas de control, cartas X-barra, R, p, np).
9. Identifica oportunidades de mejora mediante la eliminación de desperdicios en el proceso.
10. Diseña dispositivos poka-yoke para prevenir errores en el proceso productivo.
11. Evalúa la aplicación de herramientas Lean en cuartos limpios (cleanrooms).
12. Integra las herramientas Lean con Six Sigma para la mejora continua del proceso.
13. Verifica que las mejoras implementadas aseguren la estabilidad y capacidad del proceso.
14. Documenta los resultados de optimización, validación y control en el portafolio de evidencias.
15. Integra conclusiones sobre la efectividad de las herramientas aplicadas.
16. Presenta los resultados obtenidos y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de Estudio
- Normatividad y estándares
- Plantillas y formatos
- Calculadora
- Hojas blancas
- Lápiz
- Apuntes de Clase

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Fundamentos y gestión de riesgos (Define)

Práctica 1: Definición de proyectos Six Sigma con VOC, CTQ y gestión de riesgos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio en el contexto de Six Sigma.
2. Examina un caso práctico de manufactura con problemas de calidad proporcionado en formato digital.
3. Analiza datos de quejas, registros de calidad y requisitos regulatorios del caso en Excel identifica la Voz del Cliente (VOC)
4. Traduce la VOC en CTQ medibles utilizando tablas de análisis.
5. Relaciona las CTQ con parámetros del proceso mediante diagramas mediante Visio o Lucidchart.
6. Define el problema del proyecto elaborando un Project Charter. (Word / Excel)
7. Analiza e interpreta los lineamientos de la ISO 14971 aplicados al caso.
8. Evalúa los riesgos con criterios de severidad, ocurrencia y detectabilidad utilizando Excel.
9. Desarrolla el AMEF del proceso utilizando plantilla estructurada en Excel.
10. Identifica modos de falla, efectos y causas con base en los datos del caso.
11. Calcula el NPR (RPN) automáticamente mediante fórmulas en Excel.
12. Prioriza riesgos y proporciona acciones de mitigación documentadas.
13. Integra resultados del AMEF con enfoque de la ISO 14971.
14. Relaciona Six Sigma con gestión de riesgos mediante esquema visual con Visio.
15. Justifica la selección del proyecto con base en evidencia.
16. Documenta resultados en el portafolio de evidencias digital.
17. Integra conclusiones finales del análisis.
18. Presenta resultados y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado Excel, Minitab, Visio o Lucidchart
- Normatividad
- Caso de estudio

Unidad II. Metrología y capacidad de proceso (Measure)

Práctica 2: Metrología, confiabilidad de medición y capacidad de proceso

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del laboratorio Six Sigma.
2. Analiza los fundamentos de metrología en dispositivos médicos.

3. Identifica características del sistema de medición (variación, sesgo, repetibilidad) utilizando Excel.
4. Organiza datos de medición de un proceso simulado con Excel.
5. Ejecuta estudio Gage R & R para variables con Minitab y/o Excel.
6. Ejecuta estudio Gage R & R para atributos con Minitab.
7. Interpreta resultados del sistema de medición.
8. Clasifica tipos de datos del proceso médico.
9. Calcula estadística descriptiva (media, desviación estándar, etc.) con Excel.
10. Genera visualización de datos (histogramas, boxplots) con Minitab y/o Excel.
11. Analiza distribución de probabilidad del proceso utilizando Minitab.
12. Calcula capacidad de proceso (Cp, Cpk, Pp, Ppk) con Minitab.
13. Interpreta resultados en contexto de dispositivo médico.
14. Documenta resultados en el portafolio.
15. Presenta resultados al grupo y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado Excel, Minitab
- Normatividad
- Caso de estudio

Unidad III. Análisis estadístico e inferencial (Analyze)

Práctica 3: Análisis estadístico, inferencial y causa Raíz

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio en el contexto de Six Sigma.
2. Organiza la base de datos del proceso médico en Excel.
3. Formula hipótesis estadísticas.
4. Ejecuta pruebas de hipótesis para medias y varianzas utilizando Minitab.
5. Analiza correlación entre variables del proceso con Minitab.
6. Desarrolla e interpreta modelos de regresión utilizando Minitab.
7. Construye el diagrama de Ishikawa en Minitab.
8. Elabora análisis de Pareto con ayuda de Minitab y/o Excel.
9. Integra Ishikawa–Pareto para causa raíz.
10. Identifica variables críticas del proceso utilizando Excel.

11. Documenta hallazgos en reporte técnico.
12. Presenta resultados del análisis y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado Excel, Minitab
- Normatividad
- Caso de estudio

Unidad IV. Optimización y validación (Improve & Control)

Práctica 4: Optimización, validación y control de procesos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del laboratorio Six Sigma.
2. Define factores y niveles del proceso.
3. Diseña y ejecuta el análisis del diseño de experimento factorial (DOE) utilizando Minitab.
4. Interpreta efectos e interacciones, así como determina condiciones óptimas del proceso en Minitab.
5. Elabora validación IQ/OQ/PQ con ayuda de Excel.
6. Construye gráficas SPC utilizando Minitab.
7. Diseña plan de control.
8. Identifica oportunidades Lean y poka-yoke en Visio.
9. Integra mejoras Lean–Six Sigma.
10. Verifica estabilidad del proceso con el Minitab.
11. Documenta resultados finales del proyecto.
12. Presenta resultados y validación ante el grupo y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado Excel, Minitab
- Normatividad
- Caso de estudio

X. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS CAMPO

Unidad I: Fundamentos y gestión de riesgos (Define)

Práctica 1: Definición de proyectos Six Sigma con VOC, CTQ y gestión de riesgos

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo de la práctica de campo en un entorno real o simulado de manufactura de dispositivos médicos.
2. Observa directamente un proceso de producción o inspección en planta (o recorrido virtual industrial autorizado).
3. Identifica el rol de Six Sigma en la operación real considerando calidad del producto, seguridad del paciente y cumplimiento regulatorio.
4. Registra evidencias del proceso observado mediante notas de campo, fotografías o formatos de observación autorizados.
5. Identifica la Voz del Cliente (VOC) a partir de información real de campo: quejas, retrabajos, inspecciones o reportes de calidad.
6. Clasifica la VOC con base en entrevistas breves a personal operativo o revisión de documentación del proceso.
7. Traduce la VOC en características críticas de calidad (CTQ) observables en el proceso real.
8. Relaciona las CTQ con puntos específicos del proceso productivo observado en planta.
9. Define el problema del proyecto utilizando un formato de Project Charter aplicado al proceso real.
10. Identifica riesgos del proceso mediante observación directa de operaciones críticas.
11. Analiza la aplicación de la gestión de riesgos en el entorno real de manufactura.
12. Interpreta la implementación de la ISO 14971 dentro del proceso observado (documentación en sitio o digital).
13. Evalúa riesgos considerando evidencia real del proceso (errores, desviaciones, fallas potenciales).
14. Registra los riesgos identificados en formato AMEF de campo.
15. Determina modos de falla observados directamente en la operación.
16. Calcula el NPR (RPN) con base en datos recopilados en campo.
17. Prioriza riesgos críticos observados en la línea de producción o proceso evaluado.
18. Propone acciones de mejora basadas en observaciones reales del entorno industrial.
19. Integra resultados del AMEF con el enfoque de la ISO 14971.
20. Relaciona la aplicación de Six Sigma con la gestión de riesgos observada en campo.

21. Justifica la selección del problema con evidencia recolectada directamente en el entorno real.
22. Documenta evidencias de campo (fotos, notas, formatos, registros).
23. Integra conclusiones sobre VOC, CTQ y riesgos en el contexto real de manufactura.
24. Presenta resultados mediante informe técnico de campo.
25. Recibe retroalimentación del docente y personal del entorno industrial (si aplica).

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado
- Normatividad y estándares
- Plantillas y formatos
- Caso de Estudio

Unidad II. Metrología y capacidad de proceso (Measure)

Práctica 2: Metrología, confiabilidad de medición y capacidad de proceso

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la visita o intervención en área de metrología o calidad en planta para el desarrollo de la práctica de campo en un entorno real o simulado de manufactura de dispositivos médicos.
2. Retoma el proyecto desarrollado en la práctica anterior.
3. Observa el sistema de medición utilizado en la línea de producción de dispositivos médicos.
4. Registra instrumentos de medición, condiciones de uso y calibración en campo.
5. Documenta el flujo real de medición en el proceso productivo.
6. Identifica fuentes de variación del sistema de medición observadas en campo.
7. Recolecta datos reales o simulados del proceso de medición.
8. Ejecuta análisis Gage R&R con datos del proceso.
9. Interpreta resultados del sistema de medición en contexto industrial.
10. Calcula estadística descriptiva del proceso real.
11. Genera gráficas de variación del proceso observado.
12. Evalúa la capacidad del proceso (Cp, Cpk, Pp, Ppk).
13. Determina si el sistema de medición es adecuado para decisiones de calidad.
14. Registra evidencias del análisis de campo.
15. Presenta resultados del sistema de medición.

16. Recibe retroalimentación de su docente y personal del entorno industrial (si aplica).

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado
- Normatividad y estándares
- Plantillas y formatos
- Caso de Estudio

Unidad III. Análisis estadístico e inferencial (Analyze)

Práctica 3: Análisis estadístico, inferencial y causa raíz

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones de su docente para la recolección de datos en planta o área de calidad de la planta para el desarrollo de la práctica de campo en un entorno real o simulado de manufactura de dispositivos médicos.
2. Retoma el proyecto desarrollado en la práctica anterior.
3. Observa la variabilidad del proceso en condiciones reales de producción.
4. Recolecta datos históricos o en tiempo real del proceso.
5. Formula hipótesis basadas en problemas reales del proceso.
6. Ejecuta pruebas de hipótesis para comparar condiciones del proceso.
7. Analiza las diferencias entre lotes, máquinas u operadores.
8. Evalúa la correlación entre variables del proceso en campo.
9. Desarrolla regresión lineal con datos reales del proceso.
10. Interpreta relación entre variables críticas del proceso.
11. Construye diagrama de Ishikawa con personal operativo.
12. Aplica análisis de Pareto con datos reales de defectos.
13. Integra la causa raíz del problema en el entorno real.
14. Documenta hallazgos de campo.
15. Presenta resultados al equipo de planta.
16. Recibe retroalimentación de su docente y personal del entorno industrial (si aplica).

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado
- Normatividad y estándares
- Plantillas y formatos

- Caso de Estudio

Unidad IV. Optimización y validación (Improve & Control)

Práctica 4: Optimización, validación y control de procesos

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente para intervención en área de mejora continua o ingeniería de manufactura de la planta para el desarrollo de la práctica de campo en un entorno real o simulado de manufactura de dispositivos médicos.
2. Retoma el proyecto desarrollado en la práctica anterior.
3. Observa el proceso productivo en condiciones reales de operación.
4. Identifica variables críticas del proceso en planta.
5. Recolecta datos del proceso para análisis experimental.
6. Diseña experimento factorial (DOE) con datos reales del proceso.
7. Ejecuta análisis del DOE en entorno industrial.
8. Determina condiciones óptimas del proceso.
9. Valida los equipos mediante IQ/OQ/PQ en campo.
10. Construye gráficas de Control Estadístico de Procesos (SPC).
11. Implementa plan de control en área de producción.
12. Identifica desperdicios en el proceso (Lean en campo).
13. Diseña poka-yokes para los errores observados en la planta.
14. Verifica mejora del proceso en condiciones reales.
15. Documenta resultados de optimización.
16. Presenta resultados finales de mejora y control.
17. Recibe retroalimentación de su docente y personal del entorno industrial (si aplica).

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software especializado
- Normatividad y estándares
- Plantillas y formatos
- Caso de Estudio

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Microaprendizaje (microlearning)
- Clase invertida (flipped classroom)
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

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%
- Portafolio de evidencias. Prácticas taller/laboratorio/campo	40%
- Proyecto integrador	40%
Total	100%

XIII. PERFIL DOCENTE

Formación en Ingeniería Industrial o área afín; preferentemente con estudios de posgrado y al menos dos años de experiencia docente en educación superior. Debe contar con conocimientos del área de calidad y mejora de procesos. Se valorará experiencia en la industria de dispositivos médicos o manufactura regulada, así como el conocimiento de normativas aplicadas. Asimismo, se considera deseable el manejo de software estadístico y participación en procesos de validación IQ/OQ/PQ y mejora continua en entornos de alta precisión.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Ingeniería de Procesos para Nuevos Productos en Dispositivos Médicos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Práctica de Campo: 00 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Karla Frida Madrigal Estrada Teresa Carrillo Gutiérrez Sergio Medina Aguirre Fernando Omar Gavilanez Morales
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje se enfoca en la introducción de nuevos productos, proceso fundamental de la ingeniería industrial mediante el cual los requerimientos técnicos, de calidad y regulatorios de un dispositivo médico se traducen en un proceso de manufactura controlado, eficiente y reproducible. Su propósito es que el estudiantado planee y desarrolle la incorporación de nuevos dispositivos médicos a producción, mediante el análisis de su manufacturabilidad y de la disponibilidad de materiales, el diseño y la documentación del proceso productivo, así como la ejecución de actividades de validación, pruebas piloto y transferencia a operaciones, con la finalidad de asegurar la calidad, trazabilidad y seguridad del producto. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar la introducción de nuevos dispositivos médicos a producción, mediante la planeación e integración de los requerimientos técnicos, de calidad y regulatorios; el análisis crítico de la manufacturabilidad y disponibilidad de materiales; el diseño y la documentación rigurosa del proceso productivo; así como la validación, las pruebas piloto y la transferencia a operaciones, para el establecimiento de procesos controlados, eficientes, trazables y reproducibles, orientados a la calidad y seguridad del producto, con actitud colaborativa, responsabilidad y ética profesional.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elaborar un proyecto integral documentado para la introducción de un nuevo dispositivo médico a producción, que incluya la planeación del NPI, el análisis de manufacturabilidad y disponibilidad de materiales, el diseño y la documentación del proceso productivo, los resultados de la validación y la estrategia de transferencia a operaciones, orientado al establecimiento de un proceso controlado, eficiente, trazable y reproducible.

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

Diseñar, innovar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y de mejora continua con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos y planeación del NPI en dispositivos médicos

Competencia

Analizar los fundamentos, etapas y participantes del proceso de introducción de nuevos productos en la industria de dispositivos médicos, mediante la revisión del ciclo de vida del producto, los requerimientos regulatorios y las herramientas básicas de gestión de proyectos, para planear la industrialización de un producto considerando la calidad, la seguridad del paciente, los riesgos iniciales y el cumplimiento de los objetivos del proyecto, con actitud responsable, colaborativa y ética.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar un plan inicial de NPI para un dispositivo médico real o simulado. El documento deberá incluir el alcance del proyecto, las etapas del NPI, el ciclo de vida del producto, los requerimientos iniciales, las funciones de los participantes, el cronograma, los hitos, los entregables y los riesgos preliminares

Contenido

1.1 Fundamentos del NPI
- 1.1.1 Concepto de New Product Introduction (NPI)
- 1.1.2 Propósito del NPI en la industria de dispositivos médicos
- 1.1.3 Importancia del NPI para la introducción controlada de productos
- 1.1.4 Alcance del NPI dentro de una organización de manufactura

1.2 Ciclo de vida del producto en la industria de dispositivos médicos
- 1.2.1 Concepto de ciclo de vida del producto
- 1.2.2 Etapas del ciclo de vida de un dispositivo médico
- 1.2.3 Desarrollo, industrialización, producción y retiro del producto
- 1.2.4 Relación entre el ciclo de vida y las actividades de NPI

1.3 Diseño e industrialización del producto
- 1.3.1 Concepto y alcance del diseño del producto
- 1.3.2 Concepto y alcance de la industrialización
- 1.3.3 Diferencias entre diseño e industrialización
- 1.3.4 Transferencia de requerimientos de diseño a manufactura

1.4 Participación del ingeniero de procesos en el NPI
- 1.4.1 Funciones del ingeniero de procesos
- 1.4.2 Participación en la selección y desarrollo de procesos
- 1.4.3 Coordinación con las áreas de diseño, calidad, manufactura y operaciones
- 1.4.4 Seguimiento de indicadores y entregables del proyecto

1.5 Enfoque regulado del NPI

1.5.1 Calidad y seguridad del producto
1.5.2 Protección y seguridad del paciente
1.5.3 Cumplimiento de requisitos regulatorios y normativos
1.5.4 Documentación y evidencia objetiva durante el NPI
1.6 Etapas del NPI
1.6.1 Inicio y definición del proyecto
1.6.2 Planeación y análisis del producto
1.6.3 Desarrollo y validación del proceso
1.6.4 Pruebas piloto, transferencia y liberación
1.7 Gestión de proyectos aplicada al NPI
1.7.1 Definición del alcance y los objetivos del proyecto
1.7.2 Elaboración de cronogramas
1.7.3 Definición de hitos y entregables
1.7.4 Seguimiento del avance del proyecto
1.7.5 Identificación de desviaciones y acciones de seguimiento
1.8 Equipos multidisciplinarios
1.8.1 Integración del equipo de NPI
1.8.2 Funciones y responsabilidades de los participantes
1.8.3 Comunicación y coordinación entre áreas
1.8.4 Toma de decisiones durante el proyecto
1.9 Requerimientos y riesgos iniciales
1.9.1 Identificación de requerimientos del producto
1.9.2 Requerimientos del cliente y del usuario
1.9.3 Requerimientos técnicos, productivos y regulatorios
1.9.4 Identificación y clasificación inicial de riesgos
1.9.5 Registro y seguimiento preliminar de riesgos

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Lerma Kirchner, A. E. (2010). *Desarrollo de nuevos productos: Una visión integral* (4.ª ed.). Cengage Learning. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Han, Y., Ceross, A., & Bergmann, J. (2024). More than red tape: Exploring complexity in medical device regulatory affairs. *Frontiers in Medicine, 11*, Article 1415319. https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1415319

Khan, A. A., Akram, M. U., Butt, W. H., & Sirshar, M. (2024). An enhanced Agile V-model: Conformance to regulatory bodies and experiences from model's adoption to medical device development. *Heliyon, 10*(6), Article e26928. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26928

Kruachottikul, P., Tea-makorn, P., Dumrongvute, P., Hemrungrojn, S., Nupairoj, N., Junchaya, O., & Vinayavekhin, S. (2024). MediGate: A MedTech product innovation development process from university research to successful commercialization within emerging markets. *Journal of Innovation and Entrepreneurship, 13*, Article 71. https://doi.org/10.1186/s13731-024-00439-8

Medical Devices; Quality System Regulation Amendments, 89 Fed. Reg. 7496 (2024). https://www.federalregister.gov/documents/2024/02/02/2024-01709/medical-devices-quality-system-regulation-amendments

Unidad II. Análisis del producto, manufacturabilidad y preparación de materiales

Competencia

Examinar las especificaciones técnicas, las características críticas y los requerimientos de manufactura de un dispositivo médico, mediante la aplicación de principios de diseño para manufactura y herramientas de evaluación de proveedores, con la finalidad de sustentar la selección preliminar de los procesos productivos y la determinación de la disponibilidad de materiales conforme a los requisitos técnicos, de calidad y regulatorios, con pensamiento crítico, objetividad y responsabilidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaborar un expediente de análisis de manufacturabilidad y preparación de materiales para un dispositivo médico real o simulado. El expediente deberá incluir la interpretación de especificaciones técnicas, el análisis DFM, la identificación de características críticas para la calidad, la selección preliminar de procesos, los criterios de selección y calificación de proveedores, el plan de inspección de entrada y la evaluación de la disponibilidad de materiales.

Contenido

2.1 Análisis de especificaciones y requerimientos del producto
- 2.1.1 Interpretación de planos, dimensiones y tolerancias
- 2.1.2 Análisis de especificaciones de materiales y componentes
- 2.1.3 Identificación de requerimientos funcionales y de desempeño
- 2.1.4 Determinación de requerimientos técnicos, de calidad y regulatorios
- 2.1.5 Identificación y documentación de información incompleta o inconsistente

2.2 Análisis de manufacturabilidad y características críticas
- 2.2.1 Aplicación del diseño para manufactura y ensamble (DFMA)
- 2.2.2 Identificación de restricciones de manufactura y ensamble
- 2.2.3 Identificación y clasificación de características críticas para la calidad (CTQ)
- 2.2.4 Definición preliminar de métodos y criterios para verificar las CTQ
- 2.2.5 Formulación de propuestas de mejora considerando calidad, costo y capacidad del proceso

2.3 Selección preliminar de procesos de manufactura
- 2.3.1 Relación entre las características del producto y los procesos requeridos
- 2.3.2 Evaluación de alternativas tecnológicas para manufactura, inspección y prueba
- 2.3.3 Determinación de la capacidad técnica y operativa requerida
- 2.3.4 Análisis de limitaciones y riesgos de las alternativas de proceso
- 2.3.5 Selección del proceso con criterios técnicos, económicos, regulatorios y de calidad

2.4 Selección, calificación y control de proveedores
- 2.4.1 Definición de criterios para la selección de proveedores de materiales y componentes
- 2.4.2 Evaluación de la capacidad técnica, productiva y del sistema de calidad del proveedor
- 2.4.3 Clasificación y calificación de proveedores con base en el nivel de riesgo
- 2.4.4 Planeación y ejecución de auditorías de proveedores
- 2.4.5 Aprobación, seguimiento del desempeño y reevaluación de proveedores

2.5 Inspección de entrada y preparación de materiales
- 2.5.1 Elaboración del plan de inspección de entrada y criterios de aceptación
- 2.5.2 Definición de métodos de inspección, prueba y control de materiales no conformes
- 2.5.3 Registro, identificación y trazabilidad de materiales y componentes

2.5.4 Verificación de cantidades, especificaciones, disponibilidad y fechas de entrega
2.5.5 Evaluación de materiales críticos y riesgos para la continuidad del proyecto

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Lerma Kirchner, A. E. (2010). *Desarrollo de nuevos productos: Una visión integral* (4.ª ed.). Cengage Learning. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Beltran-Salomon, E., Saavedra-Leyva, R. E., Tortorella, G., Limon-Romero, J., Tlapa, D., & Baez-Lopez, Y. (2025). Critical success factors for supplier selection and performance enhancement in the medical device industry: An Industry 4.0 approach. *Processes, 13*(5), Article 1438. https://doi.org/10.3390/pr13051438

ForouzeshNejad, A. A. (2023). Leagile and sustainable supplier selection problem in the Industry 4.0 era: A case study of the medical devices using hybrid multi-criteria decision making tool. *Environmental Science and Pollution Research, 30*(5), 13418–13437. https://doi.org/10.1007/s11356-022-22916-x

Medical Device Single Audit Program. (2024). *MDSAP audit approach* (MDSAP AU P0002.009). https://www.fda.gov/media/166672/download

Schoemaker, M., & Heinemann, L. (2024). Design for manufacturing: Last things first. *Journal of Diabetes Science and Technology, 18*(6), 1269–1272. https://doi.org/10.1177/19322968231222045

Unidad III. Diseño y documentación del proceso productivo

Competencia

Diseñar el proceso productivo para la manufactura de un dispositivo médico, mediante la estructuración del flujo de operaciones y de la distribución de planta, el balanceo de línea, la selección de equipos y la elaboración de la documentación técnica, para la implementación de un sistema de producción controlado, eficiente, trazable y alineado con los requisitos del producto y del sistema de gestión de la calidad, con pensamiento analítico, organización y orientación a la mejora continua.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Integrar la documentación técnica requerida para preparar el proceso de manufactura de un nuevo dispositivo médico. El expediente deberá contener el diagrama de flujo, el diagrama de análisis del proceso, la propuesta de distribución de planta, el balanceo de la línea, la matriz de selección de equipos, una instrucción de trabajo, el AMEF de proceso, el plan de control y los mecanismos de trazabilidad documental.

Contenido

3.1 Diseño y representación del flujo del proceso
- 3.1.1 Identificación de entradas, operaciones, inspecciones y salidas del proceso
- 3.1.2 Definición de la secuencia, rutas y alternativas de procesamiento
- 3.1.3 Elaboración del diagrama de flujo y del diagrama de análisis del proceso
- 3.1.4 Identificación de puntos de control y actividades que no agregan valor
- 3.1.5 Análisis de restricciones y cuellos de botella del proceso

3.2 Distribución de planta y balanceo de línea
- 3.2.1 Determinación de requerimientos de espacio, estaciones y flujo de materiales
- 3.2.2 Distribución de equipos, materiales y personal
- 3.2.3 Evaluación del layout considerando calidad, ergonomía y seguridad
- 3.2.4 Asignación de operaciones a estaciones conforme al takt time
- 3.2.5 Evaluación de capacidad, eficiencia, tiempos ociosos y equilibrio de cargas

3.3 Selección y preparación de equipos
- 3.3.1 Identificación de las necesidades tecnológicas del proceso
- 3.3.2 Definición de requerimientos técnicos y funcionales de los equipos
- 3.3.3 Evaluación de capacidad, precisión y repetibilidad
- 3.3.4 Verificación de requerimientos de instalación, calibración y mantenimiento
- 3.3.5 Selección técnico-económica y documentación de los equipos requeridos

3.4 Gestión de riesgos y control del proceso
- 3.4.1 Elaboración del AMEF de proceso
- 3.4.2 Evaluación y priorización de modos, efectos y causas de falla

3.4.3 Definición de acciones y controles preventivos y de detección
3.4.4 Integración de características críticas, riesgos y controles en el plan de control
3.4.5 Definición de métodos de inspección, criterios de aceptación y planes de reacción
3.5 Documentación operativa y trazabilidad
3.5.1 Elaboración de instrucciones de trabajo y apoyos visuales
3.5.2 Integración de parámetros, criterios de aceptación y registros de manufactura
3.5.3 Identificación y trazabilidad de materiales, equipos, personal, lotes y producto
3.5.4 Revisión, aprobación, liberación y control de versiones documentales
3.5.5 Control de cambios, recuperación y conservación de registros

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Lerma Kirchner, A. E. (2010). *Desarrollo de nuevos productos: Una visión integral* (4.ª ed.). Cengage Learning. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Automotive Industry Action Group. (2024). *Control plan* (1st ed.). https://www.aiag.org/training-and-resources/manuals/details/CP-1

Guha, B., Moore, S., & Huyghe, J. M. (2023). Conceptualizing data-driven closed loop production systems for lean manufacturing of complex biomedical devices—A cyber-physical system approach. *Journal of Engineering and Applied Science, 70*, Article 50. https://doi.org/10.1186/s44147-023-00222-8

McDermott, O., Conroy, N., Thenarasu, M., & Duarte, S. (2024). Digitalised validation systems as an enabler for Quality 4.0 within a medical device manufacturer. *Sustainable Futures, 8*, Article 100383. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100383

Medical Device Single Audit Program. (2024). *MDSAP audit approach* (MDSAP AU P0002.009). https://www.fda.gov/media/166672/download

Nolan, N., & McDermott, O. (2025). Failure mode effect analysis use and limitations in medical device risk management. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 11*(1), Article 100439. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100439

Unidad IV. Ejecución de la validación y transferencia a producción

Competencia

Validar el proceso productivo de un nuevo dispositivo médico, mediante la elaboración y ejecución de protocolos, el desarrollo de pruebas piloto, el análisis de parámetros y atributos críticos, la evaluación del desempeño del proceso y la integración de evidencias documentales como sustento técnico para su transferencia a producción y para la liberación de un proceso controlado y reproducible, con rigor técnico, responsabilidad y orientación a la seguridad del paciente.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Informe técnico integral sobre la validación y transferencia a producción de un dispositivo médico real o simulado. El informe deberá incluir el protocolo de validación, la matriz de parámetros y atributos críticos, los registros de IQ, OQ y PQ, el análisis de una corrida piloto, los ajustes efectuados al proceso, los criterios de liberación y la lista de verificación para su transferencia a producción.

Contenido

4.1 Preparación de la validación del proceso
- 4.1.1 Revisión del flujo del proceso, AMEF y plan de control
- 4.1.2 Identificación de parámetros críticos del proceso (CPP)
- 4.1.3 Identificación de atributos críticos de calidad (CQA)
- 4.1.4 Definición de pruebas y criterios de aceptación
- 4.1.5 Elaboración del protocolo de validación

4.2 Ejecución y documentación de IQ, OQ y PQ
- 4.2.1 Verificación y registro de las condiciones de instalación
- 4.2.2 Evaluación de los rangos y condiciones de operación
- 4.2.3 Ejecución de corridas bajo condiciones definidas
- 4.2.4 Registro y organización de resultados

4.2.5 Identificación y documentación de desviaciones
4.2.6 Integración de evidencias de ejecución
4.3 Aplicación básica del diseño de experimentos
4.3.1 Selección de factores y variables de respuesta
4.3.2 Definición de niveles y condiciones experimentales
4.3.3 Ejecución del diseño experimental
4.3.4 Análisis e interpretación de resultados
4.3.5 Determinación de parámetros de operación
4.4 Pruebas piloto y ajuste del proceso
4.4.1 Planeación y ejecución de corridas piloto
4.4.2 Registro de parámetros y resultados del proceso
4.4.3 Análisis de yield, scrap, defectos y tiempo de ciclo
4.4.4 Identificación de problemas y desviaciones
4.4.5 Ajuste de parámetros y condiciones de operación
4.4.6 Confirmación de la efectividad de los ajustes
4.5 Liberación y transferencia a producción
4.5.1 Verificación del cumplimiento de los criterios de aceptación
4.5.2 Revisión de la documentación y cierre de desviaciones
4.5.3 Elaboración de la lista de preparación para producción
4.5.4 Transferencia de documentos, equipos y responsabilidades
4.5.5 Capacitación del personal de operaciones
4.5.6 Seguimiento de los primeros lotes de producción
4.5.7 Documentación y evaluación de cambios

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Lerma Kirchner, A. E. (2010). *Desarrollo de nuevos productos: Una visión integral* (4.ª ed.). Cengage Learning. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

ASTM International. (2023). *Standard practice for validating the additive manufacturing (AM) production process for medical devices produced using laser powder bed fusion* (ASTM Standard No. F3604-23). https://doi.org/10.1520/F3604-23

McDermott, O., Conroy, N., Thenarasu, M., & Duarte, S. (2024). Digitalised validation systems as an enabler for Quality 4.0 within a medical device manufacturer. *Sustainable Futures, 8*, Article 100383. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100383

Medical Device Single Audit Program. (2024). *MDSAP audit approach* (MDSAP AU P0002.009). https://www.fda.gov/media/166672/download

Saha, U., & Mokhtar, W. (2025). Quality improvement of polycarbonate medical device by Moldex3D and Taguchi DOE. *Journal of Manufacturing and Materials Processing, 9*(1), Article 16. https://doi.org/10.3390/jmmp9010016

U.S. Food and Drug Administration. (2026, February 2). *Quality Management System Regulation (QMSR).* U.S. Department of Health and Human Services. https://www.fda.gov/medical-devices/postmarket-requirements-devices/quality-management-system-regulation-qmsr

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos y planeación del NPI en dispositivos médicos

Práctica 1: Planeación de un proyecto de NPI

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza la información de un proyecto real o simulado de introducción de un dispositivo médico.
3. Identifica el propósito, alcance y objetivos del proyecto de NPI.
4. Reconoce las etapas del ciclo de vida relacionadas con el proyecto.
5. Identifica los requerimientos técnicos, productivos, de calidad y regulatorios iniciales.
6. Determina las áreas participantes y sus responsabilidades.
7. Define los principales hitos, actividades y entregables.
8. Elabora un cronograma preliminar del proyecto.
9. Identifica y clasifica los riesgos iniciales.
10. Integra la información en un plan básico de NPI.
11. Realiza conclusiones sobre la importancia de la planeación en la introducción controlada del producto.
12. Comparte los resultados con el grupo.
13. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Formato de descripción técnica del dispositivo médico
- Formato de plan de proyecto de NPI
- Formato de cronograma
- Matriz de responsabilidades
- Formato de registro de riesgos
- Computadora
- Software para gestión de proyectos u hoja de cálculo

Unidad II. Análisis del producto, manufacturabilidad y preparación de materiales

Práctica 2: Análisis de manufacturabilidad y características críticas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa los planos, especificaciones y requerimientos de un dispositivo médico real o simulado.
3. Identifica dimensiones, tolerancias, materiales y requerimientos funcionales.
4. Detecta información técnica incompleta, ambigua o inconsistente.

5. Aplica criterios de diseño para manufactura y ensamble.
6. Identifica restricciones relacionadas con la fabricación y el ensamble.
7. Determina las características críticas para la calidad.
8. Clasifica las características de acuerdo con su impacto en la calidad y seguridad del producto.
9. Realiza propuestas de métodos preliminares de inspección o prueba para las características críticas.
10. Evalúa alternativas preliminares de procesos de manufactura.
11. Selecciona el proceso con base en criterios técnicos, económicos, regulatorios y de calidad.
12. Formula propuestas para mejorar la manufacturabilidad del producto.
13. Integra los resultados en una matriz de análisis de manufacturabilidad.
14. Comparte los resultados con el grupo.
15. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Planos y especificaciones del producto
- Lista de materiales y componentes
- Formato de análisis DFMA
- Matriz de características críticas para la calidad
- Catálogos de procesos de manufactura
- Instrumentos básicos de medición
- Computadora
- Hoja de cálculo

Práctica 3: Evaluación de proveedores y preparación de materiales

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza la lista de materiales y componentes requeridos para el producto.
3. Identifica los materiales críticos de acuerdo con su función, riesgo y tiempo de suministro.

4. Establece criterios técnicos, productivos, de calidad y regulatorios para seleccionar proveedores.
5. Evalúa la información de diferentes proveedores mediante una matriz de ponderación.
6. Clasifica a los proveedores de acuerdo con su nivel de riesgo.
7. Selecciona preliminarmente al proveedor que cumple con los criterios establecidos.
8. Define los requerimientos de evidencia para su calificación y aprobación.
9. Elabora un plan básico de inspección de entrada.
10. Establece métodos de inspección, criterios de aceptación y registros de trazabilidad.
11. Verifica cantidades, especificaciones, disponibilidad y fechas de entrega de los materiales.
12. Identifica riesgos para la continuidad del proyecto y propone acciones de control.
13. Integra los resultados en una evaluación de preparación de materiales.
14. Comparte los resultados con el grupo.
15. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Lista de materiales y componentes.
- Expedientes simulados de proveedores.
- Matriz de selección y calificación de proveedores.
- Formato de evaluación de riesgos de suministro.
- Formato de plan de inspección de entrada.
- Catálogos y especificaciones de materiales.
- Computadora.
- Hoja de cálculo.

Unidad III. Diseño y documentación del proceso

Práctica 4: Diseño del proceso productivo y selección de equipos

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza los requerimientos de manufactura del dispositivo médico seleccionado.

3. Identifica las entradas, operaciones, inspecciones y salidas del proceso.
4. Define la secuencia y las rutas de procesamiento.
5. Elabora el diagrama de flujo y el diagrama de análisis del proceso.
6. Identifica puntos de control, restricciones, cuellos de botella y actividades que no agregan valor.
7. Determina los requerimientos de espacio, personal, materiales y estaciones.
8. Elabora una propuesta de distribución de planta considerando flujo, ergonomía, seguridad y prevención de contaminación.
9. Determina el takt time y asigna las operaciones a las estaciones.
10. Calcula la capacidad, eficiencia y tiempo ocioso de la línea.
11. Define los requerimientos técnicos y funcionales de los equipos.
12. Evalúa las alternativas de equipos mediante criterios técnicos y económicos.
13. Integra el diseño del proceso, la propuesta de distribución, el balanceo y la matriz de selección de equipos.
14. Realiza conclusiones sobre la viabilidad del proceso propuesto.
15. Comparte los resultados con el grupo.
16. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Especificaciones y demanda del producto
- Formatos para diagramación de procesos
- Formato para balanceo de línea
- Plantilla para distribución de planta
- Matriz de selección de equipos
- Catálogos y fichas técnicas de equipos
- Calculadora
- Computadora
- Software de diagramación u hoja de cálculo

Práctica 5: Integración del AMEF, plan de control y documentación operativa

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa el flujo, los requerimientos y las características críticas del proceso diseñado.
3. Identifica las funciones y los requerimientos de cada operación.

4. Determina los posibles modos, efectos y causas de falla.
5. Evalúa y prioriza los riesgos mediante el AMEF de proceso.
6. Define acciones y controles preventivos y de detección.
7. Relaciona las características críticas y los riesgos con el plan de control.
8. Establece los métodos de inspección, frecuencias, criterios de aceptación y planes de reacción.
9. Elabora una instrucción de trabajo para una operación crítica.
10. Incorpora la secuencia operativa, parámetros, materiales, equipos, apoyos visuales y criterios de aceptación.
11. Define los registros requeridos para documentar el proceso.
12. Establece los mecanismos de identificación y trazabilidad de materiales, equipos, personal, lotes y productos.
13. Define los requisitos de revisión, aprobación, control de versiones y conservación de registros.
14. Verifica la congruencia entre el AMEF, el plan de control y la instrucción de trabajo.
15. Comparte los resultados con el grupo.
16. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Diagrama de flujo del proceso
- Formato de AMEF de proceso
- Formato de plan de control
- Formato de instrucción de trabajo
- Matriz de trazabilidad
- Especificaciones y características críticas del producto
- Computadora
- Software de hoja de cálculo y procesamiento de textos

Unidad IV. Ejecución de la validación y transferencia a producción

Práctica 6: Planeación de la validación y transferencia a producción

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa el flujo del proceso, el AMEF y el plan de control elaborado.
3. Identifica los parámetros críticos del proceso y los atributos críticos de calidad.
4. Define las pruebas, métodos de medición y criterios de aceptación.
5. Elabora la estructura básica del protocolo de validación.
6. Establece las actividades y los registros requeridos para IQ, OQ y PQ.
7. Analiza los datos proporcionados de corridas de validación o pruebas piloto.
8. Identifica desviaciones y documenta su impacto en el desempeño del proceso.
9. Calcula e interpreta los indicadores de yield, scrap, defectos y tiempo de ciclo.
10. Propone ajustes a los parámetros y condiciones de operación.
11. Evalúa el cumplimiento de los criterios de aceptación.
12. Define los criterios técnicos y documentales para la liberación del proceso.
13. Elabora una lista de verificación para la transferencia a producción.
14. Incorpora la entrega de documentación, equipos, materiales, capacitación y responsabilidades.
15. Integra la información en un informe técnico de validación y transferencia.
16. Realiza conclusiones sobre la preparación del proceso para producción.
17. Comparte los resultados con el grupo.
18. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Diagrama de flujo, AMEF y plan de control
- Formato de protocolo de validación
- Formatos o registros de IQ, OQ y PQ
- Datos simulados de corridas piloto
- Formato para registro de desviaciones
- Lista de verificación para transferencia a producción
- Calculadora
- Computadora
- Software estadístico u hoja de cálculo

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Fundamentos y planeación del NPI en dispositivos médicos

Práctica 1: Planeación de la introducción de un nuevo producto

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Examina un dispositivo médico real o simulado y la información general del proyecto
3. Identifica la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra el producto.
4. Reconoce los requerimientos iniciales del cliente, usuario, producto y proceso.
5. Clasifica los requerimientos en técnicos, productivos, de calidad y regulatorios.
6. Identifica las actividades necesarias para la industrialización del producto.
7. Define el alcance, los objetivos y los entregables del proyecto de NPI.
8. Establece las etapas, actividades, responsables e interacciones entre las áreas participantes.
9. Elabora un cronograma con las actividades, hitos y entregables del proyecto.
10. Integra una matriz de responsabilidades del equipo multidisciplinario.
11. Identifica los riesgos iniciales relacionados con el producto, el proceso, los materiales y el cumplimiento del proyecto.
12. Clasifica los riesgos de acuerdo con su probabilidad e impacto.
13. Define acciones preliminares para atender los riesgos identificados.
14. Integra un plan inicial de NPI con el cronograma, las responsabilidades y el registro de riesgos.
15. Realiza conclusiones sobre la importancia de la planeación para la introducción controlada del producto.
16. Comparte los resultados con el grupo.
17. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Dispositivo médico real o simulado.
- Descripción y requerimientos del producto.
- Formato de plan de NPI.
- Formato de cronograma.
- Matriz de responsabilidades.
- Formato de registro de riesgos.
- Computadora.

- Software para gestión de proyectos u hoja de cálculo

Unidad II. Análisis del producto, manufacturabilidad y preparación de materiales

Práctica 2: Análisis de manufacturabilidad y preparación de materiales

Duración
04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Examina físicamente un dispositivo médico real o simulado y sus componentes.
3. Revisa los planos, especificaciones, lista de materiales y requerimientos proporcionados.
4. Verifica dimensiones y características seleccionadas mediante instrumentos de medición.
5. Compara los resultados obtenidos con las especificaciones y tolerancias establecidas.
6. Identifica información técnica incompleta, ambigua o inconsistente.
7. Analiza la manufacturabilidad y ensamblabilidad del producto mediante criterios DFMA.
8. Identifica restricciones relacionadas con materiales, geometría, tolerancias, fabricación y ensamble.
9. Determina y clasifica las características críticas para la calidad.
10. Define métodos preliminares de inspección o prueba para verificar las características críticas.
11. Evalúa alternativas de procesos de manufactura, inspección y prueba.
12. Selecciona preliminarmente los procesos mediante criterios técnicos, económicos, regulatorios y de calidad.
13. Examina muestras o fichas técnicas de materiales y componentes de diferentes proveedores.
14. Evalúa el cumplimiento de las especificaciones y los riesgos relacionados con el suministro.
15. Elabora un plan de inspección de entrada con métodos, criterios de aceptación y registros requeridos.
16. Verifica la disponibilidad, cantidades y fechas de entrega de los materiales críticos.
17. Integra los resultados en un reporte de manufacturabilidad y preparación de materiales.
18. Comparte los resultados con el grupo.
19. Entrega la evidencia al docente.
20. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Dispositivo médico real o simulado.
- Muestras de materiales y componentes.
- Planos y especificaciones del producto.
- Lista de materiales.
- Instrumentos de medición.
- Formato de análisis DFMA.
- Matriz de características críticas para la calidad.
- Fichas técnicas de proveedores.
- Formato de plan de inspección de entrada.
- Equipo de protección personal.
- Computadora.

Unidad III. Diseño y documentación del proceso

Práctica 3: Diseño y documentación de una celda de manufactura

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Revisa los requerimientos de manufactura del dispositivo médico real o simulado.
3. Identifica las entradas, operaciones, inspecciones, salidas y recursos del proceso.
4. Ejecuta una corrida preliminar para observar la secuencia y las condiciones de trabajo.
5. Registra los tiempos de las operaciones mediante observación directa.
6. Elabora el diagrama de flujo y el diagrama de análisis del proceso.
7. Identifica puntos de control, restricciones, cuellos de botella y actividades que no agregan valor.
8. Distribuye los equipos, materiales y estaciones dentro del espacio disponible.
9. Verifica que la distribución propuesta facilite el flujo y prevenga contaminación, mezclas o daños al producto.
10. Evalúa las condiciones ergonómicas y de seguridad de la celda.
11. Calcula el takt time, la capacidad y la eficiencia de la línea.
12. Asigna las operaciones a las estaciones y ajusta el equilibrio de las cargas de trabajo.
13. Selecciona los equipos e instrumentos con base en sus requerimientos técnicos y funcionales.

14. Elabora una instrucción de trabajo para una operación crítica.
15. Desarrolla el AMEF de proceso e identifica los riesgos prioritarios.
16. Integra los controles definidos en un plan de control.
17. Establece mecanismos para la identificación y trazabilidad de materiales, equipos, personal, lotes y productos.
18. Verifica la congruencia entre el flujo, la instrucción de trabajo, el AMEF y el plan de control.
19. Integra el expediente técnico del diseño de la celda de manufactura.
20. Comparte los resultados con el grupo.
21. Entrega la evidencia al docente para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Proceso o estación de trabajo real o simulada
- Materiales y componentes del producto
- Herramientas y equipos de manufactura
- Instrumentos de medición
- Cronómetro
- Formatos para diagramación del proceso
- Plantilla para distribución de planta
- Formato de balanceo de línea
- Formato de instrucción de trabajo
- Formato de AMEF de proceso
- Formato de plan de control
- Etiquetas o códigos para trazabilidadEquipo de protección personal
- Computadora

Unidad IV. Ejecución de la validación y transferencia a producción

Práctica 4: Ejecución simulada de la validación y transferencia del proceso

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Revisa el flujo del proceso, la instrucción de trabajo, el AMEF y el plan de control.
3. Identifica los parámetros críticos del proceso y los atributos críticos de calidad.
4. Define las pruebas, los métodos de medición y los criterios de aceptación.
5. Elabora un protocolo simplificado para la validación del proceso.
6. Verifica y documenta las condiciones de instalación del equipo mediante una lista de IQ.
7. Comprueba la identificación, calibración, mantenimiento, servicios y condiciones de seguridad aplicables.
8. Configura y ejecuta pruebas de OQ en condiciones mínimas, nominales y máximas.
9. Registra los parámetros de operación y los resultados obtenidos.
10. Ejecuta corridas de PQ bajo condiciones normales y con el método de trabajo establecido.
11. Evalúa el cumplimiento de los atributos críticos y criterios de aceptación.
12. Realiza una corrida piloto utilizando los parámetros seleccionados.
13. Registra tiempos de ciclo, unidades conformes, defectos, retrabajos y desperdicio.
14. Calcula los indicadores de yield, scrap, defectos y desempeño del proceso.
15. Identifica y documenta las desviaciones detectadas durante las corridas.
16. Analiza los resultados y propone ajustes a los parámetros o condiciones de operación.
17. Ejecuta una corrida de confirmación para evaluar la efectividad de los ajustes.
18. Determina si el proceso cumple con los criterios establecidos para su liberación.
19. Elabora una lista de verificación para la transferencia del proceso a producción.
20. Integra los registros y resultados en un informe técnico de validación y transferencia.
21. Realiza conclusiones sobre el estado de control y reproducibilidad del proceso.
22. Comparte los resultados con el grupo.
23. Entrega la evidencia para revisión y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Proceso o estación de trabajo real o simulada.
- Materiales y componentes para las corridas.

- Equipos, herramientas e instrumentos de medición.
- Instrucción de trabajo, AMEF y plan de control.
- Formato de protocolo de validación.
- Listas de verificación de IQ, OQ y PQ.
- Formato para registro de parámetros y resultados.
- Formato para documentar desviaciones.
- Lista de verificación para transferencia a producción.
- Calculadora.
- Equipo de protección personal.
- Computadora.
- Software estadístico u hoja de cálculo.

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad semipresencial, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales

- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Trabajo de campo guiado

Estrategias de aprendizaje

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Participación en simulaciones digitales
- Trabajo de campo
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

XI. 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%
- Prácticas de laboratorio	20%
- Metas de la unidad	10%
- Proyecto integral	20%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá contar con título profesional en Ingeniería Industrial o en un área afín, preferentemente con estudios de posgrado. Deberá poseer experiencia profesional en la industria de dispositivos médicos, particularmente en introducción de nuevos productos (NPI), ingeniería de procesos, manufactura, diseño y documentación de procesos, validación y transferencia a producción. Asimismo, se recomienda que cuente con al menos un año de experiencia docente y con competencias pedagógicas y tecnológicas para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje en modalidad semipresencial.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Seminario de Integración de Proyecto
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 04 Horas Extra-clase: 02 Créditos:08
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Karla Frida Madrigal Estrada Teresa Carrillo Gutiérrez
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El Seminario de Integración de Proyecto es una unidad de aprendizaje orientada a la formalización de un trabajo de titulación en modalidad tesina, a partir de un proyecto previamente desarrollado, implementado y evaluado en las unidades de aprendizaje de Proyecto Integrador I y II. Su propósito es que el estudiantado estructure, integre y documente de manera sistemática y rigurosa su trabajo de titulación, mediante la aplicación de metodologías de investigación, técnicas de redacción científica y herramientas para el análisis de información; así como el cumplimiento de lineamientos institucionales, con la finalidad de generar un documento formal sustentado y comunicar sus resultados de manera clara y profesional.

Esta unidad de aprendizaje es de carácter obligatorio, se ubica en la etapa terminal del programa educativo y pertenece al área de Calidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Elaborar tesina académica, mediante la fundamentación teórica- metodológica para integrar propuestas que permitan resolver problemáticas de ingeniería en sistemas industriales del sector de dispositivos médicos con pensamiento crítico, comunicación asertiva y compromiso con la responsabilidad social.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Integración formal de la tesina en formato institucional, a partir de los resultados de la aplicación de un sistema real o simulado en el que demuestre la optimización de procesos productivo, incluye: planteamiento del problema, marco teórico, metodología aplicada, resultados, análisis, conclusiones y propuesta de mejora, así como la elaboración y defensa de una presentación formal de manera oral, demostrando claridad técnica, dominio del tema y argumentación fundamentada.

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

Diseñar, analizar, evaluar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos para el desarrollo de una tesina

Competencia

Formular propuestas de tesina, con base en los lineamientos académicos, metodológicos e institucionales con la finalidad de sustentar formalmente el desarrollo de la misma con responsabilidad, ética académica, pensamiento crítico, organización y honestidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elabora documento preliminar del tesina, considerando la revisión, ajuste y formalización de los elementos de la aplicación de un sistema real o simulado en el que demuestre la optimización de procesos productivo en el proyecto:

- Definición del tema de estudio y su contexto de aplicación.
- Delimitación del problema (alcance, espacio y tiempo).
- Redacción del planteamiento del problema.
- Formulación de preguntas de investigación.
- Justificación del estudio, destacando su relevancia académica y/o profesional.
- Definición del objetivo general y objetivos específicos.
- Integración de la estructura inicial del documento (índice tentativo).
- Organización preliminar de los apartados conforme a lineamientos institucionales.
- Presentación del documento con apego a formato académico (normas institucionales y redacción técnica).

Contenido

1.1 Características de la tesina
    1.1.1 Definición de tesina
    1.1.2 Propósito académico
    1.1.3 Alcance del trabajo
    1.1.4 Elementos que la conforman
1.2 Lineamientos institucionales (UABC)
    1.2.1 Normativa aplicable a la tesina
    1.2.2 Requisitos académicos
    1.2.3 Formato institucional del documento
1.3 Estructura general del documento
    1.3.1 Organización del contenido

1.3.2 Apartados principales de la tesina
1.3.3 Secuencia lógica del documento
1.4 Selección y delimitación del tema
1.4.1 Identificación del tema
1.4.2 Delimitación del problema
1.4.3 Alcance del estudio
1.5 Planteamiento del problema
1.5.1 Redacción del problema
1.5.2 Formulación de preguntas de investigación
1.6 Justificación y objetivos
1.6.1 Justificación del estudio
1.6.2 Objetivo general
1.6.3 Objetivos específicos

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Paitán, H, Mejía, E, Ramírez, E., & Paucar, A. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U. [clásica]

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C.(2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (2.ª ed.). McGraw-Hill Educación.

Bernal Torres, C.(2016). Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (4ta ed.). Pearson Educación. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9789586993104 [clásica]

Sampieri, R. H. (2023). *Metodología de la investigación Plus* (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Cuevas Cajiga, Y. M., Valencia Marín, A. G., Salmerón Castro, A. M., Inclán Espinosa, C., Márquez Niño, J., Santana Vela, J., Rangel Montalvo, K., Romo Ramos, M., Mireles

Vargas, O., Rodríguez, S. A., Peña Mendoza, Y. A., Navarrete Cazales, Z. (2025). Guía para la elaboración de proyectos y trabajos de titulación en la carrera de Pedagogía. Universidad Nacional Autónoma de México. https://ru.atheneadigital.filos.unam.mx/jspui/handle/FFYL_UNAM/11734

American Psychological Association. (2020). Publication manual of the American psychological association 2020. American Psychological Association. https://apastyle.apa.org/instructional-aids [Clásica]

Becker, H. (2022). Manual de escritura para científicos sociales: Cómo empezar y terminar una tesis, un libro o un artículo. Siglo XXI editores.

Chandrasekhar, R. (2002). How to write a thesis: A working guide. The University of Western Australia. [Clásica]

Murray, R. (2025). Murray, How to Write a Thesis 5e. McGraw-Hill Education (UK).

Unidad II. Desarrollo metodológico del proyecto

Competencia

Estructurar el marco teórico y metodológico de la tesina, mediante la selección de fuentes confiables y la documentación del método, con la finalidad de sustentar el proyecto de manera científica, actuando con responsabilidad, ética académica, pensamiento crítico y honestidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Documento de avance de tesina que integre la documentación y formalización del marco teórico y metodológico del proyecto previamente desarrollado considerando:

- Descripción del contexto del proyecto y del problema de estudio.
- Identificación y selección de fuentes de información confiables y pertinentes.
- Desarrollo del marco teórico con sustento conceptual y definición de términos clave.
- Organización lógica de la información teórica.
- Definición del tipo de investigación a desarrollar.
- Descripción del diseño metodológico del estudio.

- Identificación de variables o elementos de análisis (según el enfoque del proyecto).
- Selección de técnicas de recolección de datos.
- Diseño preliminar de instrumentos (cuando aplique).
- Consideraciones sobre la validez y confiabilidad de la información.
- Presentación del documento con apego a normas académicas

Contenido

2.1 Búsqueda y gestión de información
    2.1.1 Fuentes de información confiables
    2.1.2 Estrategias de búsqueda académica
    2.1.3 Organización de referencias
2.2 Construcción del marco teórico
    2.2.1 Selección de conceptos clave
    2.2.2 Integración de antecedentes
    2.2.3 Redacción del sustento teórico
2.3 Diseño metodológico
    2.3.1 Tipo de investigación
    2.3.2 Definición de variables o elementos de estudio
    2.3.3 Selección del método de análisis
2.4 Técnicas de recolección de datos
    2.4.1 Identificación de técnicas aplicables
    2.4.2 Diseño básico de instrumentos
    2.4.3 Consideraciones de validez de la información

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Paitán, H, Mejía, E, Ramírez, E., & Paucar, A. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U. [Clásica]

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C.(2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (2.ª ed.). McGraw-Hill Educación.

Bernal Torres, C.(2016). Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (4ta ed.). Pearson Educación. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9789586993104 [Clásica]

Sampieri, R. H. (2023). *Metodología de la investigación Plus* (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Carlino, P. (2021). Antecedentes y marco teórico en los proyectos de investigación: aportes para construir este apartado. https://www.aacademica.org/paula.carlino/274

Klerings, I., Robalino, S., Booth, A., Escobar-Liquitay, C. M., Sommer, I., Gartlehner, G., ... & Cochrane Rapid Reviews Methods Group. (2023). Rapid reviews methods series: guidance on literature search. BMJ Evidence-Based Medicine, 28(6), 412-417. https://ebm.bmj.com/content/ebmed/28/6/412.full.pdf

Carrera-Rivera, A., Ochoa, W., Larrinaga, F., & Lasa, G. (2022). How-to conduct a systematic literature review: A quick guide for computer science research. MethodsX, 9, 101895. https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101895

Gusenbauer, M., & Gauster, S. P. (2025). How to search for literature in systematic reviews and meta-analyses: A comprehensive step-by-step guide. Technological Forecasting and Social Change, 212, 123833. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123833

Unidad III. Análisis de resultados y propuesta

Competencia

Analizar los resultados obtenidos del proyecto con enfoque al sector de dispositivos médicos, mediante herramientas técnicas y metodológicas, con la finalidad de generar conclusiones y

propuestas de mejora sustentadas, actuando con responsabilidad, pensamiento crítico, objetividad, ética y compromiso con la mejora continua.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Documento técnico que integre la sistematización, análisis e interpretación de los resultados del proyecto previamente desarrollado considerando:

- Descripción del proceso de recolección y procesamiento de datos.
- Organización, depuración y presentación de los datos obtenidos (tablas, gráficos).
- Aplicación de herramientas técnicas para el análisis de datos.
- Interpretación de los resultados obtenidos en función del problema de estudio.
- Identificación de hallazgos relevantes derivados del análisis.
- Discusión de resultados en relación con el marco teórico y los objetivos planteados.
- Elaboración de conclusiones fundamentadas en los resultados del estudio.
- Identificación de áreas de oportunidad y problemáticas detectadas.
- Desarrollo de una propuesta de mejora
- Justificación de la propuesta en términos de impacto esperado (eficiencia, productividad u otros indicadores).
- Integración de resultados, análisis y propuesta en un documento estructurado con redacción técnica.

Contenido

3.1 Procesamiento de datos
- 3.1.1 Organización y depuración de datos
- 3.1.2 Clasificación de la información
- 3.1.3 Uso básico de herramientas de análisis (Excel/Minitab)

3.2 Análisis e interpretación de resultados
- 3.2.1 Selección de técnicas de análisis
- 3.2.2 Interpretación de resultados obtenidos
- 3.2.3 Identificación de hallazgos relevantes

3.3 Discusión de resultados
- 3.3.1 Comparación con el marco teórico
- 3.3.2 Relación con el problema de estudio
- 3.3.3 Identificación de implicaciones del estudio

3.4 Elaboración de conclusiones
- 3.4.1 Síntesis de resultados
- 3.4.2 Vinculación con los objetivos planteados
- 3.4.3 Redacción de conclusiones

3.5 Desarrollo de propuesta de mejora
- 3.5.1 Identificación de oportunidades de mejora

3.5.2 Planteamiento de acciones de mejora
3.5.3 Justificación técnica de la propuesta

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Paitán, H, Mejía, E, Ramírez, E., & Paucar, A. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U. [Clásica]

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C.(2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (2.ª ed.). McGraw-Hill Educación.

Bernal Torres, C.(2016). Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (4ta ed.). Pearson Educación. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9789586993104 [Clásica]

Sampieri, R. H. (2023). *Metodología de la investigación Plus* (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Barroga, E., Matanguihan, G. J., Furuta, A., Arima, M., Tsuchiya, S., Kawahara, C., ... & Izumi, M. (2023). Conducting and writing quantitative and qualitative research. Journal of Korean medical science, 38(37). https://synapse.koreamed.org/upload/synapsexml/0063jkms/pdf/jkms-38-e291.pdf

Albis Feliz, R. (2024). Cómo escribir y publicar los resultados de una investigación. Revista Colombiana De Gastroenterología, 39(4), 447–450. https://doi.org/10.22516/25007440.1306

Salinas-Atausinchi, Y., Sucari, W., Sarmiento-Yujra, L. S., Huaman-Lucana, R. E., Paullo-Tisoc, Y. L., & Chavez-Orellana, G. (2023). ¿ Cómo debería implementarse el marco teórico en la investigación cuantitativa?. Revista científica en ciencias sociales, 5(1), 102-113.

Unidad IV. Redacción y presentación de la tesina

Competencia

Integrar tesis académica con enfoque en el sector de dispositivos médicos, mediante la aplicación de normas de redacción científica y técnicas de exposición oral, con la finalidad de comunicar los resultados del proyecto de manera formal, con ética y comunicación asertiva.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Integración de tesina y presentación oral, considerando:

- Los lineamientos estructurales e institucionales.
- Redacción del documento con claridad, coherencia, precisión técnica y apego a normas de redacción científica.
- Aplicación correcta de normas APA en citas, referencias y formato general del documento.
- Revisión y corrección del documento final
- Síntesis de la información clave para su presentación en formato de diapositivas.
- Diseño de presentación clara, estructurada y visualmente efectiva.
- Exposición oral del proyecto con dominio del tema, uso adecuado del lenguaje técnico y manejo del tiempo.
- Argumentación de los resultados y conclusiones del proyecto durante la presentación.
- Respuesta fundamentada a preguntas y observaciones durante la defensa.
- Incorporación de retroalimentación para la mejora del trabajo presentado.

Contenido

4.1 Redacción científica
- 4.1.1 Estructura de la redacción académica
- 4.1.2 Claridad, coherencia y precisión
- 4.1.3 Uso de lenguaje técnico

4.2 Normas APA
- 4.2.1 Citas en el texto
- 4.2.2 Referencias bibliográficas
- 4.2.3 Formato general del documento

4.3 Integración del documento final

4.3.1 Organización de capítulos
4.3.2 Revisión de coherencia global
4.3.3 Corrección de estilo y formato
4.4 Diseño de presentación
4.4.1 Estructura de diapositivas
4.4.2 Síntesis de información clave
4.4.3 Elementos visuales efectivos
4.5 Técnicas de exposición
4.5.1 Comunicación oral efectiva
4.5.2 Manejo del tiempo
4.5.3 Uso de apoyos visuales
4.6 Simulación de defensa
4.6.1 Preparación de la defensa
4.6.2 Respuesta a preguntas
4.6.3 Retroalimentación y mejora

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Paitán, H, Mejía, E, Ramírez, E., & Paucar, A. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U. [Clásica]

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C.(2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (2.ª ed.). McGraw-Hill Educación.

Bernal Torres, C.(2016). Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (4ta ed.). Pearson Educación. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9789586993104 [Clásica]

Sampieri, R. H. (2023). *Metodología de la investigación Plus* (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://uabc.vitalsource.com/books/9786071520593

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Grambow, S. C., & Weinfurt, K. P. (2024). Effective Scientific Presentations Across Formats: A Modern Guide for Science Trainees and Researchers. Advances in social sciences research journal, 11(9), 42.https://doi.org/10.14738/assrj.119.17551

Ruiz, I. C. (2023). La defensa oral de un trabajo académico: Trabajo Fin de Grado y Trabajo Fin de Máster. In La comunicación en el aprendizaje jurídico (pp. 87-94). Aranzadi. https://consejoestudiantes.uah.es/export/sites/consejoEstudiantes/.galleries/Proyectos-e-informes/La-defensa-oral-de-un-trabajo-academico.PDF

Farji-Brener, A. G., & Arroyo-Rodríguez, V. (2025). Manual de redacción científica: Cómo escribir manuscritos de forma eficiente y efectiva. Universidad Autónoma Nacional de México. https://www.iies.unam.mx/libros/Manual-Redaccion-Cientifica_UNAM2025.pdf

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos para el desarrollo de una tesina

Práctica 1: Definición del tema y planteamiento del problema

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza ejemplos de temas y problemas de tesina en contextos reales.
3. Identifica problemáticas susceptibles de estudio.
4. Selecciona y delimita el tema considerando alcance, espacio y tiempo.
5. Redacta el planteamiento del problema.
6. Formula preguntas de investigación.
7. Verifica la claridad y coherencia del problema planteado.
8. Realiza conclusiones sobre la pertinencia del tema.
9. Comparte resultados con el grupo.

10. Entrega la evidencia al docente.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Ejemplos de tesinas
- Computadora
- Guía de redacción

Práctica 2: Justificación, objetivos y estructura inicial

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza ejemplos de justificación y objetivos en tesinas.
3. Redacta la justificación del estudio.
4. Define el objetivo general y objetivos específicos.
5. Identifica la estructura del documento conforme a lineamientos institucionales.
6. Elabora un índice tentativo de la tesina.
7. Integra el documento preliminar (tema, problema, justificación y objetivos).
8. Verifica coherencia y formato del documento.
9. Realiza conclusiones del ejercicio.
10. Comparte resultados con el grupo.
11. Entrega la evidencia al docente.
12. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Lineamientos UABC
- Computadora
- Plantilla de tesina

Unidad II. Desarrollo metodológico del proyecto

Práctica 3: Construcción del marco teórico y gestión de información

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.

2. Analiza el proyecto previamente desarrollado en Proyecto Integrador I y II.
3. Identifica los conceptos clave relacionados con el problema de estudio.
4. Localiza fuentes de información confiables (artículos, normas, libros).
5. Aplica estrategias de búsqueda académica en bases de datos.
6. Selecciona antecedentes relevantes para sustentar el proyecto.
7. Organiza las referencias conforme a normas académicas.
8. Integra los conceptos y antecedentes en un marco teórico estructurado.
9. Redacta el sustento teórico con coherencia y lenguaje técnico.
10. Verifica la relación entre el marco teórico y el problema de estudio.
11. Compara diferentes fuentes y enfoques teóricos.
12. Realiza conclusiones sobre el sustento teórico desarrollado.
13. Comparte los resultados con el grupo.
14. Entrega la evidencia al docente.
15. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Bases de datos académicas (Scopus, Google Scholar)
- Normas APA
- Computadora
- Gestor de referencias (opcional)

Práctica 4: Documentación del diseño metodológico del proyecto

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza el método aplicado en el proyecto previamente desarrollado.
3. Identifica el tipo de investigación utilizado.
4. Define las variables o elementos de estudio del proyecto.
5. Describe el diseño metodológico aplicado.
6. Identifica las técnicas de recolección de datos utilizadas.
7. Organiza la información metodológica de forma estructurada.
8. Documenta los instrumentos utilizados (formatos, registros, etc.).
9. Analiza la validez y confiabilidad de la información obtenida.
10. Verifica la coherencia entre el método, el problema y los resultados.
11. Compara el diseño metodológico con referencias teóricas.
12. Realiza conclusiones sobre la solidez metodológica del proyecto.
13. Comparte los resultados con el grupo.

14. Entrega la evidencia al docente.
15. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Proyecto integrador (PI1 y PI2)
- Computadora
- Formatos de recolección de datos
- Software (Excel/Minitab)

Unidad III. Análisis de resultados y propuesta

Práctica 5: Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza los datos obtenidos del proyecto previamente desarrollado.
3. Identifica las variables o elementos de análisis del estudio.
4. Organiza y depura los datos recolectados.
5. Clasifica la información según su naturaleza (cuantitativa o cualitativa).
6. Aplica herramientas básicas de análisis (Excel/Minitab).
7. Selecciona técnicas adecuadas para el análisis de datos.
8. Interpreta los resultados obtenidos.
9. Identifica hallazgos relevantes derivados del análisis.
10. Verifica la coherencia de los resultados con el problema de estudio.
11. Compara los resultados obtenidos con diferentes escenarios o referencias.
12. Realiza conclusiones preliminares a partir del análisis.
13. Comparte los resultados con el grupo.
14. Entrega la evidencia al docente.
15. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Base de datos del proyecto integrador
- Computadora
- Software (Excel/Minitab)
- Calculadora

Práctica 6: Discusión, conclusiones y propuesta de mejora

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza los resultados obtenidos del proyecto previamente desarrollado.
3. Relaciona los resultados con el marco teórico del estudio.
4. Identifica implicaciones del estudio en el contexto del proyecto.
5. Elabora la discusión de resultados de manera estructurada.
6. Sintetiza los hallazgos más relevantes.
7. Vincula los resultados con los objetivos planteados.
8. Redacta conclusiones fundamentadas en el análisis.
9. Identifica áreas de oportunidad del proceso estudiado.
10. Plantea acciones de mejora basadas en los resultados.
11. Justifica técnicamente la propuesta de mejora.
12. Verifica la coherencia entre resultados, conclusiones y propuesta.
13. Realiza conclusiones finales del ejercicio.
14. Comparte los resultados con el grupo.
15. Entrega la evidencia al docente.
16. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Resultados del proyecto integrador
- Computadora
- Software (Excel/Minitab)
- Formato de análisis de resultados

Unidad IV. Redacción y presentación de la tesina

Práctica 7: Redacción e integración del documento final de tesina

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza el documento del proyecto previamente desarrollado.
3. Identifica la estructura requerida de la tesina conforme a lineamientos institucionales.

4. Organiza los capítulos del documento (introducción, marco teórico, metodología, resultados, conclusiones).
5. Redacta los apartados del documento con claridad, coherencia y precisión técnica.
6. Aplica lenguaje técnico adecuado al área disciplinar.
7. Integra citas y referencias conforme a normas APA.
8. Da formato al documento según lineamientos institucionales.
9. Verifica la coherencia global del documento.
10. Corrige estilo, redacción y formato del documento final.
11. Compara versiones preliminares y finales del documento.
12. Realiza conclusiones sobre la calidad del documento elaborado.
13. Comparte los avances con el grupo.
14. Entrega la evidencia al docente.
15. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Proyecto integrador
- Normas APA
- Computadora
- Plantilla institucional de tesina

Práctica 8: Diseño de presentación y ensayo de defensa

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza el contenido del documento final de la tesina.
3. Identifica la información clave para la presentación.
4. Estructura las diapositivas (problema, metodología, resultados, conclusiones).
5. Diseña la presentación con elementos visuales claros y efectivos.
6. Sintetiza la información para su exposición oral.
7. Aplica técnicas de comunicación oral efectiva.
8. Práctica el manejo del tiempo durante la exposición.
9. Utiliza apoyos visuales durante la presentación.
10. Realiza simulación de defensa del proyecto.
11. Responde preguntas relacionadas con el proyecto.
12. Analiza la retroalimentación recibida.
13. Realiza mejoras a la presentación y argumentación.
14. Compara su desempeño con criterios de evaluación.

15. Comparte la presentación con el grupo.
16. Entrega la evidencia al docente.
17. Integra la evaluación y recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software de presentación (PowerPoint, Canva)
- Documento final de tesina
- Rúbrica de evaluación de presentación

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad semipresencial, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados en ambientes virtuales. Deben considerar si la interacción es síncrona y/o asíncrona, el uso de recursos digitales y la autonomía del estudiante.

- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Proyectos integradores o interdisciplinarios

Estrategias de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para adquirir, organizar, comprender y aplicar el conocimiento en entornos digitales. Estas estrategias deben fomentar la autonomía, la autorregulación y el pensamiento crítico en medios virtuales.

- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Participación en simulaciones digitales
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- 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	10%
- Prácticas de taller	20%
- Presentación de tesina	20%
- Tesina	50%
Total	100%

XI. PERFIL DOCENTE

El personal docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá contar con título en Ingeniería Industrial o en un área afín, preferentemente con estudios de posgrado, experiencia en desarrollo, implementación y documentación de proyectos de ingeniería. Deseable experiencia en la industria de dispositivos médicos y al menos 1 año de experiencia docente. Con habilidades en redacción científica, metodologías de investigación, asesoría de proyectos integradores, comunicación efectiva y acompañamiento académico. Además, deberá poseer competencias en enseñanza activa y uso de tecnologías educativas para favorecer el aprendizaje en modalidad semipresencial.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Desarrollo Sustentable
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Mydory Oyuky Nakasima López Sukey Sayonara Nakasima López Ricardo López Zavala
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de este curso es que el estudiantado comprenda las consecuencias que ha sufrido el medio ambiente como resultado del crecimiento poblacional y del desarrollo tecnológico, así como las políticas públicas y programas que promueven el desarrollo sustentable en los ámbitos mundial, nacional y local. La asignatura fomenta la reflexión crítica sobre diversas problemáticas ambientales y sociales, con el fin de formar agentes de cambio capaces de diseñar e implementar propuestas sustentables en entornos dinámicos. Esta unidad de aprendizaje se ubica en la etapa terminal, es de carácter optativa y pertenece al área de conocimiento de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proponer alternativas de solución sustentables, con base en la aplicación de herramientas de evaluación ambiental, el análisis de las condiciones del entorno, indicadores y normatividad vigente, para la mitigación del cambio climático e impulsar el bienestar común, con ética, responsabilidad social, creatividad y actitud proactiva.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Propuesta de solución sustentable, en formato de reporte técnico que incluya:

- Introducción
- Descripción y evaluación diagnóstica del proceso
- Problemática detectada, justificación y objetivos
- Aplicación de herramientas de evaluación ambiental para la mitigación del cambio climático
- Metodología basada en indicadores
- Normatividad vigente
- Resultados preliminares
- Recomendaciones
- Referencias.

2. Exposición de la propuesta de solución sustentable en formato libre.

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

Diseñar, analizar, evaluar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Excelencia; Innovación Social e Interculturalidad.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos del desarrollo sustentable y problemática ambiental

Competencia

Analizar los fundamentos del desarrollo sustentable mediante el estudio de su origen, evolución, principios y dimensiones, para comprender su relación con la ingeniería y las problemáticas ambientales en los ámbitos global, nacional y regional, con responsabilidad y pensamiento crítico.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de análisis de la problemática ambiental: Documento que integre las dimensiones de la sustentabilidad y su impacto en Baja California, con conclusiones fundamentadas.

Contenido

1.1. Origen y evolución del concepto de desarrollo sustentable
1.2. Principios y criterios operativos de sustentabilidad
1.3. Dimensiones de sustentabilidad (económico, social y ambiental)
1.4. Problemática ambiental global, nacional y regional
1.5. Problemáticas ambientales en Baja California y su relación con las actividades productivas

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Jiménez Herrero, L. M. (1997). Desarrollo sostenible y economía ecológica: Integración medio ambiente-desarrollo y economía-ecología (1ª ed.). Síntesis. [clásica]

Lengyel-Almos, K. E. (2024). Planning of scenarios for sustainable development in Mexico by 2030 based on expert opinion. Economía, sociedad y territorio, 24(76).

Martínez Lazcano, A. J. (Ed.). (2022). Desarrollo sostenible (Colección del Colegio de Abogados Procesalistas Latinoamericanos; Vol. 16). Primera Instancia.

Ribeiro, G. L. (2025). Ambientalismo y desarrollo sustentable: Nueva ideología/utopía del desarrollo. Vibrant: Virtual Brazilian Anthropology, 21, e21700.

Strange, T., & Bayley, A. (2013). Desarrollo sostenible: Integrar la economía, la sociedad y el medio ambiente (G. M. Moreno Manzur, Trad.). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Aguilar Benitez, I. (2024). *Programas de saneamiento urbano en la frontera norte de México y el enfoque de economía circular*. **Estudios Fronterizos, 25**, e155. https://doi.org/10.21670/ref.2419155

Basabe Ibarra, R. D. J. D., & Rivera-Castañeda, P. (2025). Los efectos de las descargas de aguas residuales industriales en Ensenada, BC, México: entre la normativa y la autorregulación. Frontera norte, 37.

Department of Economic. (2025). Disability and Development Report 2024: Accelerating the Realization of the Sustainable Development Goals by, for and with Persons with Disabilities. Stylus Publishing, LLC.

Fernández Domínguez, A. O. (2022). *Los Objetivos del Desarrollo Sostenible en el marco multidimensional del bienestar*. **Economía: Teoría y Práctica**, (56), 175–200. https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/562022/fernandez

González Ulloa Aguirre, P. A., & Márquez Muñoz, J. F. (2022). *Reconfiguraciones sociales e institucionales para el medio ambiente y la sustentabilidad: lecciones para México*. Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales, 67(244). https://doi.org/10.22201/fcpys.2448492xe.2022.244.78040

Leal Filho, W., Levesque, V., Sivapalan, S. et al. Social values and sustainable development: community experiences. Environ Sci Eur 34, 67 (2022). https://doi.org/10.1186/s12302-022-00641-z

Unidad II. Gobernanza ambiental y marco normativo

Competencia

Examinar el marco normativo e institucional de la gobernanza ambiental mediante el análisis de políticas públicas, legislación y acuerdos internacionales, para promover el cumplimiento de la normativa en contextos industriales, con ética y responsabilidad social.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Cuadro comparativo conforme los objetivos sustentables a nivel internacional y nacional así como el marco normativo: Análisis de instituciones, leyes y programas ambientales nacionales e internacionales aplicables a la industria.

Contenido

2.1. Instituciones responsables de la gestión ambiental en México
2.2. Políticas públicas y programas sectoriales de medio ambiente
2.3. Legislación ambiental en México aplicable a la industria
2.4. Acuerdos y tratados internacionales en materia ambiental
2.5. Objetivos de desarrollo sostenible

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Ayre, G., & Callway, R. (Eds.). (2005). Governance for sustainable development: A foundation for the future. Earthscan. [clásica]

Blackburn, W. R. (2007). The sustainability handbook: The complete management guide to achieving social, economic, and environmental responsibility. Environmental Law Institute. [clásica]

Gabriel Quadri de la Torre. (2006). Políticas públicas: Sustentabilidad y medio ambiente (1ª ed.). Cámara de Diputados; Tecnológico de Monterrey; Miguel Ángel Porrúa. [clásica]

Pérez Campuzano, E., & Valderrábano Almegua, M. de la L. (Comps.). (2011). *Medio ambiente, sociedad y políticas ambientales en el México contemporáneo: Una revisión interdisciplinaria* (1ª ed.). Universidad Autónoma de Guerrero; Instituto Politécnico Nacional; Porrúa. [clásica]

Rogers, P. P., Jalal, K. F., & Boyd, J. A. (2008). An introduction to sustainable development. Earthscan. [clásica]

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2011). *Logros de la instrumentación de la estrategia de transversalidad de políticas públicas para el desarrollo sustentable en la Administración Pública Federal 2010*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Cotler, H., Cuevas, M. L., Landa, R., & Frausto, J. M. (2022). Environmental Governance in Urban Watersheds: The Role of Civil Society Organizations in Mexico. Sustainability, 14(2), 988. https://doi.org/10.3390/su14020988

Delgado Ramos, G. C. (2021). Climate-Environmental Governance in the Mexico Valley Metropolitan Area: Assessing Local Institutional Capacities in the Face of Current and Future Urban Metabolic Dynamics. World, 2(1), 32-48. https://doi.org/10.3390/world2010003 [clásica]

Ortiz García, S., Saynes Santillan, V., Bunge Vivier, V., Anglés-Hernández, M., Pérez, M. E., & Prado, B. (2022). Soil governance and sustainable agriculture in Mexico. Soil Security, 7, 100059. https://doi.org/10.1016/j.soisec.2022.100059

Rivera, G., Ortiz, M., Rivera-Arriaga, E., & Mendoza, E. (2024). Identification of applicable regulation and public policy gaps regarding marine renewable energy in Mexico. *Ocean & Coastal Management, 254*, 107171. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.107171

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2024). Manual de organización general de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2024). Sexto informe de labores 2023-2024. Gobierno de México / SEMARNAT.

Špirić, J., & Ramírez, M. I. (2021). Policy Integration for REDD+: Insights from Mexico. Forests, 12(8), 1075. https://doi.org/10.3390/f12081075 [clásica]

Unidad III. Indicadores y herramientas para la evaluación de la sustentabilidad

Competencia

Evaluar el desempeño ambiental de procesos productivos mediante la aplicación de indicadores y modelos de sustentabilidad, para promover el uso eficiente de los recursos naturales, con pensamiento analítico y proactivo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Informe de evaluación de sustentabilidad: Aplicación de indicadores y modelos PER o FPEIR a un proceso productivo.

Contenido

3.1. Indicadores de sustentabilidad
3.2. Modelo PER (Presión-Estado-Respuesta)
3.3. Modelo FPEIR (Fuerzas motrices-Presión-Estado-Impacto-Respuesta)
3.4. Introducción a la evaluación del desempeño ambiental en procesos productivos

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

De la Garza Gutiérrez, C. (2022). *Evaluación del impacto ambiental: Una herramienta para la transparencia y la participación pública*. Tirant lo Blanch.

Ibarra Flores, A. L. (2011). *Evaluación de las metas de manejo ambiental de la agenda hábitat mediante un modelo de indicadores ambientales en el marco de presión-estado-respuesta, caso de estudio Ensenada, B.C.* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California]. [clásica]

Ley García, J., Ortega Villa, L. M., & Denegri de Dios, F. M. (Coords.). (2018). *Ciudad y sustentabilidad: Indicadores urbanos*. Universidad Autónoma de Baja California. [clásica]

López Blanco, J., & Rodríguez Gamiño, M. de L. (Coords.). (2009). *Desarrollo de indicadores ambientales y de sustentabilidad en México*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. [clásica]

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2013). *Evaluaciones de la OCDE sobre el desempeño ambiental: México 2013*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos; Centro Mario Molina.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Bai, Y., Qin, J., Liu, W., Li, L., Wu, Y., & Zhang, P. (2024). *The DPSIR Model-Based Sustainability Assessment of Urban Water Resources: A Comparative Study of Zhuhai and Macao*. *Water, 16*(10), 1413. https://doi.org/10.3390/w16101413

Castillo-Díaz, F. J., Belmonte-Ureña, L. J., López-Serrano, M. J., & Camacho-Ferre, F. (2024). Quantifying sustainability in the agri-food system: A comprehensive methodological framework and expert consensus approach. Agricultural and Food Economics, 12, 20. https://doi.org/10.1186/s40100-024-00314-w

Htitich, M., Krylová, P., & Harmáček, J. (2024). Just Transition Score: Measuring the relative sustainability of social progress. Environmental and Sustainability Indicators, 23, 100440. https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100440

Marrucci, L., Daddi, T., & Iraldo, F. (2024). *Creating environmental performance indicators to assess corporate sustainability and reward employees*. *Ecological Indicators, 158*, 111489. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111489

Santos, E., Fonseca, F., Santiago, A., & Rodrigues, D. (2024). *Sustainability Indicators Model Applied to Waste Management in Brazil Using the DPSIR Framework*. *Sustainability, 16*(5), 2192. https://doi.org/10.3390/su16052192

Unidad IV. Estrategias industriales para el desarrollo sustentable

Competencia

Diseñar estrategias industriales sustentables mediante la aplicación de tecnologías limpias, ecoeficiencia y economía circular, para mitigar el impacto ambiental en las organizaciones, con creatividad y responsabilidad ambiental.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Propuesta de mejora sustentable: Diseño de una estrategia de Producción Más Limpia o economía circular para una empresa.

Contenido

4.1. Desmaterialización
4.2. Producción más Limpia (P+L)
4.3. Ecoeficiencia
4.4. Economía circular y estrategias de las R (reducir, reutilizar, reciclar, rediseñar, recuperar)
4.5. Gestión sustentable de residuos industriales y vertidos
4.6. Análisis de cadena de valor con enfoque en economía circular
4.7. Diagnóstico de sustentabilidad en procesos industriales

Duración

14 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Adoue, C. (Ed.). (2011). *Implementing industrial ecology: Methodological tools and reflections for constructing a sustainable development*. CRC Press. [clásica]

Arbaiza Fermini, L. (2021). *Enfoques de desarrollo sostenible*. Pearson Educación. [clásica]

Dwyer, B., & Efrón, A. (2017). *Eficiencia energética en la supply chain: Economía circular en la práctica*. Ecoe Ediciones. [clásica]

Graedel, T. E., & Allenby, B. R. (2010). *Industrial ecology and sustainable engineering*. Prentice Hall. [clásica]

Henzen, R., & Weenk, E. (2023). *Economía circular: Un enfoque práctico para transformar los modelos empresariales*. Alfaomega Grupo Editor.

Van Hoof, B., Monroy, N., & Saer, A. (2008). *Producción más limpia: Paradigma de gestión ambiental*. Alfaomega Grupo Editor. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Chakrabarti, A. (2025) A Framework for Assessing Sustainability Conflicts in the Design of Medical Devices DOI: 10.48550/arXiv.2512.12992

De Souza Costa, I., de Oliveira Neto, G. C., da Silva, R. N. B., Lourenço, S. R., Rodrigues, L. R., & Amorim, M. (2025). *Eco-Efficiency in the Polymeric Packaging Sector: Production Planning and Control Strategies for Economic and Environmental Gains*. *Polymers, 17*(9), 1131. https://doi.org/10.3390/polym17091131

Estévez, S., Arias, A., Feijoo, G., & Moreira, M. T. (2025). *Methodological guide and roadmap to assess the compliance of wastewater treatment plants with sustainability and circularity criteria*. *Water Research, 274*, 123125. https://doi.org/10.1016/j.watres.2025.123125

Cairone, S., Hasan, S. W., Choo, K.-H., Lekkas, D. F., Fortunato, L., Zorpas, A. A., Korshin, G., Zarra, T., Belgiorno, V., & Naddeo, V. (2024). *Revolutionizing wastewater treatment toward circular economy and carbon neutrality goals: Pioneering sustainable and efficient solutions for automation and advanced process control with smart and cutting-edge technologies*. *Journal of Water Process Engineering, 63*, 105486. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.105486

Leong, W.Y. (2026), Circular Economy Through Green Additive Manufacturing in Medical Device Manufacturing, DOI: 10.3390/engproc2026129001

Muzamwese, T. C. (2024). *Emerging Challenges for Cleaner Production Networks – The decline of the Global Resource Efficient and Cleaner Production Network (RECP net)*. *Circular Economy and Sustainability, 4*, 2313–2337. https://doi.org/10.1007/s43615-024-00386-2

Sakao, T., Bocken, N., Nasr, N., & Umeda, Y. (2024). *Implementing circular economy activities in manufacturing for environmental sustainability*. *CIRP Annals, 73*(2), 457–481. https://doi.org/10.1016/j.cirp.2024.06.002

Zhengyun, C. (2024)Application of Life Cycle Assessment in the pharmaceutical industry: A critical review, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142550

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos del desarrollo sustentable y problemática ambiental

Práctica 1: Selección de material polimérico para dispositivo médico

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una lectura crítica y reflexiva de los casos de estudio sobre problemáticas ambientales.
3. Analiza los casos considerando:
    - la influencia de la globalización en las prácticas económicas, sociales y ambientales
    - las problemáticas ambientales presentes a nivel global, nacional y regional
    - los riesgos ambientales y conflictos socioambientales identificados
4. Evalúa los impactos ambientales y sociales derivados de las problemáticas analizadas.
5. Propone acciones y mecanismos de solución con enfoque sostenible para la gestión de los conflictos identificados.
6. Integra y sintetiza los hallazgos para construir una visión general de la problemática ambiental en sus distintos niveles.
7. Elabora un reporte de análisis que incluya:
    - identificación de problemáticas
    - análisis de impactos
    - propuestas de solución
8. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
9. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Artículos y estudios de caso sobre problemáticas ambientales globales, nacionales y regionales
- Material audiovisual o fuentes digitales complementarias

Práctica 2: Problemáticas ambientales en Baja California y su relación con las actividades productivas

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación para el análisis de problemáticas ambientales y su relación con actividades productivas en Baja California.
3. Selecciona una problemática ambiental presente en el estado de Baja California (contaminación del aire, agua o suelo, escasez de agua, residuos peligrosos, impacto de la industria maquiladora, entre otras).

4. Describe la problemática seleccionada, indicando la zona donde ocurre y las causas que la originan.
5. Analiza las actividades productivas involucradas en la generación de dicha problemática, considerando su impacto en el entorno.
6. Examina evidencias que sustenten la problemática (datos, noticias, reportes o estudios de caso).
7. Relaciona la problemática ambiental con la industria de manufactura médica, identificando su posible influencia o participación.
8. Identifica logros y áreas de mejora en el análisis realizado sobre la problemática ambiental.
9. Propone acciones o ajustes que contribuyan a la mitigación de la problemática desde su contexto personal o profesional.
10. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un informe técnico breve (máximo 3 cuartillas), con referencias en formato APA e incluyendo conclusiones. Asimismo, comparte las conclusiones en el foro correspondiente de la plataforma Blackboard.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Artículos actuales sobre problemáticas ambientales a nivel global, nacional y regional
- Reportes y noticias relacionadas con Baja California

Unidad II. Gobernanza ambiental y marco normativo

Práctica 3: Legislación ambiental en México aplicable a la industria

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación de la auditoría ambiental simulada.
3. Selecciona una empresa ficticia o real del sector industrial (manufactura, metalmecánica, alimentaria, química o dispositivos médicos).
4. Identifica los procesos productivos y los posibles impactos ambientales generados.
5. Consulta la legislación ambiental mexicana aplicable a la empresa seleccionada.
6. Analiza las siguientes disposiciones normativas:
    a. NOM-052-SEMARNAT-2005.
    b. NOM-085-SEMARNAT-2011.

c. NOM-161-SEMARNAT-2011.
7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
8. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
9. Evalúa el cumplimiento de la normativa ambiental mediante una lista de verificación.
10. Compara las prácticas ambientales de la empresa con los requerimientos legales vigentes.
11. Identifica logros, incumplimientos y riesgos regulatorios.
12. Propone acciones correctivas y preventivas para mejorar el desempeño ambiental.
13. Elabora el reporte de auditoría ambiental simulada con base en los resultados obtenidos.
14. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
15. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- NOM-052-SEMARNAT-2005.
- NOM-085-SEMARNAT-2011.
- NOM-161-SEMARNAT-2011.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Guías metodológicas para auditorías ambientales.
- Formatos de diagnóstico ambiental y listas de verificación.
- Recursos digitales y plataformas educativas institucionales.

Práctica 4: Objetivos de desarrollo sostenible

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Forma parejas de trabajo y recibe la asignación de un Objetivo de Desarrollo Sostenible.
3. Consulta información oficial sobre los ODS asignados.
4. Revisa el marco normativo ambiental nacional e internacional relacionado con el ODS asignado.
5. Analiza la relación entre el ODS, las instituciones responsables, la legislación aplicable y su vinculación con el contexto industrial.
6. Integra la información en un cuadro comparativo, identificando coincidencias, diferencias y áreas de aplicación.

7. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la entrega del cuadro comparativo.
8. Socializa los resultados con el grupo para reconocer la relación entre los diferentes ODS y la gobernanza ambiental.
9. Recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Sitio oficial de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU
- Sitio oficial de la Agenda 2030 en México
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Cámara de Diputados)
- Portal de leyes y normas del sector medio ambiente de SEMARNAT
- Fuentes digitales oficiales sobre instituciones y programas ambientales aplicables a la industria

Unidad III. Indicadores y herramientas para la evaluación de la sustentabilidad

Práctica 5: Indicadores de sustentabilidad y evaluación del desempeño ambiental en procesos productivos

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Identifica los criterios de evaluación del análisis de indicadores de sustentabilidad.
2. Forma equipos de trabajo y selecciona un proceso productivo para su análisis.
3. Consulta información sobre indicadores de sustentabilidad y evaluación del desempeño ambiental.
4. Identifica los aspectos ambientales relevantes del proceso productivo (consumo de agua, energía, generación de residuos, emisiones, entre otros).
5. Analiza los indicadores de sustentabilidad aplicables al proceso productivo.
6. Relaciona los indicadores con la evaluación del desempeño ambiental del proceso.
7. Integra la información en un organizador (tabla o esquema) que incluya:
    a. Aspectos ambientales del proceso.
    b. Indicadores de sustentabilidad asociados.
    c. Forma en que cada indicador evidencia el desempeño ambiental.
8. Reflexiona sobre la importancia de los indicadores en la evaluación y mejora del desempeño ambiental.
9. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la entrega del organizador.

10. Socializa los resultados con el grupo para reconocer la aplicación de los indicadores en distintos procesos productivos.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Documentos sobre indicadores de sustentabilidad
- Fuentes oficiales sobre evaluación del desempeño ambiental
- Normativa ambiental básica (SEMARNAT, normas oficiales)
- Material digital y bibliográfico especializado

Práctica 6: Análisis ambiental mediante el modelo PER (Presión–Estado–Respuesta)

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación para el análisis de problemáticas ambientales utilizando el modelo PER (Presión–Estado–Respuesta).
3. Selecciona un caso de estudio relacionado con una actividad industrial (preferentemente del sector de dispositivos médicos o manufactura en Baja California).
4. Describe las actividades productivas involucradas en el caso seleccionado.
5. Identifica los factores de presión generados por la actividad industrial (emisiones, residuos, consumo de recursos, entre otros).
6. Analiza el estado del medio ambiente afectado, considerando condiciones actuales del aire, agua, suelo o ecosistema.
7. Examina las respuestas implementadas por empresas, gobierno o sociedad para mitigar la problemática identificada.
8. Relaciona el modelo PER con la industria de dispositivos médicos, identificando áreas de oportunidad para mejorar el desempeño ambiental.
9. Identifica logros y áreas de mejora en la aplicación del modelo PER al caso analizado.
10. Propone acciones de mejora o estrategias de respuesta desde el enfoque de la ingeniería industrial para dispositivos médicos.
11. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un reporte técnico breve que incluya el análisis PER del caso seleccionado, con referencias en formato APA.
12. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Reportes ambientales (SEMARNAT, INEGI, ONU Medio Ambiente)
- Casos de estudio de industria maquiladora y dispositivos médicos
- Artículos académicos sobre modelo PER

Práctica 7: Análisis ambiental mediante el modelo FPEIR (Fuerzas motrices–Presión–Estado–Impacto–Respuesta)

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación para el análisis de problemáticas ambientales utilizando los modelos PER (Presión–Estado–Respuesta) y FPEIR (Fuerzas motrices–Presión–Estado–Impacto–Respuesta).
3. Retoma el caso de estudio previamente analizado en la práctica del modelo PER (actividad industrial, preferentemente del sector de dispositivos médicos o manufactura en Baja California).
4. Describe de manera general la problemática ambiental y las actividades productivas involucradas en el caso seleccionado.
5. Reestructura el análisis del caso utilizando el modelo FPEIR, identificando:
    a. Fuerzas motrices que originan la problemática
    b. Presiones generadas por la actividad industrial
    c. Estado actual del medio ambiente
    d. Impactos ambientales, sociales o en la salud
    e. Respuestas implementadas
6. Compara los resultados obtenidos entre el modelo PER y el modelo FPEIR, identificando similitudes, diferencias y nivel de profundidad en el análisis.
7. Analiza las ventajas del modelo FPEIR respecto al modelo PER en la evaluación de problemáticas ambientales en la industria de dispositivos médicos.
8. Identifica logros y áreas de mejora en la aplicación de ambos modelos.
9. Propone estrategias de mejora ambiental desde el enfoque de la ingeniería industrial, considerando los hallazgos obtenidos en ambos modelos.
10. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un reporte técnico comparativo que incluya el análisis PER y FPEIR del mismo caso, con referencias en formato APA.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Reportes ambientales (SEMARNAT, INEGI, ONU Medio Ambiente)
- Resultados de la práctica previa del modelo PER
- Artículos académicos sobre modelos PER y FPEIR

Unidad IV. Estrategias industriales para el desarrollo sustentable

Práctica 8: Diagnóstico de sustentabilidad de un proceso productivo mediante desmaterialización, ecoeficiencia y gestión de residuos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación del diagnóstico de sustentabilidad.
3. Forma equipos de trabajo y selecciona un proceso productivo.
4. Identifica los flujos de entrada y salida del proceso (materia prima, energía, agua, residuos y emisiones).
5. Analiza el proceso con base en:
    a. Principios de ecoeficiencia.
    b. Desmaterialización.
    c. Gestión de residuos y vertidos.
6. Analiza el proceso con base en:
    a. Uso de recursos.
    b. Generación de residuos.
    c. Ineficiencias detectadas.
7. Integra los hallazgos en un diagnóstico de sustentabilidad del proceso.
8. Reflexiona sobre la importancia de la desmaterialización, ecoeficiencia, así como la gestión de residuos y vertidos en los procesos industriales.
9. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la entrega del diagnóstico.
10. Socializa los resultados con el grupo para comparar el desempeño ambiental de los procesos analizados y reconocer áreas de mejora.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Material sobre ecoeficiencia y desmaterialización.
- Normativa ambiental aplicable (SEMARNAT y normas oficiales).

- Guías de evaluación del desempeño ambiental.
- Recursos digitales y bibliográficos especializados.

Práctica 9: Diseño de estrategias de Producción Más Limpia y economía circular

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes e identifica los criterios de evaluación de la práctica.
2. Retoma el proceso productivo analizado previamente.
3. Analiza la cadena de valor del proceso para identificar oportunidades de mejora.
4. Aplica principios de:
    a. Producción Más Limpia (P+L)
    b. economía circular
    c. estrategias de las R (reducir, reutilizar, reciclar, rediseñar, recuperar)
5. Diseña estrategias para:
    a. reducir consumo de recursos
    b. minimizar residuos
    c. optimizar procesos
6. Evalúa la viabilidad técnica, económica y ambiental de las estrategias propuestas.
7. Integra la propuesta en un esquema de mejora sustentable.
8. Reflexiona sobre la importancia de la innovación y la responsabilidad ambiental en la industria.
9. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la entrega de la propuesta.
10. Socializa las propuestas con el grupo para contrastar diferentes enfoques.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Material sobre Producción Más Limpia (P+L) y economía circular.
- Guías para análisis de cadena de valor y detección de oportunidades de mejora.
- Formatos para diagnóstico de consumo de agua, energía, materias primas y generación de residuos.
- Matrices de estrategias de las R (reducir, reutilizar, reciclar, rediseñar, recuperar).
- Herramientas para evaluación de viabilidad técnica, económica y ambiental.
- Normativa ambiental aplicable (SEMARNAT y Normas Oficiales Mexicanas).
- Recursos digitales y bibliográficos especializados en innovación sustentable e industria responsable.

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

- El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:
- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Foros de discusión guiada
- Tutoría entre pares por videoconferencia o foros
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos

- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Participación activa en foros y videoconferencias
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Práctica reflexiva mediante blogs, portafolios o diarios digitales
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

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 taller	20%
- Propuesta de solución sustentable	20%
- Exposición de propuesta de solución sustentable	30%
Total	100%

XI. PERFIL DOCENTE

Formación en Ingeniería Ambiental, Ingeniería Industrial, Ciencias Ambientales o área afín; preferentemente con estudios de posgrado y al menos dos años de experiencia docente en educación superior. Debe contar con conocimientos en desarrollo sustentable, gestión ambiental y normatividad vigente. Se valorará la experiencia profesional en proyectos de sustentabilidad y la capacidad para fomentar el pensamiento crítico y la responsabilidad ambiental en el estudiantado.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería de Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Administración de Proyectos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Quetzalli Aguilar Virgen Paul Adolfo Taboada González
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Administración de Proyectos proporciona a las y los estudiantes las herramientas necesarias e imprescindibles para la gestión de un proyecto; partiendo de la planeación de las actividades, la organización y control de los recursos necesarios hasta el cierre del proyecto, haciendo uso de softwares especializados. En el ámbito laboral es necesario que las y los ingenieros puedan dar seguimiento a proyectos viables que sustenten el desarrollo socioeconómico de la empresa y de sus empleados, por lo que es imperante el conocimiento para lograr dichos fines, lo cual se fundamenta en la administración de proyectos. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter optativo y pertenece al área de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Administrar un proyecto del área de ingeniería en sistemas industriales para dispositivos médicos, por medio de la aplicación de estándares, métodos y técnicas, para gestionar proyectos, planear y organizar actividades, así como integrar, dirigir y controlar recursos humanos, de tiempo y de costos, con responsabilidad y proactividad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Proyecto integrador: Plan de un proyecto que integre todas las actividades para su gestión y adecuada administración, tomando en cuenta que debe contener los siguientes elementos: actividades de planeación, organización, control y cierre exitoso.

2. Portafolio de evidencias: Reportes de solución de casos prácticos utilizando software especializado.

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

Diseñar, analizar, evaluar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Excelencia; Vanguardia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. La administración de proyectos

Competencia

Distinguir las generalidades de la administración de proyectos, a través del estudio y comprensión de sus fases, parámetros, actividades involucradas y software existente, que le permitan planear y asignar responsabilidades, de forma organizada y responsable.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Informe de plan estructurado de proyecto: Elaboración de un plan de proyecto en donde se muestre la aplicación de las fases, EDT, parámetros (alcance, tiempo, costo y recursos), matriz de responsabilidades y uso de software para su organización.

Contenido

1.1. Introducción a la Administración de Proyectos
    1.1.1. Definición de proyecto.
    1.1.2. Significado e importancia de la Administración de Proyectos
1.2. Fases de la administración de proyectos
1.3. Equipos de proyecto y relaciones organizacionales
    1.3.1. Papel y responsabilidad del administrador y el equipo de proyectos
    1.3.2. Equipos de proyecto efectivos
1.4. Estructura desglosada del trabajo (EDT)
1.5. Planificación de los parámetros de un proyecto (alcance, estructura, especificaciones y estimaciones de tiempos, costos y
recursos)
1.6. Matriz de asignación de responsabilidades
1.7. Software para la administración de proyectos

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

K.L. Petrocelly. (2020). Project Management: Survival & Success. The Fairmont Press,Inc. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/b1fccdc3-71cc-31b0-a78c-14695c434a48 [clásica]

López-Miranda, A., Lankenau-Caballero, D. (2024). *Administración de proyectos. La clave para la coordinación efectiva y ágil de actividades y recursos*. Pearson HispanoAmerica. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786073259880

Martínez, F. R. (2015). *Administración De Proyectos* (2nd ed.). Pearson HispanoAmerica. https://uabc.vitalsource.com/books/9786073227926 [clásica]

Patel, N. (2019). *Practical Project Management for Engineers. Artech House.* https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/405a4d54-5880-38cb-9821-827383c37471 [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Rivera M.F., Hernández C.G. (2010). *Administración de proyectos. Guía para el aprendizaje.* Pearson Educación. https://www.uteg.edu.ec/biblioteca-libros/wp-content/uploads/2023/09/Administracion-de-proyectos-Pearson.pdf [clásica]

Unidad II. Redes en administración de proyectos

Competencia

Distinguir los elementos que constituyen la red de un proyecto, por medio de aplicación de las metodologías CPM y PERT en un caso de ingeniería, para analizar las redes de actividades y calcular la ruta crítica en condiciones de incertidumbre, con pensamiento analítico y honestidad.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de un análisis de una red de proyecto: Construcción de la red de actividades, aplicación de CPM y PERT, cálculo de la ruta crítica y holguras, elaboración de diagrama de Gantt y estimación de la probabilidad de cumplimiento del proyecto en condiciones de incertidumbre.

Contenido

2.1. Redes de actividades
2.2. Análisis de redes de actividades (CPM)
2.3. Cálculos de la ruta crítica con holguras
2.4. Programación con diagramas de Gantt
2.5. Planeación con incertidumbre (PERT)
2.6. Probabilidad de cumplimiento de la programación de un proyecto (administración de riesgos)
2.7. Técnicas ampliadas de la red para acercarse más a la realidad

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

K.L. Petrocelly. (2020). *Project Management: Survival & Success*. The Fairmont Press,Inc. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/b1fccdc3-71cc-31b0-a78c-14695c434a48 [clásica]

López-Miranda, A., Lankenau-Caballero, D. (2024). *Administración de proyectos. La clave para la coordinación efectiva y ágil de actividades y recursos*. Pearson HispanoAmerica. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786073259880

Martínez, F. R. (2015). *Administración De Proyectos* (2nd ed.). Pearson HispanoAmerica. https://uabc.vitalsource.com/books/9786073227926 [clásica]

Patel, N. (2019). *Practical Project Management for Engineer*s. Artech House. https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/405a4d54-5880-38cb-9821-827383c37471 [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Rivera M.F., Hernández C.G. (2010). *Administración de proyectos. Guía para el aprendizaje.* Pearson Educación. https://www.uteg.edu.ec/biblioteca-libros/wp-content/uploads/2023/09/Administracion-de-proyectos-Pearson.pdf [clásica]

Unidad III. Optimización de redes de actividades

Competencia

Optimizar los recursos de un proyecto, mediante la aplicación de métodos de organización y balanceo de recursos, para reducir la duración del proyecto y tomar decisiones oportunas, con actitud responsable y analítica.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de optimización de un proyecto: Aplicación de métodos tiempo-costo y balanceo de recursos, análisis de alternativas de reducción de duración y toma de decisiones para mejorar la eficiencia en la ejecución del proyecto

Contenido

3.1. Conceptos, relaciones, métodos tiempo-costo y Siemens (SAM)
3.2. Organización, asignación y balanceo de los recursos
3.3. Reducción de la duración de los proyectos

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

K.L. Petrocelly. (2020). Project Management: Survival & Success. The Fairmont Press,Inc.

https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/b1fccdc3-71cc-31b0-a78c-14695c434a48 [clásica]

López-Miranda, A., Lankenau-Caballero, D. (2024). *Administración de proyectos. La clave para la coordinación efectiva y ágil de actividades y recursos*. Pearson HispanoAmerica. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786073259880

Martínez, F. R. (2015). *Administracion De Proyectos* (2nd ed.). Pearson HispanoAmerica.

https://uabc.vitalsource.com/books/9786073227926 [clásica]

Patel, N. (2019). *Practical Project Management for Engineers.* Artech House.

https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/405a4d54-5880-38cb-9821-827383c37471

[clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Rivera M.F., Hernández C.G. (2010). *Administración de proyectos. Guía para el aprendizaje.* Pearson Educación. https://www.uteg.edu.ec/biblioteca-libros/wp-content/uploads/2023/09/Administracion-de-proyectos-Pearson.pdf [clásica]

Unidad IV. Control del proyecto

Competencia

Aplicar los métodos de control, supervisión y cierre de proyectos, mediante la utilización de herramientas y paquetes computacionales como: Microsoft Project, Quality Companion, Excel, entre otros para asegurar el correcto desarrollo y cierre del proyecto, con una actitud proactiva y responsable.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Informe de control y cierre de un proyecto: aplicación de métodos de seguimiento, evaluación del desempeño con línea base e indicadores, informe final, auditoría y documentación del proyecto.

Contenido

4.1. Métodos de Control (gráfica de avance y gráfica de rendimiento).
    4.1.1. Medición y evaluación del progreso y el desempeño (desarrollo de línea base y del informe del avance, índices del desempeño para la supervisión del progreso)
4.2. Cierre del Proyecto (Informe y retroalimentación).
    4.2.1. Auditoría del proyecto
    4.2.2. Equipo, evaluaciones del administrador de proyectos
4.3. Supervisión del proyecto
4.4. Documentación del proyecto

Duración

12 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

K.L. Petrocelly. (2020). *Project Management: Survival & Success.* The Fairmont Press,Inc.

https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/b1fccdc3-71cc-31b0-a78c-14695c434a48 [clásica]

López-Miranda, A., Lankenau-Caballero, D. (2024). *Administración de proyectos. La clave para la coordinación efectiva y ágil de actividades y recursos*. Pearson HispanoAmerica. https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786073259880

Martínez, F. R. (2015). *Administración De Proyectos* (2nd ed.). Pearson HispanoAmerica.

https://uabc.vitalsource.com/books/9786073227926 [clásica]

Patel, N. (2019). *Practical Project Management for Engineers*. Artech House.

https://libcon.rec.uabc.mx:2061/plink/405a4d54-5880-38cb-9821-827383c37471

[clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Rivera M .F., Hernández C.G. (2010). *Administración de proyectos. Guía para el aprendizaje.*

Pearson Educación. https://www.uteg.edu.ec/biblioteca-libros/wp-content/uploads/2023/09/Administracion-de-proyectos-Pearson.pdf [clásica]

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. La administración de proyectos

Práctica 1: Desarrollo de un plan estructurado de proyecto

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Define y describe el proyecto, justifica su importancia y establece el objetivo general.
3. Identifica las fases del proyecto, inicio, planeación, ejecución, monitoreo y control, y cierre.
4. Estructura el equipo de trabajo, establece roles y describe responsabilidades del administrador del proyecto y del equipo.
5. Desarrollo de la EDT, desglosa el proyecto en actividades y subactividades.
6. Planifica los parámetros, alcance, cronograma, estimación básica de costos y recursos humanos y materiales.
7. Realiza la matriz de asignación de responsabilidades.
8. Elabora un cronograma.
9. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias.
10. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de estudio.

- Calculadora.
- Plantillas y formatos.
- Lápiz.
- Apuntes de clase.

Unidad II. Redes en administración de proyectos

Práctica 2: Análisis de redes

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Define un proyecto de ingeniería o retoma el proyecto previamente realizado.
3. Identifica y lista todas las actividades del proyecto, incluyendo sus relaciones de precedencia.
4. Construye la red de actividades del proyecto (diagrama de nodos o flechas).
5. Aplica la metodología CPM (Critical Path Method) para determinar tiempos tempranos y tardíos, calcular holguras, identificar la ruta crítica.
6. Realiza los cálculos de la ruta crítica, justificando cada resultado.
7. Elabora el diagrama de Gantt con base en la programación obtenida.
8. Aplica la metodología PERT, estima tiempos optimista, más probable y pesimista, y calcula el tiempo esperado de cada actividad.
9. Determina la probabilidad de cumplimiento del proyecto en una fecha establecida, utilizando análisis de incertidumbre.
10. Analiza los resultados e identifica riesgos en la programación del proyecto.
11. Integra los resultados en un reporte estructurado.
12. Registra la evidencia en el portafolio.
13. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de Estudio
- Calculadora
- Plantillas y formatos
- Lápiz
- Apuntes de Clase

Unidad III. Optimización de redes de actividades

Práctica 3: Optimización de un proyecto

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Retoma el proyecto desarrollado en la práctica anterior.
3. Aplica el método tiempo–costo para proponer una reducción en la duración del proyecto.
4. (Si aplica) Utiliza el enfoque SAM (Siemens) para analizar escenarios de optimización.
5. Organiza y asigna los recursos disponibles a las actividades del proyecto.
6. Realiza el balanceo de recursos, identifica sobrecargas o subutilización y ajusta la programación para optimizar el uso de recursos.
7. Propone una nueva programación optimizada del proyecto.
8. Compara el escenario original vs. el optimizado (tiempo, costo y uso de recursos).
9. Analiza los resultados y justifica la mejor alternativa para la toma de decisiones.
10. Integra los resultados en un reporte estructurado.
11. Registra la evidencia en el portafolio.
12. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de estudio.
- Calculadora.
- Plantillas y formatos.
- Lápiz.
- Apuntes de clase.

Unidad IV. Control del proyecto

Práctica 4: Control, supervisión y cierre de un proyecto

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Retoma el proyecto previamente desarrollado en las prácticas anteriores.
3. Establece una línea base del proyecto (tiempo, costo y alcance).
4. Elabora gráficas de control: gráfica de avance del proyecto y gráfica de rendimiento
5. Realiza la medición del progreso mediante indicadores como: avance programado vs. real, variación de costos, y cumplimiento de actividades.
6. Evalúa el desempeño del proyecto utilizando herramientas como: índices de desempeño del cronograma (SPI), e índices de desempeño del costo (CPI)
7. Elabora el informe final del proyecto, que incluya resultados obtenidos vs. planeados.
8. Realiza la auditoría del proyecto, identificando: cumplimiento de objetivos, desviaciones en tiempo, costo y alcance, y causas de variaciones.
9. Evalúa el desempeño del equipo y del administrador del proyecto.
10. Genera la documentación final del proyecto, incluyendo evidencias relevantes.
11. Presenta conclusiones y retroalimentación final del proyecto.
12. Registra la evidencia en el portafolio.
13. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Casos de estudio.
- Calculadora.
- Plantillas y formatos.
- Lápiz.
- Apuntes de clase

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: La administración de proyectos

Práctica 1: Planeación de Proyectos con Herramientas Digitales

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Define y describe el proyecto en un documento digital, justifica su importancia, establece el objetivo general y elabora el documento en Microsoft Word o similar.
3. Representa las fases del proyecto (inicio, planeación, ejecución, monitoreo y control, cierre). Elaborarlo en formato de diagrama o tabla en Microsoft PowerPoint o Microsoft Word.
4. Define roles del equipo en una tabla digital, describe funciones del administrador del proyecto y del equipo y elabora organigrama del equipo en Microsoft PowerPoint o herramienta similar.
5. Desglosa el proyecto en actividades y subactividades y representa la EDT en forma jerárquica utilizando Microsoft Excel o Microsoft Project.
6. Define alcance, tiempo, costos y recursos, elabora cronograma digital en Microsoft Excel o Microsoft Project y registra estimaciones de recursos humanos y materiales en tablas digitales.
7. Elabora matriz RACI en Microsoft Excel.
8. Diseña el cronograma del proyecto con diagramas de Gantt en Microsoft Project o Excel.
9. Registra la evidencia en el portafolio.
10. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software o simuladores.
- Apuntes de clase.

Unidad II. Redes en administración de proyectos

Práctica 2: Análisis de redes de proyecto y programación con incertidumbre

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Define un proyecto de ingeniería o retoma el proyecto previamente realizado.
3. Elabora la red del proyecto (precedencias) y representa el diagrama en Microsoft Project o Microsoft Visio.

4. Aplica CPM utilizando Microsoft Project o Excel.
5. Genera el cronograma del proyecto en software e identifica ruta crítica visualmente.
6. Aplica PERT utilizando Excel.
7. Realiza el análisis de incertidumbre
8. Registra la evidencia en el portafolio.
9. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software o simuladores.
- Apuntes de clase.

Unidad III. Optimización de redes de actividades

Práctica 3: Optimización de proyecto

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Retoma el proyecto previamente realizado.
3. Realiza el análisis tiempo–costo, ingresa actividades, tiempos y costos en Microsoft Excel y aplica reducción de tiempos (crashing).
4. Optimiza la duración, compara escenario tiempo normal vs acelerado.
5. Realiza el balanceo de recursos, utiliza Microsoft Project y detecta sobrecargas.
6. Reprograma actividades para optimizar recursos.
7. Evalúa costo vs tiempo vs recursos.
8. Registra la evidencia en el portafolio.
9. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software o simuladores.
- Apuntes de clase.

Unidad IV. Control del proyecto

Práctica 4: Control, supervisión y cierre de un proyecto

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Retoma el proyecto previamente realizado.
3. Seguimiento del proyecto, registra avances reales vs planeados en Microsoft Excel.
4. Desarrolla gráficas de control en Excel, gráfica de avance y gráfica de rendimiento.
5. Determina indicadores de desempeño, SPI(Schedule Performance Index) y CPI (Cost Performance Index).
6. Realiza la auditoría del proyecto, evalúa desviaciones en tiempo, costo y alcance.
7. Efectúa el cierre del proyecto, elabora informe final en Word y documenta lecciones aprendidas.
8. Registra la evidencia en el portafolio.
9. Participa en la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software o simuladores.
- Apuntes de clase.

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.

- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Interacción con comunidades o actores reales mediante plataformas virtuales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)

XI. 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%
- Reporte de taller	20%
- Portafolio de evidencias de prácticas de laboratorio	20%
- Proyecto integrador	40%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

Formación en Ingeniería Industrial o área afín; preferentemente con estudios de posgrado y al menos dos años de experiencia docente en educación superior. Debe contar con conocimientos en el área de desarrollo y administración de proyectos. Se valorará la experiencia profesional en entornos de manufactura de alta precisión y el manejo de herramientas especializadas para la gestión y mejora de sistemas productivos.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Diseño de Instalaciones Industriales
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 04 Horas Extra-clase: 02 Créditos:08
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Joel Jasso Morales José Luis González Vázquez
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es diseñar instalaciones industriales funcionales y eficientes mediante la aplicación de normas establecidas, métodos de localización y técnicas de distribución de planta, con el fin de optimizar recursos, procesos productivos y condiciones de seguridad y sustentables para un entorno industrial eficiente. El curso proporciona conocimientos, habilidades y herramientas necesarias para la planeación y organización estratégica de espacios productivos, contribuyendo a la toma de decisiones en el ámbito de la manufactura y fortaleciendo su desempeño profesional.

Se ubica en etapa terminal, es de carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar instalaciones industriales, con base en la aplicación de las normas establecidas, métodos de distribución y localización, para contribuir al desarrollo de naves industriales eficientes y sustentables, con creatividad, rigor metodológico y trabajo multidisciplinario.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Diseño o rediseño de la instalación de una empresa en operación, mediante la aplicación de normas vigentes, métodos de localización y técnicas de distribución de planta, con el propósito de optimizar la eficiencia operativa y promover la sostenibilidad ambiental. El proyecto deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Cumplimiento normativo: Incorporar las normas aplicables al sector o giro de la empresa.
- Eficiencia de la infraestructura: Proponer una distribución que mejore la funcionalidad y productividad de la instalación.
- Sustentabilidad ambiental: Integrar criterios de uso eficiente de recursos y reducción del impacto ambiental.
- Aplicación metodológica: Emplear métodos de localización y distribución de planta.

Productos a entregar:

- Diagnóstico breve de la instalación actual.
- Plano de distribución propuesto.
- Justificación técnica y normativa.
- Definir metas cuantificables. Estimación/valoración de mejoras en métricas de desempeño: productividad y seguridad

- Conclusiones y recomendaciones.
- Presentación ejecutiva del proyecto.

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

Diseñar, innovar, e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y de mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables con objetividad, creatividad y de trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Inclusión; Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Conceptos del diseño de instalaciones industriales y de servicios

Competencia

Analizar los fundamentos del diseño y rediseño de instalaciones industriales y de servicios, mediante la identificación de sus objetivos, estrategias y metodologías, para evaluar alternativas que permitan obtener diseños funcionales y eficientes, con actitud propositiva y trabajo en equipo.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Diagnóstico del desempeño de las instalaciones actuales, identificar áreas de oportunidad para mejorar su eficiencia y sustentabilidad.

Contenido

1.1. El diseño de instalaciones industriales y de servicios
1.2.Objetivos del diseño de instalaciones industriales
1.3. Relación con re-diseño de instalaciones
1.4. Objetivo y metas de las instalaciones industriales y de servicios (factores clave)
1.5. Estrategias y metodologías de diseño instalaciones industriales y de servicios
1.6. Valoración/evaluación diseño o re-diseño

Duración

06 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Garcia-Diaz, A., & Smith, J. M. (2024). *Facilities planning and design*. Springer Nature.

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12.ª ed.). McGraw-Hill. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2008). *NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo Condiciones de seguridad*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx [clásica]

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2008). *NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx [clásica]

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities planning* (4th ed.). John Wiley & Sons.[clásica]

Unidad II. Conceptualización de la distribución de planta

Competencia

Diseñar la distribución de planta mediante la aplicación de principios técnicos, normatividad vigente y herramientas digitales especializadas, para optimizar el flujo de operaciones en instalaciones industriales, con orden, pensamiento analítico y disciplina.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Elaboración de una propuesta de distribución que integre diagramas de relación, cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas y uso de software especializado.

Contenido

2.1. Principios básicos de la distribución en planta.
2.2. Revisión de normas aplicadas al diseño de instalaciones.
    2.2.1. Revisión de la norma oficial mexicana para, edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.
    2.2.2. Revisión de la norma oficial mexicana condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
2.3. Diagramas de relación.

2.4. Características de los procesos.
    2.4.1. Consideraciones sobre el volumen y variedad.
    2.4.2. Necesidad de mejorar la distribución
2.5. Ventajas y desventajas de cada tipo de distribución.
2.6. Programas computacionales para el diseño de distribución de planta (factorycad, factory flow, factory plan, flap)
2.7. Recursos y estrategias de la Industrial 4.0

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Garcia-Diaz, A., & Smith, J. M. (2024). *Facilities planning and design*. Springer Nature.

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (12.ª ed.). McGraw-Hill [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

AnyLogic Personal Learning Edition; www.anylogic.com

FlexSim Personal Learning Edition (PLE); www.flexsim.com

ProcessOn (online diagramming) www.processon.com

SolidWorks Design; www.solidworks.com

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities planning* (4th ed.). John Wiley & Sons. [clásica]

Unidad III. Técnicas del análisis de flujo

Competencia

Seleccionar equipos y sistemas de manejo de materiales mediante el análisis del flujo productivo y la aplicación de principios técnicos y cálculos de productividad, para optimizar la eficiencia operativa en instalaciones industriales, con responsabilidad y rigor metodológico.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Informe técnico de análisis de flujo: Selección y justificación del equipo de manejo de materiales para un proceso productivo, con base en diagramas de flujo.

Contenido

3.1. Objetivos del manejo de materiales.
3.2. Carga unitaria.
3.3. Principios del manejo de material.
3.4. Equipos de manejo de material.
    3.4.1. Transportadores.
    3.4.2. Grúas.
    3.4.3. Transporte.
3.5. Razones matemáticas de la productividad.

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Garcia-Diaz, A., & Smith, J. M. (2024). *Facilities planning and design*. Springer Nature.

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12.ª ed.). McGraw-Hill. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

AnyLogic Personal Learning Edition; www.anylogic.com

FlexSim Personal Learning Edition (PLE); www.flexsim.com

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2008). NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo—Condiciones de seguridad. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx [clásica]

ProcessOn (online diagramming) www.processon.com

SolidWorks Design; www.solidworks.com

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). Facilities planning (4th ed.). John Wiley & Sons. [clásica]

Unidad IV. Métricas de desempeño de instalaciones.

Competencia

Evaluar el desempeño de instalaciones industriales mediante la aplicación de métricas e indicadores de eficiencia, seguridad, flexibilidad y sustentabilidad, para optimizar su operación y contribuir al desarrollo de sistemas productivos competitivos y sostenibles, con pensamiento crítico y responsabilidad social.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Informe de evaluación del desempeño de una instalación: Análisis de indicadores clave, patrones de flujo, capacidad productiva y propuesta de mejora sustentable.

Contenido

4.1. Factores clave y métricas de desempeño.
4.2. Factor de integración
4.3. Patrones de flujo
4.4. Flexibilidad y versatilidad de instalaciones.
4.5. Uniformidad de áreas
4.6. Satisfacción y seguridad.
4.7. Sustentabilidad y capacidad productiva.

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Garcia-Diaz, A., & Smith, J. M. (2024). *Facilities planning and design*. Springer Nature.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

AnyLogic Personal Learning Edition; www.anylogic.com

FlexSim Personal Learning Edition (PLE); www.flexsim.com

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2008). NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo—Condiciones de seguridad. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx [clásica]

ProcessOn (online diagramming) www.processon.com

SolidWorks Design; www.solidworks.com

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). Facilities planning (4th ed.). John Wiley & Sons.[clásica]

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Conceptos del diseño de instalaciones industriales y de servicios

Práctica 1: Lectura e interpretación de planos de instalaciones

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de lectura e interpretación de planos de instalaciones industriales.
2. Identifica los criterios de evaluación relacionados con la simbología, y escalas, representados en los planos.
3. Analiza la distribución de áreas, flujos de proceso, rutas de circulación y ubicación de equipos en planos de instalaciones industriales.
4. Realiza recorrido en la instalación y compara con la información contenida en los planos.
5. Identifica diferencias, inconsistencias u omisiones entre los planos y las instalaciones.
6. Registra la evaluación en un reporte técnico de interpretación de planos.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Plano de una instalación industrial en formato impreso o digital (PDF).
- Computadora con acceso a internet.
- Visor de planos o software básico (SolidWorks, AutoCAD o equivalente).
- Regla o escalímetro.

- Calculadora.
- Guía de simbología y escalas.
- Plantilla de reporte proporcionada por el docente
- SolidWorks Design; www.solidworks.com
- ProcessOn (online diagramming) www.processon.io

Práctica 2: Valoración preliminar del rendimiento de las instalaciones

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica la secuencia de procesos de manufactura.
3. Identifica los flujos de materiales en los planos de las instalaciones
4. Implementa descripción de flujo de materiales en herramienta de software.
5. Analiza la distribución de áreas, flujos de proceso, rutas de circulación y ubicación de equipos en planos de instalaciones industriales.
6. Identifica áreas de oportunidad de mejora.
7. Elabora un reporte técnico de valoración del rendimiento de las instalaciones.
8. Integra la evaluación y recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Plano de una instalación industrial en formato impreso o digital (PDF).
- Computadora con acceso a internet.
- Visor de planos o software básico (SolidWorks, AutoCAD o equivalente).
- SolidWorks Design; www.solidworks.com
- ProcessOn (online diagramming) www.processon.io
- AnyLogic Personal Learning Edition; www.anylogic.com

Unidad II. Conceptualización de la distribución de planta

Práctica 3: Análisis del producto y la manufactura

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.

2. Identificar los elementos y procesos del diseño del producto sugerido por el instructor (lista de materiales).
3. Identifica las herramientas y materiales para la manufactura del producto.
4. Planea el proceso de manufactura del producto y describe en un diagrama.
5. Identifica requerimientos de equipos, espacios y tiempos.
6. Realiza valoración de procesos críticos y de valor.
7. Elabora un reporte técnico con los requerimientos de infraestructura.
8. Integra la evaluación y recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Lista de materiales y documentos de un producto (caso de estudio)
- Plano de una instalación industrial en formato impreso o digital (PDF).
- Computadora con acceso a internet.
- Visor de planos o software básico (SolidWorks, AutoCAD o equivalente).
- SolidWorks Design; www.solidworks.com
- FlexSim Personal Learning Edition (PLE); www.flexsim.com
- ProcessOn (online diagramming) www.processon.io
- AnyLogic Personal Learning Edition; www.anylogic.com

Práctica 4: Planeación del proceso y manejo de materiales

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Elabora diagrama de flujo de valor del proceso de manufactura en herramienta de software.
3. Elabora simulación en software del proceso y secuencia de manufactura.
4. Evalúa la selección de equipos, actividades y materiales de cada proceso en la manufactura.
5. Simula y evalúa la secuencia de los procesos de manufactura en herramienta de software.
6. Analiza y simula la aplicación de diferentes tipos de planeación de procesos en herramientas de software.
7. Identifica áreas de oportunidad de mejora.
8. Elabora reporte técnico de la planeación del proceso de manufactura y una evaluación de su desempeño..
9. Integra la evaluación y recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Plano de una instalación industrial en formato impreso o digital (PDF).
- Computadora con acceso a internet.
- Visor de planos o software básico (SolidWorks, AutoCAD o equivalente).
- SolidWorks Design; www.solidworks.com
- FlexSim Personal Learning Edition (PLE); www.flexsim.com
- ProcessOn (online diagramming) www.processon.io
- AnyLogic Personal Learning Edition; www.anylogic.com

Práctica 5: Diseño y distribución de instalaciones

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Analiza los procesos de manufactura en términos de área, afinidad, restricciones, flujo de materiales y relación entre actividades.
3. Diseña y organiza la distribución de espacios para el proceso de manufactura.
4. Evalúa el rendimiento y efectividad de las instalaciones propuestas.
5. Re-diseña la distribución de los equipos y procesos para su mejora.
6. Elabora un reporte técnico con diseño y evaluación de la distribución de equipos y procesos.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Plano de una instalación industrial en formato impreso o digital (PDF).
- Computadora con acceso a internet.
- Visor de planos o software básico (SolidWorks, AutoCAD o equivalente).
- SolidWorks Design; www.solidworks.com
- ProcessOn (online diagramming) www.processon.io
- AnyLogic Personal Learning Edition; www.anylogic.com

Unidad III. Técnicas del análisis de flujo

Práctica 6: Análisis de requerimientos: volúmen de producción

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Elabora diagramas de flujo, de cadenas, multi-columnas, From-To, de procesos del producto de estudio
3. Evalúa el desempeño a partir de las métricas relevantes en cada diagrama elaborado.
4. Identifica áreas de oportunidad y de mejora..
5. Re-diseña la distribución de los equipos y procesos para su mejora.
6. Elabora un reporte técnico con evaluación del desempeño del manejo de materiales.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Plano de una instalación industrial en formato impreso o digital (PDF).
- Computadora con acceso a internet.
- Visor de planos o software básico (SolidWorks, AutoCAD o equivalente).
- SolidWorks Design; www.solidworks.com
- ProcessOn (online diagramming) www.processon.io
- AnyLogic Personal Learning Edition; www.anylogic.com

Práctica 7: Equipos de manejo de materiales

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Documenta las capacidades de equipos de manejo de materiales (transportadores, grúas, transporte, otros).
3. Evalúa las capacidades del manejo de materiales en términos del volumen de producción requerido.
4. Elabora un reporte técnico con las capacidades de manejo de materiales, y las recomendaciones de cambio de equipos necesarios.
5. Integra la evaluación y recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Plano de una instalación industrial en formato impreso o digital (PDF).
- Computadora con acceso a internet.
- Calculadora.
- Guía de simbología y escalas.
- Visor de planos o software básico (SolidWorks, AutoCAD o equivalente).
- SolidWorks Design; www.solidworks.com
- ProcessOn (online diagramming) www.processon.io
- AnyLogic Personal Learning Edition; www.anylogic.com

Unidad IV. Métricas de desempeño de instalaciones

Práctica 8: Evaluación de desempeño

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Evalúa el desempeño de una instalación mediante análisis de indicadores clave, patrones de flujo, y otros aplicables.
3. Identifica áreas de oportunidad y de mejora.
4. Elabora un reporte técnico con evaluación del desempeño de las instalaciones y manejo de materiales.
5. Integra la evaluación y recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Plano de una instalación industrial en formato impreso o digital (PDF).
- Computadora con acceso a internet.
- Calculadora.
- Visor de planos o software básico (SolidWorks, AutoCAD o equivalente).
- SolidWorks Design; www.solidworks.com
- ProcessOn (online diagramming) www.processon.io
- AnyLogic Personal Learning Edition; www.anylogic.com

Práctica 9: Recomendaciones y Re-Diseño de Instalaciones

Duración

10 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Elabora una síntesis de las evaluaciones realizadas en las prácticas anteriores.
3. Identifica y prioriza oportunidades de mejora.
4. Formula un re-diseño de instalaciones y distribución de procesos y equipos.
5. Simula y evalúa el rendimiento de la propuesta de re-diseño.
6. Elabora un reporte técnico con evaluación general de las instalaciones actuales y un re-diseño con mejoras sustentadas en los resultados de la evaluación.
7. Integra la evaluación y recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Plano de una instalación industrial en formato impreso o digital (PDF).
- Computadora con acceso a internet.
- Visor de planos o software básico (SolidWorks, AutoCAD o equivalente).
- SolidWorks Design; www.solidworks.com
- ProcessOn (online diagramming) www.processon.io
- AnyLogic Personal Learning Edition; www.anylogic.com

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.

- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudiantado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Foros de discusión guiada
- Webinars interactivos con especialistas del sector
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores y software especializado)
- Evaluación formativa digital con retroalimentación continua

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (diagramas de flujo, layouts, mapas conceptuales e infografías)
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Participación activa en foros y videoconferencias
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Práctica reflexiva mediante portafolios digitales
- Participación en simulaciones digitales
- Trabajo de campo remoto o híbrido (levantamiento de información, entrevistas, encuestas y análisis de instalaciones)

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 taller	30%
- Diseño o rediseño de la instalación de una empresa	40%
Total	100%

XI. PERFIL DOCENTE

Formación en Ingeniería Industrial, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica o área afín; preferentemente con estudios de posgrado y al menos dos años de experiencia docente en educación superior. Debe contar con conocimientos en diseño de instalaciones industriales, distribución de planta, métodos de localización y normatividad aplicable al sector manufacturero. Se requiere que sea analítico, proactivo y colaborativo, con capacidad para orientar el desarrollo de proyectos de diseño eficientes y sustentables. Se valorará la experiencia profesional en el ámbito industrial y el manejo de software especializado para la elaboración de layouts.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Higiene y Seguridad Industrial
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Joel Jasso Morales Teresa Carrillo Gutiérrez Juan Irving Serrano Lemus
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Higiene y Seguridad Industrial tiene la finalidad de proporcionar los conocimientos orientados a la protección del trabajador y calidad laboral en la industria y en la protección del medio ambiente, permitiendo desarrollar metodologías de prevención, detección y corrección de los riesgos que puedan presentarse en el ambiente de trabajo industrial. Se imparte en la etapa terminal, con carácter de optativa, pertenece al área de área de conocimiento de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Gestionar las condiciones de higiene, seguridad y calidad laboral en sistemas industriales, mediante la aplicación de metodologías, técnicas y normatividad vigente, con el fin de fundamentar propuestas de intervención permitiendo prevenir y controlar riesgos que afecten la salud del trabajador, la seguridad operativa y el medio ambiente, con responsabilidad social, ética profesional, sentido humanista y compromiso con el bienestar integral de las personas.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elaboración y presentación de un proyecto de higiene y seguridad industrial, aplicado a un sistema productivo real o simulado, que incluya:

- Diagnóstico de las condiciones de seguridad, higiene y calidad laboral
- Identificación y evaluación de los riesgos (físicos, químicos, ergonómicos, etc.)
- Análisis del cumplimiento de la normatividad vigente (NOM-STPS, OSHA u otras aplicables)
- Propuesta de intervención para la prevención y control de riesgos
- Justificación técnica, económica y operativa de las soluciones planteadas
- Plan de implementación y seguimiento
- Reporte técnico estructurado
- Presentación oral de resultados

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

Establecer, implementar, mantener y mejorar sistemas integrales de gestión en apego a la normatividad nacional e internacional para garantizar la calidad de bienes en un marco de sustentabilidad, con objetividad, respeto y profesionalismo.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la responsabilidad social

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos de higiene y seguridad en entornos industriales y digitales

Competencia

Analizar los fundamentos de higiene y seguridad industrial en entornos tradicionales y digitales con base en el estudio de sus referentes teóricos e históricos para identificar la importancia del cuidado de la persona trabajadora que interviene y del medio ambiente con actitud crítica, responsabilidad y respeto por la seguridad humana.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte de análisis de fundamentos de higiene y seguridad en entornos tradicionales y digitales.

Contenido

1.1. Conceptos fundamentales de higiene y seguridad industrial
- 1.1.1. Seguridad industrial y salud ocupacional
- 1.1.2. Higiene industrial
- 1.1.3. Riesgo, peligro, incidente y accidente
- 1.1.4. Tipos de riesgos laborales (físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales)

1.2. Evolución de la seguridad industrial
- 1.2.1. Enfoque tradicional de la seguridad
- 1.2.2. Transición hacia Industria 4.0
- 1.2.3. Introducción a Industria 5.0

1.3. Industria 4.0 aplicada a la seguridad laboral
- 1.3.1. Digitalización de procesos industriales
- 1.3.2. Sistemas ciberfísicos y sensores inteligentes
- 1.3.3. Monitoreo en tiempo real

1.4. Conceptos clave de Industria 5.0
- 1.4.1. Enfoque centrado en el ser humano
- 1.4.2. Interacción humano-tecnología
- 1.4.3. Sustentabilidad y resiliencia

1.5. Prevención de riesgos en la era digital
- 1.5.1. Nuevos riesgos asociados a la digitalización
- 1.5.2. Dependencia tecnológica y toma de decisiones
- 1.5.3. Ética y seguridad en entornos automatizados

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

C. Cosner, C. (2023). Higiene industrial en las industrias farmacéutica y de atención sanitaria de consumo (1ª ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003273455

Leong, W. Y. (2025). *Liderando la transformación de los sistemas de seguridad - una hoja de ruta tecnológica para la Revolución Industrial 5.0*. 43–55. https://doi.org/10.1049/pbme028e_ch3

Martinetti, A., Demichela, M., & Singh, S. (Eds.). (2020). *Applications and Challenges of Maintenance and Safety Engineering in Industry 4.0*. IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3904-0 [Clásica].

Cavallari. (2024). Higiene industrial y el entorno físico de trabajo. En *Manual de psicología de la salud ocupacional* (pág. 709 pp). Washington, DC, EE.UU: Fisher, Gwenith G.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Cohrssen, B. (2024). Occupational health and safety management systems. En *Patty´s industrial hygiene* (pág. 408). San frnacisco, CA: Wiley.

Satapathy, S., Realyvásquez-Vargas, A., & Mishra, M. (2024). *Industry 4.0: A Way to Achieve Occupational Health and Safety*.

Le Coze, J.-C. (Ed.). (2023). *Safety in the Digital Age*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-25577-9

Christian, B. (2020). *The alignment problem: Machine learning and human values*. W. W. Norton & Company. [Clásica].

Nilsson, K. H., Matilla-Santander, N., Lee, M. K., Brulin, E., & Bodin, T. (2025). *Algorithmic management and occupational health: A comparative case study of organizational practices in logistics. Safety Science*, 176, 106579.

Unidad II. Análisis de riesgos y normatividad en entornos industriales digitales

Competencia

Analizar los riesgos laborales y el cumplimiento normativo en sistemas industriales, mediante la aplicación de metodologías de evaluación de riesgos y revisión de normatividad vigente para la identificación de condiciones inseguras y áreas de mejora en la seguridad laboral, con ética profesional, objetividad y compromiso con la protección del trabajador.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Diagnóstico de seguridad que incluya: Identificación y evaluación de riesgos, análisis de normatividad (NOM, NOM-035, OSHA) y resultados documentados.

Contenido

2.1. Marco normativo en seguridad e higiene
- 2.1.1. Normas Oficiales Mexicanas (NOM-STPS)
- 2.1.2. OSHA y normatividad internacional
- 2.1.3. Regulaciones en la industria de dispositivos médicos

2.2. Factores psicosociales en el trabajo
- 2.2.1. NOM-035-STPS
- 2.2.2. Estrés laboral en entornos digitalizados
- 2.2.3. Bienestar laboral y salud mental

2.3. Identificación de riesgos laborales
- 2.3.1. Metodologías de identificación de riesgos
- 2.3.2. Condiciones y actos inseguros
- 2.3.3. Mapas de riesgo

2.4. Evaluación de riesgos
- 2.4.1. Análisis de probabilidad y severidad
- 2.4.2. Matrices de riesgo
- 2.4.3. Métodos de evaluación (AST, AMFE, HAZOP)

2.5. Diagnóstico de seguridad en sistemas productivos
- 2.5.1. Auditorías de seguridad
- 2.5.2. Indicadores de seguridad
- 2.5.3. Análisis de cumplimiento normativo

Duración

15 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Alves, L. F. A., & Guimarães, C. de S. (2025). *Assessment of the risks of exposure to chemical agents in teaching, research and extension laboratories*. *Revista de Gestão Social e Ambiental (RGSA)*, 19(2), Article 119. https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n2-119

Martínez-Mejía, E. (2022). *Espectro de los factores psicosociales en el trabajo: Progresión desde los riesgos psicosociales hasta los protectores psicosociales. [CIENCIA ergo-sum Vol. 30]*.

Velásquez-Jiménez, L., Marrujo-Ingunza, C., Grados-Gamarra, J., et al. (2025). *Intervenciones ergonómicas para reducir riesgos en oficinas de investigación: Un estudio de caso.* Revista Lasallista de Investigación, 22(2), 18–36.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Aven, T. (2021). *Risk assessment: Theory, methods, and applications* (2nd ed.). Wiley. [Clásica].

Bedford, T., & Cooke, R. (2020). *Probabilistic risk analysis: Foundations and methods* (2nd ed.). Cambridge University Press. [Clásica].

Heinrich, J. (2020, June 9). *What is health and safety audit?* PlanRadar. https://www.planradar.com/health-and-safety-audit/ [Clásica].

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2023). *Leading indicators*. U.S. Department of Labor. https://www.osha.gov/leading-indicators

Unidad III. Evaluación de soluciones tecnológicas para la seguridad industrial

Competencia

Evaluar soluciones tecnológicas aplicadas a la seguridad industrial, mediante el análisis de automatización, robótica, inteligencia artificial y simulación digital, para determinar su efectividad en la reducción de riesgos laborales, con pensamiento crítico, criterio técnico y responsabilidad social.

Evidencia de aprendizaje

Informe de evaluación tecnológica que incluya:

- Análisis de tecnologías
- Impacto en seguridad
- Ventajas y limitaciones
- Consideraciones éticas

Contenido

3.1. Sensores de monitoreo en tiempo real
3.2. Drones para revisión de área peligrosas
3.3. Exoesqueletos y robótica para reducir esfuerzos físicos
3.4. Simulación con realidad virtual y aumentada
3.5 Automatización de área peligrosas en el entorno laboral

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Espitia Cubillos, A. A., & Jiménez Moreno, R. (2024). *Revisión sistemática de aplicaciones de robótica para atención de víctimas*. *Colombian Journal of Advanced Technologies / Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(44), 12–25.

Noguera Aguilar, J. F. (2024). *Digital imaging, virtual and augmented reality*. *Cirugía Española (English Edition)*, 102, S30–S35.

Castiblanco, R. P., & Pizzi, A. (2024). *Relación entre determinados usos de la inteligencia artificial y los riesgos psicosociales en entornos laborales europeos / Relationship between certain*

uses of artificial intelligence and psychosocial risk factors in European work environments. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 27(3), 233–249.

Camacho-Ramírez, A. (2025). *Medios tecnológicos y ciberacoso: Retos psicosociales en el teletrabajo. Estudios de Derecho*, 82(180), 7–28.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Patel, V., Chesmore, A., Legner, C. M., & Pandey, S. (2022). *Trends in workplace wearable technologies and connected-worker solutions for next-generation occupational safety, health, and productivity. arXiv*. https://arxiv.org/abs/2205.11740

Blanco-Novoa, O., Fernandez-Carames, T. M., Fraga-Lamas, P., & Vilar-Montesinos, M. (2024). *A practical evaluation of commercial industrial augmented reality systems in an Industry 4.0 shipyard. arXiv*. https://arxiv.org/abs/2402.00925

Fraga-Lamas, P., Fernandez-Carames, T. M., Blanco-Novoa, O., & Vilar-Montesinos, M. (2024). *A review on industrial augmented reality systems for Industry 4.0 shipyard*. https://arxiv.org/abs/2405.00010

Unidad IV. Diseño de estrategias integrales de higiene y seguridad en Industria 5.0

Competencia

Diseñar estrategias de higiene y seguridad industrial en sistemas productivos, mediante la integración de normatividad, evaluación de riesgos, tecnologías emergentes y enfoques de Industria 5.0 centrados en el ser humano, para mejorar la salud, seguridad y calidad laboral en entornos de manufactura avanzada con responsabilidad social, ética profesional y compromiso con el bienestar integral de las personas.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Diseño de estrategias de higiene y seguridad industrial

Contenido

4.1. Integración de sistemas de seguridad industrial
  4.1.1. Sistemas de gestión de seguridad (ISO 45001)
  4.1.2. Integración con sistemas digitales
  4.1.3. Seguridad en entornos de manufactura avanzada
4.2. Diseño de estrategias de prevención de riesgos
  4.2.1. Enfoque preventivo vs correctivo
  4.2.2. Diseño de planes de intervención
  4.2.3. Control y mitigación de riesgos
4.3. Gestión digital de seguridad y salud laboral
  4.3.1. Plataformas digitales de PRL
  4.3.2. Aplicaciones móviles para seguridad
  4.3.3. Monitoreo y seguimiento en tiempo real
4.4. Industria 5.0 y enfoque centrado en el humano
  4.4.1. Equilibrio humano-tecnología
  4.4.2. Cultura de seguridad
  4.4.3. Bienestar integral del trabajador
4.5. Diseño del proyecto integral de seguridad industrial
  4.5.1. Diagnóstico del sistema
  4.5.2. Evaluación de riesgos
  4.5.3. Integración de soluciones tecnológicas
  4.5.4. Cumplimiento normativo
  4.5.5. Plan de implementación y mejora continua

Duración

15 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Hollnagel, E. (2021). *Safety-II in practice: Developing the resilience potentials.* Routledge. [clásica].

European Agency for Safety and Health at Work. (2022). Digitalisation and occupational safety and health. EU-OSHA. https://osha.europa.eu

Ramírez Zavala, M. R. (2024). *Herramienta para identificar los factores de la efectividad de equipos de trabajo en el desarrollo de proyectos de mejora continua dentro de la industria*

manufacturera [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California]. Catálogo Cimarrón.

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

European Commission. (2021). *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. https://ec.europa.eu [clásica].

Kerzner, H. (2022). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (13th ed.). Wiley.

Romero, Z., M. Á., & Osorio, J. (2025). Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva. *Innovaciones de negocios*, *22*(44), 71-96. http://eprints.uanl.mx/31059/1/3.pdf

Gao, Q., Wang, Y., & Song, H. (2021). *Applications of mobile health technologies in occupational safety*. *Safety Science*, 139, 105254. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105254 [clásica].

European Commission. (2021). *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. [clásica].

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos de higiene y seguridad en entornos industriales y digitales

Práctica 1: Identificación de riesgos en entornos industriales

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes

2. Analiza casos de estudio industrial (preferentes dispositivos médicos).
3. Identifica tipos de riesgos presentes.
4. Clasifica los riesgos por categoría.
5. Documenta resultados en formato estructurado.
6. Recibe evaluación y retroalimentación

Recursos de apoyo

- Casos de estudio
- Plantilla de identificación de riesgos
- Computadora
- Plataforma digital

Práctica 2: Análisis de la evolución de la seguridad industrial

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes
2. Investigar características de Industria 4.0 y 5.0.
3. Comparar con modelos tradicionales de seguridad.
4. Elabora cuadro comparativo.
5. Presenta conclusiones en equipo.
6. Recibe evaluación y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Artículos académicos
- Videos técnicos
- Software de presentación
- Internet

Unidad II. Análisis de riesgos y normatividad en entornos industriales digitales

Práctica 3: Evaluación de riesgos mediante matriz

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes.
2. Selecciona proceso industrial.
3. Identifica peligros asociados.
4. Aplica matriz de riesgo (probabilidad-impacto).
5. Determinar el nivel de riesgo.
6. Recibe evaluación y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Plantilla de matriz de riesgos
- Excel
- Casos de estudio
- Normatividad NOM

Práctica 4: Análisis de cumplimiento normativo

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes
2. Revisa normativa aplicable (NOM-STPS, NOM-035).
3. Compara con las condiciones del caso de estudio.
4. Identifica incumplimientos.
5. Documenta hallazgos.
6. Recibe evaluación y retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Normas oficiales
- Checklists
- Computadora
- Plataforma institucional

Unidad III. Evaluación de soluciones tecnológicas para la seguridad industrial

Práctica 5: Evaluación de tecnologías de seguridad

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes
2. Investiga tecnologías (IA, robótica, VR, exoesqueletos).
3. Analiza aplicación en industria.
4. Evalúa beneficios y limitaciones.
5. Presenta resultados.
6. Recibe evaluación y retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Artículos técnicos
- Videos industriales
- Software de presentación
- Internet

Práctica 6: Simulación de riesgos mediante herramientas digitales

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes
2. Selecciona escenario de riesgo.
3. Utiliza simulador o software.
4. Analiza el comportamiento del sistema.
5. Documenta resultados.

Recursos de apoyo

- Software de simulación
- Videos VR/AR
- Computadora
- Plataforma digital

Unidad IV. Diseño de estrategias integrales de higiene y seguridad en Industria 5.0

Práctica 7: Diseño de propuesta de mejora en seguridad

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes
2. Analiza el diagnóstico previo.
3. Identifica oportunidades de mejora.
4. Diseña una solución integral de higiene y seguridad en industria 5.0.
5. Justifica técnica y económicamente.

Recursos de apoyo

- Reportes previos
- Plantillas de proyecto
- Computadora
- Normatividad

Práctica 8: Presentación de estrategia integral

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes
2. En equipo integra resultados del proyecto.
3. Diseña una presentación profesional.
4. Expone propuesta.
5. Recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- PowerPoint / Canva
- Proyector
- Rúbrica de evaluación
- Computadora

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudianteado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados en ambientes virtuales. Deben considerar si la interacción es síncrona y/o asíncrona, el uso de recursos digitales y la autonomía del estudiante.

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Aprendizaje por retos en plataformas virtuales
- Microaprendizaje (microlearning)
- Clase invertida (flipped classroom)

- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Aprendizaje servicio en línea (proyectos virtuales con comunidades)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para adquirir, organizar, comprender y aplicar el conocimiento en entornos digitales. Estas estrategias deben fomentar la autonomía, la autorregulación y el pensamiento crítico en medios virtuales.

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Práctica reflexiva mediante blogs, portafolios o diarios digitales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)
- Trabajo de campo remoto o híbrido (entrevistas, encuestas, observación virtual)

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	10%
- Prácticas taller	20%
- Análisis de higiene y seguridad	10%
- Diagnóstico de seguridad	10%

- Informe de evaluación tecnológica 10%
- Diseño de estrategias 15%
- Proyecto integral de higiene y seguridad industrial 25%

Total 100%

XI. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Ingeniería Industrial, Mecánica, Eléctrica, o área afín. Preferentemente con alta especialización en Seguridad e Higiene en el ámbito industrial y experiencia docente. Ser una persona responsable, ética, comunicativa y con capacidad de adaptación.

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana
Programa educativo:	Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos
Plan de Estudios:	2027-6
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Fundamentos Básicos de Moldeo
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 01 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapa de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno.
Modalidad de impartición:	Semi-presencial
Equipo de diseño:	Ricardo López Zavala Mydory Oyuky Nakasima López Karla Frida Madrigal Estrada Sukey Sayonara Nakasima López
Subdirección que aprueba el PUA:	Kenia Palomino Vizcaino
Fecha:	09 de diciembre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje de Fundamentos Básicos de Moldeo es brindar las bases para el análisis y optimización de procesos de manufactura de moldeo de dispositivos médicos basados en materiales poliméricos. Su utilidad reside en que permite al estudiantado adquirir habilidades para identificar, clasificar y comparar las propiedades físicas, mecánicas y de biocompatibilidad de los materiales poliméricos, así como reconocer los principales procesos de moldeo y la importancia de la identificación y evaluación de parámetros operativos. De manera transversal permite desarrollar el pensamiento crítico, responsabilidad, actitud para el trabajo colaborativo y el cumplimiento normativo. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Manufactura.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar y optimizar los procesos de manufactura de moldeo de dispositivos médicos basados en materiales poliméricos, mediante la identificación, clasificación y comparación de sus propiedades físicas, mecánicas y de biocompatibilidad, así como el reconocimiento de los principales procesos de moldeo de plásticos con énfasis en el moldeo por inyección, evaluando la influencia de los parámetros operativos en la calidad del producto, el análisis de defectos, la aplicación de herramientas de control de calidad y validación IQ, OQ, PQ, para implementar estrategias de mejora continua orientadas a la reducción de variabilidad y cumplimiento normativo, con pensamiento crítico, rigor técnico, responsabilidad y enfoque en la mejora continua.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Proyecto de análisis y optimización de procesos de manufactura de moldeo de dispositivos médicos basados en materiales poliméricos en el cual propone la implementación de estrategias de mejora continua orientadas a la reducción de variabilidad y cumplimiento normativo.

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

Diseñar, analizar, evaluar e implementar procesos productivos mediante la integración de automatización, tecnologías emergentes, herramientas de ingeniería industrial y mejora continua, con el fin de optimizar el uso de recursos, incrementar la productividad y consolidar operaciones sustentables. Con objetividad, creatividad y trabajo multidisciplinario.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Equidad Social y de Género; Inclusión; Excelencia; Vanguardia; Innovación Social e Interculturalidad.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Materiales poliméricos y fundamentos del moldeo de plásticos

Competencia

Analizar los materiales poliméricos utilizados en dispositivos médicos, mediante su identificación, clasificación y comparación a partir de su origen, estructura, propiedades físicas, mecánicas y biocompatibilidad, así como el reconocimiento de los principales procesos de moldeo de plásticos, para comprender su aplicación en el sector salud, con actitud reflexiva y crítica.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Cuadro comparativo de polímeros médicos: Documento que identifique, clasifique y compare los principales polímeros utilizados en dispositivos médicos, considerando su origen, estructura, propiedades físicas, mecánicas y nivel de biocompatibilidad, así como el reconocimiento de los principales procesos de moldeo de plásticos con conclusiones fundamentadas sobre su aplicación en el sector salud.

Contenido

1.1. Materiales poliméricos en dispositivos médicos
    1.1.1. Clasificación de polímeros
1.2. Propiedades de los polímeros
    1.2.1. Propiedades mecánicas, térmicas y reológicas
    1.2.2. Selección de materiales para dispositivos médicos
    1.2.3. Biocompatibilidad
1.3. Introducción a procesos de moldeo
    1.3.1. Descripción general de procesos de moldeo de plásticos
        1.3.1.1. Inyección
        1.3.1.2. Extrusión
        1.3.1.3. Soplado
        1.3.1.4. Termoformado
        1.3.1.5. Rotomoldeo
    1.3.2. Aplicaciones de los procesos de moldeo en dispositivos médicos

Duración

08 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2020). *Materials science and engineering: An introduction* (10th ed.). John Wiley & Sons. [clásica]

Molina, A., Ponce, P., Miranda, J., & Cortés, D. (2021). *Enabling systems for intelligent manufacturing in Industry 4.0: Sensing, smart and sustainable systems for the design of S3 products, processes, manufacturing systems, and enterprise*s. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65547-1 [clásica]

Rosato, D. V., Rosato, D. V., & Rosato, M. G. (2000). I*njection molding handbook* (3rd ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4597-2 [clásica]

Smith, W. F., & Hashemi, J. (2019). *Foundations of materials science and engineering* (6th ed.). McGraw-Hill Education. [clásica]

Wagner, W. R., Sakiyama-Elbert, S. E., Zhang, G., & Yaszemski, M. J. (Eds.). (2020). *Biomaterials science: An introduction to materials in medicine* (4th ed.). Academic Press. [clásica]

Unidad II. Moldeo por inyección y parámetros de proceso

Competencia

Analizar el proceso de moldeo por inyección y la influencia de sus principales parámetros operativos en la calidad del producto, mediante la representación del proceso, la identificación de sus etapas, el análisis de defectos asociados y la elaboración de una matriz de variables críticas del proceso, con el propósito de comprender el control y la optimización del proceso productivo en la manufactura de piezas plásticas, con pensamiento crítico, rigor técnico, responsabilidad y enfoque en la mejora continua.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Análisis técnico de parámetros de proceso en moldeo por inyección: Documento técnico en el que se represente y analice el proceso de moldeo por inyección, identificando sus principales etapas (cierre del molde, inyección, compactación, enfriamiento y expulsión) y evaluando la influencia de los parámetros operativos en la calidad de la pieza producida. El análisis deberá incluir la identificación de defectos comunes asociados a variaciones en los parámetros del proceso, así como la elaboración de una matriz de variables críticas del proceso (CPP) que relacione variables como temperatura de proceso, presión de inyección, tiempo de ciclo y secado de resina con la estabilidad del proceso y la calidad del producto final, integrando conclusiones técnicas y propuestas de control o mejora.

Contenido

2.1. Moldeo por inyección
    2.1.1. Principios del moldeo por inyección
2.2. Etapas del proceso
2.3. Principales parámetros operativos
    2.3.1. Temperatura de proceso
2.3.2. Presión de inyección
2.3.3. Tiempo de ciclo
2.3.4. Control del ciclo
2.3.5. Variables críticas del proceso (CPP)
2.3.6. Introducción a secado de resina

Duración

10 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Enríquez Harper, G. (2000). *El ABC de la instrumentación en el control de procesos industriales*. Limusa. [clásica]

García Moreno, E. (2001). *Automatización de procesos industriales*. Alfaomega. [clásica]

Hansen, G. A. (1998). *Automatización: Reingeniería en los procesos de negocios a través de la simulación* (C. V. de Parres C., Trad.). Prentice Hall Hispanoamericana. [clásica]

Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). *Administración de operaciones: Procesos y cadena de suministro* (10.ª ed.). Pearson Educación. [clásica]

Monsalvo Vázquez, R., Miranda Pascual, M. G., Romero Sánchez, M. R., & Muñoz Pérez, G. (2009). *Balance de materia y energía: Procesos industriales*. Grupo Editorial Patria. [clásica]

Rodríguez Caballero, M. (1986). *Aplicaciones en ingeniería de métodos modernos de planeación, programación y control de procesos productivos*. Limusa. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Ferdouse, S., Mozumdar, F. A., & Hu, Z. (2025). *Effects of Injection Molding Process Parameters on Quality of Discontinuous Glass Fiber-Reinforced Polymer Car Fender by Computer Modeling*. *Journal of Composites Science, 9*(11), 589. https://doi.org/10.3390/jcs9110589

Munshi, G. A., & Kulkarni, V. M. (2025). *A comprehensive study on restoring properties in expired/aged ABS materials: Advanced techniques, additive integration and challenges for sustainable industrial reuse and manufacturing*. *Journal of Materials Science: Materials in Engineering, 20*, 48. https://doi.org/10.1186/s40712-025-00260-5

Nahvi, S., Schumann, M., Dix, M., & Klimant, P. (2024). *Intelligent parameter determination and quality control of an injection molding process*. *Procedia CIRP, 126*, 721–726. https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.08.297

Hertz, R. A., Therkelsen, O., Kristiansen, S., Christensen, J. K., Hansson, F. A., & Schmidt, L. (2024). *Cycle-Based Control of Injection Moulding Process in Presence of Material Dual*

Sourcing Using Mass Feedback. *Polymers, 16*(13), 1808. https://doi.org/10.3390/polym16131808

Párizs, R. D., & Török, D. (2024). *How to use prior knowledge for injection molding in industry 4.0*. *Results in Engineering, 23*, 102667. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102667

Höftberger, T., Zitzenbacher, G., & Burgstaller, C. (2024). *Influence of Processing Parameters in Injection Molding on the Properties of Short Carbon and Glass Fiber Reinforced Polypropylene Composites*. *Polymers, 16*(19), 2745. https://doi.org/10.3390/polym16192745

Li, J., Zhao, C., Jia, F., Li, S., Ma, S., & Liang, J. (2023). *Optimization of injection molding process parameters for the lining of IV hydrogen storage cylinder*. *Scientific Reports, 13*, 665. https://doi.org/10.1038/s41598-023-27848-1

Unidad III. Calidad, defectos y regulación en moldeo médico

Competencia

Analizar los procesos de control de calidad y validación en el moldeo de plásticos para dispositivos médicos, mediante la identificación de defectos, aplicación de herramientas de análisis de causa raíz y estructuración de protocolos de validación IQ, OQ, PQ, para asegurar la calidad del producto y el cumplimiento normativo, con enfoque crítico y orientado a la mejora continua, actitud reflexiva y crítica.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Reporte técnico de validación de proceso: Documento que integre el análisis de defectos en moldeo, la aplicación de herramientas de causa raíz y la propuesta de un esquema de validación (IQ, OQ, PQ), incluyendo variables críticas del proceso y criterios de aceptación, con conclusiones fundamentadas sobre su impacto en la calidad del dispositivo médico.

Contenido

3.1. Sistemas de calidad en dispositivos médicos

3.3.1. Introducción a ISO 13485

3.3.2. Buenas prácticas de manufactura (GMP)
3.3.3. Trazabilidad
3.3.4. Validación de procesos (IQ, OQ, PQ)
3.3.5. Documentación del proceso

3.2. Defectos en moldeo
3.2.1. Rebabas
3.2.2. Hundimientos
3.2.3. Deformaciones

3.3. Herramientas de control
3.3.1. Control estadístico básico
3.3.2. Análisis de causa raíz

Duración

15 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Alexander Servat, A. G. (1999). *Manual para documentar sistemas de calidad*. Prentice Hall Hispanoamericana. [clásica]

Folgar, O. F. (2000). *GMP-HACCP: Buenas prácticas de manufactura, análisis de peligros y control de puntos críticos*. Ediciones Macchi. [clásica]

González González, C. (1999). *ISO 9000, QS-9000, ISO 14000: Normas internacionales de administración de calidad, sistemas de calidad y sistemas ambientales*. McGraw-Hill. [clásica]

Hoyle, D. (1996). *ISO 9000: Manual de sistemas de calidad* (3.ª ed.). Paraninfo. [clásica]

Soto Nogueira, L. (2010). *Introducción a los sistemas de calidad: Manual de clase*. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Amaral, C., Paiva, M., Rodrigues, A. R., Veiga, F., & Bell, V. (2024). Global regulatory challenges for medical devices: Impact on innovation and market access. *Applied Sciences, 14*(20), 9304. https://doi.org/10.3390/app14209304

Lagerburg, V., van den Boorn, M., Crane, R. F., Welvaars, K., & Groen, J. M. (2025). Applying and validating a quality management system for in-house developed medical software. *Frontiers in Digital Health, 7*, 1461107. https://doi.org/10.3389/fdgth.2025.1461107

Gim, J., & Turng, L.-S. (2022). A review of current advancements in high surface quality injection molding: Measurement, influencing factors, prediction, and control. *Polymer Testing, 111*, 107718. https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2022.107718

Párizs, R. D., & Török, D. (2024). How to use prior knowledge for injection molding in industry 4.0. *Results in Engineering, 23*, 102667. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102667

Pietsch, D., Matthes, M., Wieland, U., Ihlenfeldt, S., & Munkelt, T. (2024). Root cause analysis in industrial manufacturing: A scoping review of current research, challenges and the promises of AI-driven approaches. *Journal of Manufacturing and Materials Processing, 8*(6), 277. https://doi.org/10.3390/jmmp8060277

Unidad IV. Optimización y mejora del proceso de moldeo

Competencia

Optimizar procesos de moldeo en la manufactura de componentes para dispositivos médicos, mediante el ajuste de parámetros operativos, la reducción de scrap y la aplicación de estrategias de mejora continua orientadas a la productividad, apoyándose en herramientas digitales de análisis y simulación, con la finalidad de mejorar la eficiencia del proceso, reducir la variabilidad y asegurar el cumplimiento de estándares de calidad y normativas de manufactura, con pensamiento crítico, rigor técnico y enfoque en la mejora continua.

Evidencia de aprendizaje de la unidad

Proyecto de optimización del proceso de moldeo: Documento técnico que integre el análisis de parámetros operativos, estrategias de reducción de scrap, propuestas de mejora continua y uso básico de herramientas digitales de simulación y análisis, orientado a incrementar la productividad y eficiencia de un proceso de moldeo, con conclusiones y recomendaciones fundamentadas.

Contenido

4.1. Optimización de procesos
- 4.1.1. Ajuste de parámetros
- 4.1.2. Reducción de scrap

4.2. Mejora continua
- 4.2.1. Mejora de productividad

4.3. Introducción a herramientas digitales
- 4.3.1. Introducción a simulación (limitada, según documento)
- 4.3.2. Desarrollo de proceso (SIM) *(añadido por industria)*
- 4.3.3. Introducción a software de análisis
  - 4.3.3.1. Minitab
  - 4.3.3.2. Autodesk Moldflow
  - 4.3.3.3. Solidworks

Duración

15 horas

Referencias y recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Lesur, L. (Coord.). (2011). *Manual de moldeo de plásticos: Una guía paso a paso* (Vols. 1–2). Trillas. [clásica]

Mathews, P. G. (2004). *Design of experiments with MINITAB*. ASQ Quality Press. [clásica]

Rosato, D. V., Rosato, D. V., & Rosato, M. G. (Eds.). (2000). *Injection molding handbook* (3rd ed.). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4597-2 [clásica]

Salafranca Cosialls, L., Sierra Vázquez, V., Núñez Fernández, M. I., & Solanas Pérez, A. (2005). *Análisis estadístico mediante aplicaciones informáticas: SPSS, Statgraphics, Minitab y Excel*. Universitat de Barcelona.

Zhou, H. (Ed.). (2013). *Computer modeling for injection molding: Simulation, optimization, and control*. Wiley. https://doi.org/10.1002/9781118444887 [clásica]

Referencias y recursos de acceso libre o complementarios externos

Saha, U., & Mokhtar, W. (2025). Quality Improvement of Polycarbonate Medical Device by Moldex3D and Taguchi DOE. *Journal of Manufacturing and Materials Processing, 9*(1), 16. https://doi.org/10.3390/jmmp9010016

O'Leary, T., Mulyana, R., & Castro, J. M. (2025). Utilizing Simulation Software to Develop Injection Molding Process Windows with High-Impact Polystyrene. *Polymers, 17*(6), 718. https://doi.org/10.3390/polym17060718

Clark, R., Rochman, A., Refalo, P., Farrugia, P., & Vella, P. (2024). Towards sustainable injection moulding using 3D printed conformal cooling channels: a comparative simulation study. *Progress in Additive Manufacturing, 9,* 1341–1352. https://doi.org/10.1007/s40964-024-00609-w

Chen, J., Cui, Y., Liu, Y., & Cui, J. (2023). Design and Parametric Optimization of the Injection Molding Process Using Statistical Analysis and Numerical Simulation. Processes, 11(2), 414. https://doi.org/10.3390/pr11020414

Trish, A., Elhrari, W., Etmimi, H., & Klash, A. (2022). Analysis of variance of injection moulding process parameters and clay particles size effects on impact strength, shrinkage and warpage of polyethylene/kaolin clay composites. *Journal of Engineering and Applied Science*, 69, 112. https://doi.org/10.1186/s44147-022-00166-5

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Materiales poliméricos y fundamentos del moldeo de plásticos

Práctica 1: Selección de material polimérico para dispositivo médico

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación para la selección de materiales poliméricos en dispositivos médicos.
3. Analiza el caso de estudio de una empresa del sector de dispositivos médicos que fabricará una jeringa desechable mediante moldeo por inyección.
4. Identifica los requerimientos funcionales del producto (resistencia mecánica, transparencia, esterilización, seguridad del paciente, entre otros).
5. Analiza las propiedades de distintos materiales poliméricos candidatos (por ejemplo: polipropileno, polietileno, policarbonato) mediante el uso de fichas técnicas (datasheets).
6. Compara las propiedades de los materiales seleccionados considerando criterios como resistencia, temperatura de procesamiento, biocompatibilidad y costo.
7. Selecciona el material más adecuado para la fabricación de la jeringa y justifica la decisión con base en criterios técnicos.
8. Identifica logros y áreas de mejora en el proceso de selección de materiales.
9. Propone ajustes en la selección del material considerando posibles condiciones de manufactura y uso final del producto.
10. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un reporte técnico que incluya el análisis comparativo de materiales, la justificación de la selección y referencias en formato APA.
11. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Fichas técnicas de materiales poliméricos (PP, PE, PC)
- Catálogos de proveedores de resinas
- Normativas básicas de materiales para dispositivos médicos

Unidad II. Moldeo por inyección y parámetros de proceso

Práctica 2: Definición de parámetros del proceso de moldeo por inyección

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación para la definición de parámetros del proceso de moldeo por inyección en dispositivos médicos.
3. Retoma el caso de estudio de la empresa fabricante de jeringas desechables y el material previamente seleccionado en la práctica anterior.
4. Analiza las propiedades del material seleccionado (temperatura de fusión, viscosidad, sensibilidad a la humedad, entre otras) para su procesamiento mediante moldeo por inyección.
5. Identifica los parámetros principales del proceso de inyección (temperatura de cilindro, temperatura de molde, presión de inyección, tiempo de enfriamiento y tiempo de ciclo).
6. Define un rango adecuado de operación para cada parámetro del proceso con base en las características del material y del producto.
7. Relaciona los parámetros definidos con su efecto en la calidad del producto (llenado, contracción, deformaciones, defectos potenciales).
8. Identifica las variables críticas del proceso (CPP) que deben ser controladas para asegurar la calidad del dispositivo médico.
9. Identifica logros y áreas de mejora en la definición de parámetros del proceso.
10. Propone ajustes en los parámetros del proceso para optimizar la calidad del producto y la eficiencia del ciclo de moldeo.
11. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un reporte técnico que incluya la definición de parámetros, justificación técnica y relación con la calidad del producto, incorporando referencias en formato APA.
12. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Fichas técnicas del material seleccionado (por ejemplo: polipropileno)
- Guías de procesamiento de moldeo por inyección
- Manuales técnicos de máquinas de inyección

Práctica 3: Identificación de defectos y análisis de causa raíz en moldeo por inyección

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación para el análisis de defectos en procesos de moldeo por inyección.
3. Retoma el caso de estudio de la empresa fabricante de jeringas desechables, el material seleccionado y los parámetros definidos en la práctica anterior.
4. Analiza un escenario donde el proceso de moldeo presenta defectos en el producto terminado (rebabas, hundimientos, burbujas o deformaciones).
5. Identifica el tipo de defecto presente en la pieza moldeada y describe sus características.
6. Relaciona el defecto identificado con posibles causas asociadas a los parámetros del proceso (temperatura, presión, tiempo de enfriamiento, humedad del material, entre otros).
7. Aplica una herramienta de análisis de causa raíz (diagrama de Ishikawa o técnica de los 5 porqués) para determinar el origen del problema.
8. Evalúa el impacto del defecto en la calidad del dispositivo médico, considerando funcionalidad y cumplimiento de requisitos.
9. Identifica logros y áreas de mejora en el análisis del defecto y su causa raíz.
10. Propone acciones correctivas y ajustes en los parámetros del proceso para eliminar o reducir el defecto identificado.
11. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un reporte técnico que incluya la identificación del defecto, análisis de causa raíz, propuesta de solución y referencias en formato APA.
12. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Imágenes o muestras de defectos en moldeo por inyección
- Guías técnicas de defectos en plásticos
- Herramientas de calidad (Ishikawa, 5 porqués)

Unidad III. Calidad, defectos y regulación en moldeo médico

Práctica 4: Validación del proceso de moldeo por inyección (IQ, OQ, PQ)

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación para la validación de procesos en la fabricación de dispositivos médicos.
3. Retoma el caso de estudio de la empresa fabricante de jeringas desechables, considerando el material seleccionado, los parámetros definidos y los ajustes realizados en prácticas anteriores.
4. Analiza la importancia de la validación del proceso de moldeo por inyección para garantizar la calidad y seguridad del dispositivo médico.
5. Describe las etapas de validación del proceso: Instalación (IQ), Operación (OQ) y Desempeño (PQ).
6. Define los elementos necesarios para la validación de instalación (IQ), considerando equipo, condiciones de operación y documentación requerida.
7. Establece las condiciones de prueba para la validación de operación (OQ), incluyendo rangos de parámetros críticos del proceso.
8. Determina los criterios de aceptación para la validación de desempeño (PQ), considerando la consistencia y calidad del producto.
9. Relaciona las variables críticas del proceso (CPP) con los atributos críticos de calidad (CQA) del producto.
10. Identifica logros y áreas de mejora en la propuesta de validación del proceso.
11. Propone ajustes en el plan de validación para asegurar el cumplimiento de requisitos de calidad y normatividad aplicable.
12. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un reporte técnico que incluya el esquema de validación (IQ, OQ, PQ), criterios de aceptación y justificación técnica, incorporando referencias en formato APA.
13. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Guías de validación de procesos en dispositivos médicos
- Documentos de sistemas de calidad (ej. ISO 13485)
- Ejemplos de protocolos IQ, OQ, PQ

Unidad IV. Optimización y mejora del proceso de moldeo

Práctica 5: Optimización del proceso y reducción de scrap

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Identifica los criterios de evaluación para la optimización de procesos de moldeo por inyección en dispositivos médicos.
3. Retoma el caso de estudio de la empresa fabricante de jeringas desechables, considerando el material seleccionado, los parámetros definidos, los defectos identificados y el esquema de validación propuesto en prácticas anteriores.
4. Analiza el desempeño actual del proceso de moldeo, considerando indicadores como generación de scrap, tiempos de ciclo y calidad del producto.
5. Identifica oportunidades de mejora en el proceso relacionadas con parámetros de operación, eficiencia y reducción de defectos.
6. Evalúa el efecto de ajustes en los parámetros del proceso (temperatura, presión, tiempo de enfriamiento, entre otros) sobre la calidad del producto y la productividad.
7. Aplica herramientas básicas de análisis de datos para la toma de decisiones (tablas comparativas, tendencias o uso introductorio de software como Minitab).
8. Relaciona las mejoras propuestas con la reducción de scrap y la optimización del proceso productivo.
9. Identifica logros y áreas de mejora en la optimización del proceso.
10. Propone estrategias de mejora continua que contribuyan a la eficiencia del proceso y al cumplimiento de estándares de calidad en dispositivos médicos.
11. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un reporte técnico que incluya el análisis del proceso, propuestas de optimización, impacto en la reducción de scrap y referencias en formato APA.
12. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Datos simulados o históricos de producción (scrap, tiempos de ciclo)
- Herramientas básicas de análisis estadístico
- Casos de mejora continua en procesos de manufactura

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad II. Moldeo por inyección y parámetros de proceso

Práctica 1: Configuración y validación de parámetros operativos en el moldeo por inyección de un producto

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica los criterios de evaluación para la configuración y validación de parámetros del proceso de moldeo por inyección en dispositivos médicos.
3. Retoma el caso de estudio previamente trabajado de la empresa fabricante de dispositivos médicos y considera el material seleccionado en la práctica anterior para el producto que se esté fabricando en ese momento.
4. Verifica las condiciones de seguridad del laboratorio, el estado general de la máquina de inyección y el uso correcto del equipo de protección personal.
5. Revisa las propiedades del material seleccionado para su procesamiento, considerando:
    a. Temperatura de fusión.
    b. Fluidez o viscosidad.
    c. Sensibilidad a la humedad.
    d. Contracción esperada.
    e. Recomendaciones del fabricante.
6. Prepara la materia prima conforme a sus requerimientos técnicos, incluyendo secado previo cuando aplique.
7. Identifica en la máquina de inyección los parámetros principales de operación:
    a. Temperatura de cilindro.
    b. Temperatura de boquilla.
    c. Temperatura de molde.
    d. Presión de inyección.
    e. Velocidad de inyección.
    f. Tiempo de sostenimiento.
    g. Tiempo de enfriamiento.
    h. Tiempo de ciclo.
8. Configura valores iniciales dentro de un rango adecuado de operación con base en las características del material y del producto.

9. Realiza una primera corrida de producción con piezas de prueba para verificar el comportamiento del proceso.
10. Inspecciona las piezas obtenidas y registra indicadores de calidad como:
    a. Llenado completo del molde.
    b. Acabado superficial.
    c. Presencia de rebabas.
    d. Hundimientos.
    e. Deformaciones.
    f. Dimensiones críticas.
11. Relaciona el comportamiento de la pieza con los parámetros establecidos y analiza su efecto sobre la calidad del producto final.
12. Identifica las variables críticas del proceso (CPP) que requieren mayor control para asegurar la calidad del dispositivo médico.
13. Ajusta uno o más parámetros operativos para optimizar:
    a. Calidad dimensional.
    b. Estabilidad del proceso.
    c. Reducción de defectos.
    d. Disminución del tiempo de ciclo.
    e. Repetibilidad de producción.
14. Ejecuta una segunda corrida de validación con los parámetros ajustados.
15. Compara los resultados entre la configuración inicial y la configuración optimizada mediante registros de producción y calidad.
16. Determina la ventana operativa recomendada para el proceso de moldeo por inyección de la pieza evaluada.
17. Identifica logros y áreas de mejora en la definición y control de parámetros del proceso.
18. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un reporte técnico que incluya parámetros utilizados, resultados obtenidos, justificación técnica y conclusiones, incorporando referencias en formato APA.
19. Socializa los resultados con el grupo para contrastar diferentes configuraciones operativas y criterios de ajuste.
20. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Máquina de moldeo por inyección.
- Molde para cuerpo de jeringa o pieza seleccionada.
- Materia prima plástica (Polipropileno (PP) u otro material seleccionado).
- Fichas técnicas del material seleccionado.
- Guías de procesamiento de moldeo por inyección.
- Manuales técnicos de máquinas de inyección.

- Vernier o calibrador digital.
- Balanza digital.
- Formatos de registro de parámetros.
- Equipo de protección personal.

Práctica 2: Optimización del proceso de moldeo por inyección mediante corrección de defectos para un producto definido

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica los criterios de evaluación para la validación técnica del proceso de moldeo por inyección.
3. Selecciona el material adecuado y establece los parámetros de acuerdo a lo aprendido en la práctica de taller.
4. Verifica las condiciones de seguridad del laboratorio y utiliza el equipo de protección personal requerido.
5. Prepara la máquina de moldeo por inyección, el molde y la materia prima conforme a los procedimientos establecidos.
6. Configura los parámetros iniciales del proceso:
    a. Temperatura de plastificación.
    b. Presión de inyección.
    c. Tiempo de sostenimiento.
    d. Tiempo de enfriamiento.
    e. Velocidad de inyección.
7. Produce un lote inicial de piezas para observar el comportamiento real del proceso.
8. Inspecciona visual y dimensionalmente las piezas obtenidas para identificar defectos presentes, tales como:
    a. Rebabas.
    b. Hundimientos.
    c. Burbujas.
    d. Deformaciones.
    e. Falta de llenado
9. Clasifica el defecto predominante y describe sus características físicas en la pieza moldeada.
10. Relaciona el defecto identificado con posibles causas asociadas a los parámetros operativos y condiciones del material.

11. Aplica una metodología experimental modificando uno o más parámetros del proceso para corregir el defecto detectado.
12. Diseña ajustes enfocados en:
    a. Mejorar el llenado del molde.
    b. Reducir esfuerzos internos en la pieza.
    c. Optimizar el tiempo de ciclo.
    d. Disminuir el porcentaje de rechazo.
    e. Mantener la estabilidad del proceso.
13. Produce un segundo lote de piezas utilizando los parámetros ajustados.
14. Compara los resultados obtenidos entre el lote inicial y el lote corregido mediante indicadores de calidad:
    a. Número de piezas defectuosas.
    b. Peso de la pieza.
    c. Dimensiones críticas.
    d. Acabado superficial.
    e. Tiempo de ciclo.
15. Evalúa la viabilidad técnica de los ajustes realizados considerando productividad, calidad y repetibilidad del proceso.
16. Integra la propuesta de mejora en una hoja de parámetros óptimos de operación.
17. Reflexiona sobre la importancia del control de variables de proceso y la mejora continua en la fabricación de dispositivos médicos plásticos.
18. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la entrega de un reporte técnico con resultados, análisis comparativo y conclusiones.
19. Socializa los resultados con el grupo para contrastar diferentes soluciones aplicadas al mismo defecto.
20. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Máquina de moldeo por inyección.
- Molde para cuerpo de del producto definido.
- Materia prima plástica (Polipropileno (PP) u otro material seleccionado).
- Vernier o calibrador digital.
- Balanza digital.
- Formato de registro de parámetros.
- Guías técnicas de defectos en moldeo por inyección.
- Herramientas de calidad para análisis comparativo.
- Equipo de protección personal.

Unidad III. Calidad, defectos y regulación en moldeo médico

Práctica 3: Validación del proceso de moldeo por inyección (IQ, OQ, PQ) – Enfoque de laboratorio

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica los criterios de evaluación para la validación de procesos en la fabricación de dispositivos médicos.
3. Evalúa como caso de estudio alguna pieza que se esté produciendo en la empresa fabricante considerando el material seleccionado, los parámetros definidos y los ajustes realizados en prácticas anteriores.
4. Verifica las condiciones de instalación del equipo de moldeo por inyección (real, demostrativo o simulado), incluyendo estado del equipo, configuración inicial y condiciones de operación, como parte de la validación de instalación (IQ).
5. Registra los parámetros del equipo y condiciones de operación iniciales en una hoja de control.
6. Ejecuta pruebas controladas del proceso variando parámetros operativos (temperatura, presión, tiempo de ciclo) dentro de rangos definidos, como parte de la validación de operación (OQ).
7. Registra los datos obtenidos durante las pruebas (condiciones de operación, observaciones del proceso y características del producto).
8. Evalúa la calidad de las piezas obtenidas en cada corrida experimental, considerando defectos, dimensiones o apariencia.
9. Determina si los resultados cumplen con criterios de aceptación establecidos para la validación de desempeño (PQ).
10. Relaciona los resultados experimentales con las variables críticas del proceso (CPP) y los atributos críticos de calidad (CQA) del producto.
11. Identifica logros y áreas de mejora en la ejecución de la validación del proceso.
12. Propone ajustes en los parámetros del proceso o en el esquema de validación con base en los resultados experimentales obtenidos.
13. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un reporte técnico que incluya: registro de datos experimentales, análisis de resultados, conclusiones de validación (IQ, OQ, PQ) y referencias en formato APA.
14. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Máquina de moldeo por inyección (o simulador de proceso)
- Formatos de registro de datos (hojas de control)
- Piezas moldeadas para inspección
- Guías de validación de procesos en dispositivos médicos
- Documentos de sistemas de calidad (ej. ISO 13485)
- Ejemplos de protocolos IQ, OQ, PQ

Unidad IV. Optimización y mejora del proceso de moldeo

Práctica 4: Optimización del proceso de moldeo y reducción de scrap – Enfoque de laboratorio

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
2. Identifica los criterios de evaluación para la optimización de procesos de moldeo por inyección en dispositivos médicos.
3. Evalúa como caso de estudio alguna pieza que se esté produciendo en la empresa fabricante, considerando el material seleccionado, los parámetros definidos, los defectos identificados y el esquema de validación propuesto en prácticas anteriores.
4. Configura el equipo de moldeo por inyección (real o simulado) con los parámetros base previamente definidos.
5. Ejecuta corridas experimentales del proceso variando de manera controlada uno o más parámetros (temperatura, presión, tiempo de enfriamiento o velocidad de inyección).
6. Registra los datos obtenidos en cada corrida (parámetros utilizados, tiempo de ciclo, número de piezas defectuosas, tipo de defecto y cantidad de scrap).
7. Calcula indicadores de desempeño del proceso, como porcentaje de scrap y eficiencia del ciclo.
8. Analiza los datos obtenidos mediante herramientas básicas de análisis (tablas, gráficas de tendencia o uso introductorio de software como Minitab).
9. Evalúa la relación entre los parámetros del proceso y la calidad del producto, identificando condiciones óptimas de operación.
10. Identifica la configuración de parámetros que minimiza el scrap y mejora la calidad del producto.
11. Identifica logros y áreas de mejora en el proceso de optimización realizado.

12. Propone ajustes adicionales o estrategias de mejora continua con base en los resultados experimentales obtenidos.
13. Registra la evaluación en el portafolio de evidencias mediante la elaboración de un reporte técnico que incluya: registro de datos experimentales, análisis de resultados, propuesta de optimización, impacto en la reducción de scrap y referencias en formato APA.
14. Integra la evaluación y recibe retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Máquina de moldeo por inyección o simulador de proceso
- Formatos de registro de datos experimentales
- Datos históricos o simulados de producción
- Software de análisis estadístico (ej. Minitab)
- Herramientas de análisis (gráficas, tablas comparativas)

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

En modalidad en línea, el encuadre debe integrarse desde el diseño instruccional y estar disponible para el estudiantado desde el inicio del curso en la plataforma institucional. El encuadre cumple la función de orientar, contextualizar y establecer las bases del trabajo académico.

El personal docente deberá asegurar que queden claramente definidos y accesibles en el entorno virtual los siguientes elementos:

- La metodología de trabajo del curso (modalidad, dinámica de actividades, tiempos, interacción esperada).
- Los criterios de evaluación, rúbricas y ponderaciones por unidad o meta de aprendizaje.
- Las normas de calidad y formato para la entrega de trabajos académicos.
- Los derechos y responsabilidades del personal docente y del estudianteado dentro del ambiente virtual de aprendizaje.
- Los medios de comunicación y retroalimentación, incluyendo horarios de atención, uso de foros, mensajes internos o correo institucional.

Todos estos elementos deben estar visibles y organizados dentro del espacio del curso en la plataforma institucional (como Blackboard), preferentemente en un módulo de bienvenida o presentación del curso.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas (ABP) en línea
- Aprendizaje basado en proyectos colaborativos digitales
- Aprendizaje basado en casos o simulaciones digitales
- Clase invertida (flipped classroom)
- Foros de discusión guiada
- Tutoría entre pares por videoconferencia o foros
- Enseñanza mediante recursos multimedia y plataformas educativas (videos, simuladores, infografías animadas)
- Evaluación formativa digital (con retroalimentación inmediata)

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado a través de plataformas LMS
- Resolución de problemas en entornos simulados
- Desarrollo de proyectos digitales o colaborativos
- Elaboración de organizadores gráficos digitales (uso de apps para mapas mentales, conceptuales o infografías)
- Participación activa en foros y videoconferencias
- Investigación documental y empírica mediante fuentes electrónicas
- Toma de apuntes estratégicos en formatos digitales
- Práctica reflexiva mediante blogs, portafolios o diarios digitales
- Participación en simulaciones digitales (laboratorios virtuales, escenarios de rol)
- Trabajo de campo in situ (entrevistas, encuestas)

XI. 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 (Metas)	20%
- Prácticas taller	20%
- Prácticas de laboratorio	30%
- Proyecto de análisis y optimización	30%
Total	100%

XII. PERFIL DOCENTE

Profesional con perfil en Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial, preferentemente posgrado en área afín. Experiencia profesional en procesos de moldeo, y docente de al menos 2 años. Ser una persona proactiva, responsable y comprometida con el aprendizaje significativo de las y los estudiantes.

11.3. Anexo 3. Estudio de pertinencia social, factibilidad y referentes

Universidad Autónoma de Baja California

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

Estudio de pertinencia social, factibilidad y referentes

Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana.

Tijuana, Baja California, México. 2026

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. José Jaime Esqueda Elizondo
Director de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería

Dr. Antelmo Castro López
Jefe del Departamento de Diseño Curricular



PROYECTO DE CREACIÓN CURRICULAR

Coordinadora
Dra. Karla Frida Madrigal Estrada

Comité de Diseño Curricular
Dra. Teresa Carrillo Gutiérrez
Dra. Karla Frida Madrigal Estrada
M.C. Roberto Alejandro Reyes Martínez

Índice

Introducción 890
1. Estudio de pertinencia social 891
1.1. Análisis de necesidades sociales 891
1.2. Análisis del mercado laboral 896
1.3. Análisis de oferta y demanda 903
2. Estudio de factibilidad 909
2.1. Análisis de factibilidad de recursos para la operación del programa educativo 909
2.2. Análisis de factibilidad normativa 915
3. Estudio de referentes 920
3.1. Análisis de la profesión y su prospectiva 920
3.2. Análisis de organismos nacionales e internacionales 924
4. Conclusiones 929
5. Referencias 931

Introducción

La creación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos parte del análisis de las condiciones del entorno regional y de las características del sector de dispositivos médicos en Baja California, particularmente en Tijuana. Su antecedente disciplinar se encuentra en la Ingeniería Industrial y su orientación responde a las transformaciones tecnológicas, productivas y profesionales que caracterizan a este sector.

La iniciativa se desarrolla en vinculación con Flex Tijuana Industrial, considerando las características de su población trabajadora y la necesidad de ofrecer una alternativa compatible con su experiencia y responsabilidades laborales. Para ello, se contempla una modalidad semipresencial y el esquema de Universidad en la Empresa, mediante el cual las actividades académicas se distribuyen entre las instalaciones de la organización, los espacios universitarios y los recursos de apoyo en línea, de acuerdo con los requerimientos de las unidades de aprendizaje.

Asimismo, la creación del programa guarda congruencia con las orientaciones del Modelo Educativo de la UABC Visión 2040, particularmente con la formación integral, flexible y pertinente, el aprendizaje a lo largo de la vida y la articulación de modalidades y espacios de aprendizaje. Estos elementos se relacionan con las características de la población destinataria y con la vinculación de la formación universitaria con el entorno laboral.

La fundamentación se integra mediante tres estudios: **pertinencia social, factibilidad y referentes**. El primero comprende los aspectos sociales, laborales y educativos relacionados con la necesidad de la nueva oferta; el segundo considera las condiciones y recursos necesarios para su operación; y el tercero aborda la profesión, su prospectiva y los organismos vinculados con la formación en ingeniería y la industria de dispositivos médicos.

1. Estudio de pertinencia social

El estudio de pertinencia social constituye un componente de la fundamentación para la creación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, ya que permite analizar la relación entre las condiciones del entorno regional y las necesidades de formación profesional que justifican una nueva propuesta educativa. Para ello, se consideran las características sociales y productivas de Baja California, así como las condiciones de la población vinculada con el sector manufacturero y de dispositivos médicos, con el propósito de identificar elementos que sustenten la pertinencia de la propuesta.

El análisis comprende las necesidades sociales, las condiciones del mercado laboral y la relación entre la oferta y la demanda de formación profesional. Estos elementos permiten abordar, desde distintas perspectivas, las características de la población, las condiciones y tendencias del empleo, la importancia del sector manufacturero y de dispositivos médicos en la región, así como los antecedentes y necesidades de formación identificados en el entorno productivo.

En conjunto, estos aspectos permiten valorar la correspondencia entre las condiciones de Baja California, las necesidades de formación identificadas y las características de la propuesta educativa. Con ello, se aportan elementos para sustentar la creación del programa educativo y su orientación hacia las condiciones del contexto regional.

1.1. Análisis de necesidades sociales

Este apartado tiene como propósito identificar las necesidades y problemáticas sociales de la profesión planteadas a nivel internacional, nacional, regional y municipal. A partir de ello, se examina el panorama actual y las perspectivas futuras de la disciplina, con el fin de valorar la pertinencia del programa educativo.

En este apartado se analizan las condiciones sociales, económicas y productivas de Baja California, así como las características de la población relacionadas con las necesidades de formación profesional, con el propósito de identificar elementos que

sustenten la pertinencia social del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos.

Objetivo general

Determinar las necesidades y problemáticas sociales presentes y futuras relacionadas con la formación profesional en ingeniería, con énfasis en el contexto regional de Baja California y en las condiciones de una población laboralmente activa vinculada con la industria manufacturera y de dispositivos médicos, que pueden ser atendidas mediante el programa educativo y sus egresados.

Método

El análisis de necesidades sociales se desarrolló mediante una investigación documental y el análisis de información derivada de la vinculación con el sector productivo. La investigación documental consideró fuentes nacionales e internacionales relacionadas con educación superior, desarrollo humano, empleo, mercado laboral, manufactura, industria de dispositivos médicos, transformación tecnológica y necesidades de formación profesional.

Entre las fuentes consultadas se encuentran organismos internacionales y nacionales, así como información institucional y regional, entre ellas la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Organización Internacional del Trabajo (ILO), el World Economic Forum (WEF), el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Secretaría de Economía e Innovación de Baja California, el Observatorio Laboral y la Universidad Autónoma de Baja California. La información se recolectó, seleccionó y analizó considerando su relación con las necesidades sociales, educativas y productivas vinculadas con la formación de profesionales de la ingeniería.

De manera complementaria, se consideró el diagnóstico realizado por Flex Tijuana Industrial entre sus distintas áreas para identificar las necesidades de formación

profesional de su personal. Este ejercicio permitió reconocer la demanda de formación en el campo de la Ingeniería Industrial y definir una orientación especializada de acuerdo con las características y requerimientos de la industria de dispositivos médicos. Asimismo, se analizaron las condiciones académicas y laborales de la población a la que se dirige la propuesta, particularmente sus características como personas trabajadoras y las posibilidades de compatibilizar sus responsabilidades laborales con una trayectoria de educación superior.

A partir de la información documental y del diagnóstico realizado con el sector productivo, se identificaron las necesidades sociales actuales y las tendencias que inciden en la formación profesional, así como las características de una alternativa educativa pertinente para la población y el contexto regional.

Resultados

Características del contexto local, regional, nacional e internacional en el que se inscribe el programa educativo

La educación superior constituye un medio para fortalecer la formación profesional y ampliar las oportunidades de desarrollo de las personas. En México persisten desafíos relacionados con la correspondencia entre las competencias desarrolladas mediante la educación superior y las necesidades cambiantes del mercado laboral. La OCDE ha señalado la existencia de brechas entre las competencias disponibles y aquellas requeridas por los empleadores, lo que evidencia la importancia de fortalecer la articulación entre la formación profesional y las transformaciones del entorno laboral.

En el ámbito regional, Baja California presenta una estructura económica en la que la actividad manufacturera mantiene una participación estratégica. La producción manufacturera y las actividades vinculadas con la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX) mantienen una relación importante con las cadenas globales de valor. A su vez, la ubicación fronteriza de la entidad y, particularmente, de Tijuana, favorece la comunicación, el intercambio comercial y la integración con mercados internacionales. Estas condiciones han contribuido a la

consolidación de actividades de manufactura avanzada y a la demanda de perfiles técnicos y profesionales de ingeniería.

Dentro de este contexto, la industria de dispositivos médicos constituye un sector estratégico para Baja California. En 2026 se reportó la presencia de alrededor de 100 empresas de este sector en la entidad, de las cuales 73 se concentraban en Tijuana, con exportaciones anuales superiores a los siete mil millones de dólares. La dimensión de esta actividad permite reconocer la relevancia regional de la industria y la necesidad de contar con personal profesional capaz de participar en procesos productivos especializados, sujetos a requerimientos tecnológicos, de calidad y regulatorios.

Las transformaciones tecnológicas también modifican las necesidades de formación profesional. La automatización, la digitalización y la incorporación de tecnologías emergentes requieren personas capaces de actualizar sus conocimientos y desarrollar competencias técnicas y digitales, además de capacidades relacionadas con la comunicación, la colaboración, la adaptación y la solución de problemas. En este sentido, las organizaciones del sector manufacturero consideradas en el diagnóstico señalaron la importancia de contar con personal que posea conocimientos y habilidades tecnológicas para responder a estos cambios y al cumplimiento de los requerimientos normativos y de eficiencia tecnológica.

Necesidades sociales que atenderá el programa educativo y sus egresados

El análisis permitió identificar una necesidad relacionada con la ampliación de las oportunidades de formación profesional para personas que actualmente participan en el sector manufacturero y que cuentan con experiencia técnica y conocimiento de los procesos productivos. Sus responsabilidades laborales y las características de su trayectoria educativa pueden dificultar su incorporación o permanencia en opciones universitarias convencionales, por lo que resulta pertinente considerar alternativas que permitan continuar los estudios sin desvincularse de la actividad laboral.

En este contexto, Flex Tijuana Industrial manifestó interés en fortalecer la formación profesional de sus colaboradores y facilitar el acceso a estudios universitarios a personas

con preparatoria terminada o con una trayectoria universitaria inconclusa. La población considerada está integrada principalmente por personal que desempeña funciones técnicas, aunque también se contempla la participación de personas de otras áreas de la organización interesadas en formarse en el campo de la ingeniería.

La necesidad identificada comprende también la articulación entre la experiencia laboral previamente adquirida y la formación profesional. El personal que participa en la industria posee conocimientos sobre los procesos productivos y las condiciones de operación de su entorno; una formación universitaria puede complementar esta experiencia mediante herramientas de ingeniería orientadas a la mejora continua, el liderazgo de equipos y la comprensión integral de los procesos, así como al análisis de aspectos técnicos, normativos y de calidad.

Desde una perspectiva regional, la formación de profesionales vinculados con la industria de dispositivos médicos puede contribuir al fortalecimiento de las capacidades productivas y tecnológicas de Baja California, particularmente ante la importancia que este sector tiene en Tijuana. De esta manera, la necesidad social identificada se relaciona tanto con la ampliación de oportunidades de acceso y continuidad de la educación superior para una población laboralmente activa como con la formación de profesionales que puedan contribuir al desarrollo del entorno productivo regional.

Prospectiva de las necesidades y problemáticas sociales que atenderá el programa educativo y sus egresados

Las necesidades identificadas presentan una perspectiva de continuidad debido a la transformación tecnológica y productiva que caracteriza al entorno manufacturero. El avance de la automatización, la digitalización y las tecnologías emergentes continuará modificando los procesos productivos y las competencias requeridas en el ámbito laboral. De acuerdo con los referentes analizados, las personas profesionistas requerirán fortalecer de manera permanente sus competencias digitales y técnicas, así como su capacidad de adaptación, resolución de problemas y participación en procesos de innovación y mejora.

A nivel regional, la importancia de la manufactura y la presencia de la industria de dispositivos médicos en Baja California permiten prever la continuidad de requerimientos profesionales asociados con procesos cada vez más especializados, regulados y tecnológicamente avanzados. La integración de la entidad en cadenas globales de valor y las condiciones asociadas con la relocalización de actividades productivas refuerzan la necesidad de contar con perfiles especializados para mantener la capacidad productiva y competitiva de la región.

De manera paralela, la transformación de los puestos de trabajo mantiene la necesidad de actualización y especialización de las personas laboralmente activas. En este contexto, una trayectoria universitaria vinculada con el entorno laboral puede articular los conocimientos académicos con la experiencia profesional y su aplicación en situaciones propias del ámbito productivo.

Ante estas condiciones, la formación en Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos puede contribuir al desarrollo de capacidades relacionadas con la mejora de procesos, la gestión de recursos, la calidad, el cumplimiento normativo, la incorporación de tecnologías y la solución de problemas en sistemas productivos del sector. La orientación especializada hacia los dispositivos médicos permite vincular estos fundamentos con las transformaciones tecnológicas y productivas previstas para este ámbito.

1.2. Análisis del mercado laboral

El presente apartado tiene como propósito identificar las necesidades y problemáticas sociales relacionadas con la formación profesional en ingeniería, particularmente aquellas vinculadas con las características de la población laboralmente activa, las condiciones del entorno productivo y las necesidades de desarrollo económico, tecnológico y social de Baja California. A partir de este análisis se examinan las condiciones actuales y las tendencias que permiten valorar la pertinencia del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos y su contribución a la atención de necesidades del entorno regional.

Objetivo general

Determinar las condiciones, necesidades y tendencias actuales y futuras del mercado laboral relacionadas con la Ingeniería Industrial y, particularmente, con la industria de dispositivos médicos, a fin de identificar los requerimientos profesionales que sustentan la creación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos.

Método

El análisis del mercado laboral se realizó mediante la revisión documental de información nacional, regional e internacional relacionada con la Ingeniería Industrial, la manufactura y la industria de dispositivos médicos. Se consideraron fuentes estadísticas y estudios especializados, entre ellos el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023), información del Observatorio Laboral (OL, 2024), la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (INEGI, 2026), la plataforma Compara Carreras del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO, 2025), la Encuesta de Escasez de Talento de ManpowerGroup (2026), así como el informe *The Future of Jobs Report 2025* del World Economic Forum (WEF, 2025).

Asimismo, se retomó el estudio de Evaluación Externa e Interna del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC, 2025), particularmente para reconocer las condiciones actuales y las tendencias futuras del mercado laboral relacionadas con el campo profesional.

Como elemento específico de la demanda que da origen a la propuesta, se incorporó el sondeo realizado por Flex Tijuana Industrial entre sus diferentes áreas para identificar necesidades de formación profesional de su personal. Los resultados de este diagnóstico permitieron identificar la Ingeniería Industrial como el campo de mayor requerimiento y, a partir de sus características y de las necesidades de la industria de dispositivos médicos, orientar la propuesta hacia una formación especializada.

Resultados

Condiciones y características del mercado laboral

El mercado laboral relacionado con la Ingeniería Industrial presenta una vinculación importante con las actividades manufactureras. De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México (SCIAN), el campo profesional se relaciona principalmente con los sectores 31-33, Industrias manufactureras; 54, Servicios profesionales, científicos y técnicos; y 61, Servicios educativos. El sector 31-33 comprende actividades de transformación, ensamble y producción de bienes en plantas, fábricas, talleres y maquiladoras, entre otros espacios productivos. Por su parte, el sector 54 incluye servicios de arquitectura e ingeniería, consultoría administrativa, científica y técnica, así como investigación y desarrollo; mientras que el sector 61 comprende actividades de enseñanza y capacitación.

Esta clasificación muestra que el campo laboral de la Ingeniería Industrial comprende tanto actividades directamente vinculadas con los procesos productivos como servicios especializados y actividades de formación y capacitación. Para el programa educativo, el sector manufacturero constituye el principal referente de inserción profesional, debido a su relación con los procesos productivos y con las características de la industria de dispositivos médicos.

En correspondencia con este contexto, el Observatorio Laboral (2024), dentro de la categoría “manufacturas y procesos, programas multidisciplinarios o generales”, reporta que 64.4 % de las personas egresadas se desempeña directamente en puestos relacionados con su perfil profesional. Asimismo, registra un salario promedio mensual de $22,177 para quienes cuentan con estudios profesionales de nivel superior y de $43,907 para quienes poseen estudios de posgrado. Estas áreas se ubican dentro del ámbito económico de “Transformación”, que concentra una fuerza laboral estimada en 6.1 millones de personas.

En conjunto, la información revisada permite caracterizar un campo laboral estrechamente relacionado con la manufactura y los procesos productivos, dentro del cual se ubica el sector de dispositivos médicos como un ámbito específico de aplicación de los conocimientos y herramientas de la Ingeniería Industrial.

Importancia del sector manufacturero

La manufactura constituye un componente relevante del mercado laboral nacional. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, durante el primer trimestre de 2026 aproximadamente 9.6 millones de personas se desempeñaban en la industria manufacturera, actividad que representa la mayor participación dentro del sector secundario.

En el ámbito profesional, la plataforma Compara Carreras 2025 del Instituto Mexicano para la Competitividad reporta 627,918 personas con formación en Ingeniería Industrial y una tasa de ocupación de 96.4 %. Del total, 44 % se desempeña en la industria manufacturera; el salario promedio mensual reportado es de $23,192 y, para quienes cuentan con estudios de posgrado, de $27,116. Estos indicadores muestran la presencia de la Ingeniería Industrial en el mercado laboral y su vinculación con las actividades manufactureras.

La información anterior adquiere especial relevancia para una propuesta orientada a la industria de dispositivos médicos, debido a que este sector se desarrolla principalmente mediante procesos manufactureros especializados y requiere capacidades relacionadas con la operación, mejora y gestión de sistemas productivos.

Mercado laboral de la industria de dispositivos médicos en Baja California

En el contexto regional, la industria de dispositivos médicos constituye un sector estratégico para Baja California. En 2026 se reportaron más de 7 mil millones de dólares anuales en exportaciones y alrededor de 100 empresas pertenecientes a esta actividad en la entidad, de las cuales 73 se concentran en Tijuana.

La concentración de empresas en Tijuana establece un entorno productivo directamente relacionado con el campo de formación propuesto. En este contexto, la demanda de profesionales no se limita a conocimientos generales de Ingeniería Industrial, sino que se relaciona con las características particulares de una industria que integra procesos productivos, sistemas de calidad, disposiciones normativas y tecnologías aplicadas a la fabricación y manejo de dispositivos médicos.

Por ello, el mercado laboral de referencia para el nuevo programa se ubica principalmente en organizaciones dedicadas a la manufactura de dispositivos médicos y en actividades relacionadas con la ingeniería, los servicios profesionales, la gestión de procesos, la calidad y la mejora de sistemas productivos.

Demanda de talento y competencias requeridas

Las condiciones actuales del mercado laboral muestran también una necesidad de fortalecer las capacidades técnicas y humanas de quienes participan en actividades productivas. La Encuesta de Escasez de Talento 2026 de ManpowerGroup, realizada entre más de 1,000 organizaciones empleadoras, reporta que 67 % enfrenta dificultades para cubrir sus vacantes; en el sector manufacturero, esta proporción alcanza 71 %. Entre las capacidades señaladas por las organizaciones se encuentran el profesionalismo y la ética laboral, la comunicación, la colaboración, la adaptabilidad, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el liderazgo.

De manera complementaria, el diagnóstico realizado con organizaciones del sector manufacturero identifica la importancia de contar con personal que posea conocimientos y habilidades tecnológicas para responder a retos relacionados con la automatización, la digitalización, el cumplimiento normativo y el uso eficiente de la tecnología.

En este sentido, el mercado laboral demanda perfiles que integren conocimientos técnicos con capacidades para analizar problemas, tomar decisiones, trabajar de manera colaborativa y adaptarse a procesos de transformación tecnológica. El documento base identifica entre las capacidades prioritarias las habilidades digitales, las competencias técnicas avanzadas, la formación continua, la especialización del conocimiento y las habilidades interpersonales.

Demanda identificada en Flex Tijuana Industrial

La demanda específica que da origen al programa educativo se identifica en Flex Tijuana Industrial. La organización realizó un sondeo entre sus diferentes áreas con el propósito de identificar en qué campos se requería fortalecer la formación profesional de su

personal. El mayor requerimiento correspondió al campo de la Ingeniería Industrial, cuya orientación fue particularizada de acuerdo con las características y requerimientos de la industria de dispositivos médicos. A partir de este diagnóstico se planteó la creación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos.

La empresa desarrolla actividades de manufactura avanzada relacionadas con productos médicos, entre ellas el desarrollo de maquinaria y fixturas para producción, el armado y prueba de circuitos y dispositivos tecnológicos, así como el moldeo de piezas plásticas para diferentes empresas.

La población potencial identificada para cursar el programa está constituida por personal de la organización que cuenta con estudios de educación media superiores concluidos o con una carrera trunca. Principalmente se trata de personas que desempeñan funciones técnicas, aunque la posibilidad no se limita a esta área. El número estimado de participantes potenciales se ubica entre 20 y 30 personas.

Esta característica resulta relevante para el análisis del mercado laboral porque se trata de una población que ya cuenta con experiencia en procesos productivos y conocimientos técnicos derivados de su actividad laboral. En consecuencia, la necesidad identificada no corresponde únicamente a la incorporación de personas sin experiencia al mercado de trabajo, sino también al fortalecimiento y profesionalización de personal que ya participa en actividades de manufactura.

La propuesta busca complementar esta experiencia con herramientas de ingeniería que permitan fortalecer la mejora continua, el liderazgo de equipos, la comprensión integral de los procesos productivos y la toma de decisiones conforme a los requerimientos técnicos, normativos y de calidad del sector.

Tendencias y prospectiva del mercado laboral

Las transformaciones tecnológicas y económicas plantean nuevos requerimientos para el ejercicio profesional de la Ingeniería Industrial. El *Future of Jobs Report 2025* del World Economic Forum señala que, hacia 2030, los avances tecnológicos, la fragmentación geoeconómica, la incertidumbre económica, los cambios demográficos y la transición

verde transformarán el mercado laboral y las habilidades requeridas por las organizaciones.

En este escenario, el documento base identifica como necesidades futuras las habilidades digitales, las competencias técnicas avanzadas, la formación continua, la especialización del conocimiento y las habilidades interpersonales. Asimismo, plantea que la evolución del campo requerirá profesionales con capacidades relacionadas con la innovación, el diseño, la operación y la gestión tecnológica, así como una vinculación estrecha con los sectores productivos.

La prospectiva resulta particularmente pertinente para la industria manufacturera y, dentro de ella, para los dispositivos médicos, debido a la necesidad de responder a procesos productivos especializados, transformaciones tecnológicas, requerimientos normativos y sistemas de calidad. Por ello, la formación profesional requiere mantener una relación estrecha con las condiciones reales del sector productivo.

Síntesis de los resultados

El análisis muestra condiciones favorables para sustentar la pertinencia laboral de la nueva oferta educativa. La Ingeniería Industrial mantiene una presencia relevante en el mercado laboral y una relación estrecha con el sector manufacturero, actividad de particular importancia en Baja California. A ello se suma la presencia significativa de la industria de dispositivos médicos en Tijuana y la demanda de formación profesional identificada por Flex Tijuana Industrial para su personal, vinculada con este campo y con las características del sector.

En este contexto, el mercado laboral de referencia se relaciona con la intervención profesional en sistemas productivos de manufactura avanzada, donde convergen conocimientos de ingeniería, tecnología, calidad, normatividad, gestión y mejora continua. La nueva oferta articula estos elementos con las particularidades de la industria de dispositivos médicos, estableciendo una orientación especializada respecto del campo general de la Ingeniería Industrial.

1.3. Análisis de oferta y demanda

El análisis de la oferta y la demanda es un estudio que evalúa la relación entre la disponibilidad de programas educativos (oferta) y las necesidades sociales, económicas y profesionales del entorno (demanda), con el fin de determinar la pertinencia y viabilidad de una nueva propuesta académica. La oferta considera la identificación y caracterización de programas similares a nivel regional, nacional e internacional, lo que permite reconocer niveles de saturación o vacíos formativos; mientras que la demanda examina el interés potencial de aspirantes y las tendencias de ingreso a áreas afines (Secretaría de Educación Pública, 2020). Este análisis integra fuentes estadísticas, estudios de mercado educativo y consultas a actores clave, permitiendo estimar la factibilidad de captar matrícula y responder a necesidades reales del desarrollo económico (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2018). Asimismo, incorpora tendencias estructurales como la expansión de la economía digital y la transformación de perfiles profesionales, que inciden directamente en la configuración de la demanda educativa (Organización Internacional del Trabajo, 2021).

El presente apartado tiene como propósito analizar la oferta educativa relacionada con el campo de la Ingeniería Industrial y la demanda de formación profesional vinculada con las necesidades del sector de dispositivos médicos en Baja California. A partir de este análisis se examinan los antecedentes de formación y vinculación empresa-universidad, las alternativas académicas consideradas y las características de la demanda identificada en Flex Tijuana Industrial, con el fin de valorar la pertinencia de una nueva oferta educativa orientada a las condiciones del entorno regional.

Objetivo general

Analizar la oferta educativa relacionada con el campo de la Ingeniería Industrial y la demanda de formación profesional identificada en el sector de dispositivos médicos, particularmente en Flex Tijuana Industrial, con la finalidad de sustentar la pertinencia de una nueva oferta educativa especializada.

Método

El análisis se realizó mediante la revisión documental de los antecedentes de vinculación entre Flex y las instituciones de educación superior, así como de los referentes académicos considerados para la estructuración de la propuesta. Se revisaron los antecedentes de implementación de esquemas de formación universitaria dentro de otras plantas de la organización, la experiencia de la Universidad Autónoma de Baja California en la formación de profesionales en áreas relacionadas con la Ingeniería Industrial y los distintos escenarios valorados para atender las condiciones académicas y laborales de la población a la que se dirige la propuesta.

Asimismo, se consideró el acercamiento de Flex Tijuana Industrial con la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, la demanda de formación identificada por la organización y las características del personal interesado en continuar estudios profesionales. El análisis permitió relacionar la oferta educativa existente con las condiciones del sector productivo y con las características de la alternativa académica que finalmente se plantea.

Resultados

Antecedentes de la oferta educativa y de vinculación empresa-universidad

La propuesta tiene como antecedente la experiencia de Flextronics en la implementación de esquemas de formación universitaria vinculados con sus plantas. En 2017, la organización desarrolló un proceso de vinculación con la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez para establecer una modalidad que permitiera a sus colaboradores continuar con sus actividades laborales y, de manera simultánea, cursar estudios de nivel superior dentro de su jornada y en las instalaciones de la compañía. Los programas educativos se definieron considerando las áreas de mayor demanda de la industria maquiladora, por lo que se priorizaron Ingeniería Industrial y Mecatrónica. Posteriormente, este esquema se replicó en plantas ubicadas en Ciudad de México y Guadalajara, lo que constituye un antecedente de la utilización de la formación universitaria vinculada con la empresa y de la consideración de Ingeniería Industrial

como uno de los principales campos de formación para atender las necesidades de la organización.

Antecedente de la demanda en Flex Tijuana Industrial

En 2018, Flex Tijuana Industrial se acercó a la UABC, a través de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, para plantear la impartición de un programa educativo de nivel superior dirigido a su personal. En ese momento se analizaron distintas alternativas para atender la solicitud; sin embargo, el esquema financiero considerado no resultó viable para la organización y el proyecto fue suspendido.

En 2025, Flex Tijuana Industrial retomó su interés en facilitar que su personal cursara estudios profesionales de ingeniería y nuevamente estableció contacto con la UABC para consolidar una alternativa académica. De esta manera, la propuesta actual tiene como antecedente un proceso de vinculación iniciado previamente y retomado a partir del interés de la organización por ampliar las oportunidades de formación profesional de sus colaboradores.

Análisis de la oferta de Ingeniería Industrial como referente académico

A partir del nuevo acercamiento de Flex Tijuana Industrial con la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, se evaluó inicialmente la posibilidad de implementar el plan de estudios de Ingeniería Industrial. En 2017 se analizó el plan 2007 y, posteriormente, en 2025, el plan 2019, considerando las condiciones planteadas por la organización. También se valoraron alternativas como las unidades de aprendizaje en otras modalidades, la educación dual, los exámenes de competencias y las unidades de aprendizaje intersemestrales.

El análisis mostró que la implementación del plan de Ingeniería Industrial exclusivamente mediante actividades presenciales implicaría una trayectoria de hasta 14 semestres, frente a los ocho previstos en el plan de estudios analizado. Esta condición representaría una dificultad para la población trabajadora a la que se dirige la propuesta.

En contraste, el escenario semipresencial analizado permitía distribuir las actividades académicas y completar la trayectoria en nueve cuatrimestres.

Relación entre la oferta existente y las condiciones de la población demandante

El análisis de la oferta existente muestra que el campo de la Ingeniería Industrial constituye la base disciplinaria relacionada con las necesidades de formación planteadas por Flex. A su vez, las condiciones laborales y académicas de la población destinataria llevaron a considerar una organización académica distinta de una modalidad exclusivamente presencial.

A partir del acercamiento con Flex Tijuana Industrial, se retomó el campo de la Ingeniería Industrial como base para estructurar una nueva oferta orientada a las características del sector de dispositivos médicos, de la organización solicitante y de la población destinataria. De esta manera, el plan de estudios mantiene su vinculación con el campo de la Ingeniería Industrial y lo articula con las condiciones específicas identificadas para esta nueva oferta educativa.

Demanda de formación identificada en Flex Tijuana Industrial

La demanda que sustenta la nueva oferta se relaciona directamente con el interés de Flex Tijuana Industrial por facilitar a su personal el acceso a estudios profesionales de ingeniería. La población destinataria está integrada principalmente por personal técnico con experiencia en los procesos productivos de la organización, que puede haber concluido el nivel medio superior o contar con estudios universitarios inconclusos.

A partir de las condiciones identificadas, se estima una demanda potencial inicial de entre 20 y 30 participantes. La implementación se plantea con un solo grupo correspondiente a la primera generación, integrada por personal de Flex Tijuana Industrial.

Características de la nueva oferta educativa

Como resultado del análisis de la oferta existente y de las condiciones de la demanda identificada, se estructuró una nueva oferta vinculada con el área de Ingeniería Industrial y especializada en el sector de dispositivos médicos. El plan contempla una modalidad semipresencial, con actividades presenciales desarrolladas principalmente en las instalaciones de Flex y actividades virtuales mediante plataformas institucionales.

Entre sus elementos diferenciadores se encuentran la especialización de la formación hacia los sistemas industriales para dispositivos médicos y una organización académica compatible con las condiciones laborales de la población destinataria. La modalidad semipresencial se articula con el esquema de Universidad en la Empresa, que establece el mecanismo de vinculación y operación para desarrollar principalmente las sesiones presenciales en las instalaciones de Flex.

Correspondencia entre oferta y demanda

El análisis realizado muestra una relación entre la demanda de formación identificada por Flex y el campo de la Ingeniería Industrial, que constituye el antecedente académico a partir del cual se valoró inicialmente la atención de dicha demanda. La experiencia previa de Flex en otras plantas, donde se priorizó Ingeniería Industrial como una de las áreas de formación, constituye asimismo un antecedente para la configuración de la oferta actual.

En el caso de Tijuana, las condiciones particulares de la organización y de su personal llevaron a valorar distintas alternativas para hacer viable la trayectoria universitaria y, posteriormente, a estructurar una oferta específica vinculada con el sector de dispositivos médicos. De esta manera, la nueva oferta articula el campo de formación de Ingeniería Industrial con las características del sector productivo y con las condiciones de operación planteadas por Flex Tijuana Industrial.

Síntesis de resultados

Los resultados del análisis permiten identificar tres elementos directamente relacionados con la configuración de la nueva oferta educativa: el antecedente académico de Ingeniería Industrial, la experiencia de Flex en la implementación de esquemas de formación universitaria en otras plantas y la demanda de formación profesional expresada por Flex Tijuana Industrial. A partir de estos elementos, y después de valorar la posibilidad de implementar el programa de Ingeniería Industrial existente, se estructuró una nueva oferta educativa vinculada con este campo y orientada específicamente al sector de dispositivos médicos.

En este contexto, se identifica una demanda de formación profesional en una organización del sector y una alternativa académica diferenciada respecto de la oferta de Ingeniería Industrial previamente analizada, tanto por su orientación hacia los sistemas industriales para dispositivos médicos como por la modalidad semipresencial y la vinculación mediante el esquema de Universidad en la Empresa.

2. Estudio de factibilidad

El estudio de factibilidad constituye un componente de la fundamentación para la creación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, orientado a valorar las condiciones necesarias para su implementación y operación. Para ello, se consideran los recursos institucionales y las disposiciones que enmarcan el funcionamiento del programa educativo, en correspondencia con sus características académicas, su modalidad semipresencial y la vinculación con Flex Tijuana Industrial.

El análisis comprende la disponibilidad y las condiciones de los recursos humanos, físicos, tecnológicos y materiales previstos para la operación del programa educativo, así como las disposiciones normativas e institucionales aplicables a su creación y funcionamiento. También se consideran los aspectos académicos y escolares que deberán observarse durante su implementación, a partir de la participación de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería y de Flex Tijuana Industrial.

En conjunto, estos elementos permiten valorar las condiciones institucionales, operativas y normativas previstas para la puesta en marcha del programa educativo. Con ello, se aportan elementos para sustentar su implementación de acuerdo con los recursos disponibles, las responsabilidades institucionales y el marco normativo aplicable.

2.1. Análisis de factibilidad de recursos para la operación del programa educativo

El presente apartado tiene como propósito analizar las condiciones y los recursos disponibles para la operación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, considerando los requerimientos de personal académico y administrativo, infraestructura física y tecnológica, equipamiento y recursos materiales necesarios para el desarrollo de las actividades académicas. A partir de este análisis se valoran las condiciones previstas para la implementación del programa educativo en vinculación con Flex Tijuana Industrial y la capacidad de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería para atender su operación académica y administrativa.

Objetivo general

Analizar la disponibilidad y suficiencia de los recursos humanos, físicos, tecnológicos y materiales requeridos para la operación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, a fin de determinar las condiciones de factibilidad para su implementación.

Método

El análisis se realizó mediante revisión documental de la información relacionada con las condiciones previstas para la operación del programa educativo. Se consideraron los requerimientos de personal académico y administrativo, la infraestructura disponible en Flex Tijuana Industrial y en la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, el equipamiento y los recursos tecnológicos requeridos para el desarrollo de las actividades académicas, así como las estrategias previstas para la contratación e incorporación progresiva del personal académico.

Asimismo, se revisaron las condiciones de operación de la modalidad semipresencial y la distribución de las actividades entre las instalaciones de Flex y de la Facultad, considerando que la mayor parte de las actividades y del equipamiento se concentrará en las instalaciones de la empresa y que los espacios universitarios se utilizarán de manera complementaria cuando alguna unidad de aprendizaje requiera instalaciones, equipos o condiciones técnicas no disponibles en la organización.

Resultados

Recursos humanos

La operación del programa educativo contempla una incorporación progresiva del personal académico. Para el inicio de actividades en el periodo 2027-6 se considera la participación de cuatro docentes de asignatura, responsables de las unidades de aprendizaje del primer cuatrimestre, así como el apoyo transitorio de una persona docente de tiempo completo del área de Ingeniería Industrial, quien tendrá a su cargo la

coordinación del programa. Mientras se formalizan las contrataciones correspondientes, cinco integrantes del personal académico de tiempo completo del área apoyarán los procesos de tutoría y el seguimiento de los proyectos integradores relacionados con la titulación.

Posteriormente, se prevé la incorporación de una persona docente de tiempo completo dedicada al programa educativo en 2028-6 y de una segunda en 2029-6. La operación se plantea principalmente con docentes de asignatura, considerando su experiencia profesional y la incorporación progresiva del personal de tiempo completo, de manera que la asignación de este último no afecte su participación en otros programas educativos.

Para la prestación de servicios profesionales del personal docente de asignatura se contempla un esquema similar al utilizado en educación continua, mediante asimilados o por honorarios, considerando el desplazamiento requerido para desarrollar actividades académicas en las instalaciones de Flex Tijuana Industrial.

Personal responsable de la operación académica y administrativa

Para la atención de los servicios de tutoría, orientación, asesoría psicopedagógica, gestión escolar y atención al estudiantado se contempla designar a una persona responsable del programa educativo, quien fungirá como enlace entre Flex y la Universidad. Entre sus funciones se encuentran el seguimiento de los cursos, la atención de dudas, la comunicación con la contraparte designada por Flex, la gestión de la incorporación del personal docente y la coordinación de reuniones con las áreas involucradas.

En cuanto al personal administrativo, este apoyará el registro y conclusión de actividades extracurriculares, los trámites escolares y los pagos necesarios para la operación. Esta distribución permite diferenciar las funciones de coordinación académica de las responsabilidades administrativas y financieras.

Infraestructura física y tecnológica

La operación del programa educativo se apoyará principalmente en la infraestructura disponible en Flex Tijuana Industrial, que comprende aulas, espacios de trabajo, recursos tecnológicos, equipos y áreas relacionadas con los procesos de manufactura. Estos recursos permitirán desarrollar actividades académicas vinculadas con el entorno productivo, de acuerdo con las características y requerimientos de las unidades de aprendizaje.

De manera complementaria, la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería dispone de aulas y salas audiovisuales para las actividades que requieran instalaciones universitarias. Estos espacios cuentan con equipo audiovisual y acceso a internet; las salas audiovisuales disponen además de aire acondicionado y conexión alámbrica e inalámbrica. Se prevé que el uso de las instalaciones de la Facultad se concentre en un número reducido de actividades que requieran condiciones o recursos específicos.

Equipamiento y espacios para prácticas

Cuando alguna unidad de aprendizaje requiera equipos especializados o condiciones técnicas que no estén disponibles en Flex, se contempla utilizar de manera programada y complementaria los talleres y laboratorios de la unidad académica. Esto permitirá disponer de los recursos necesarios para el desarrollo de las competencias y el logro de los resultados de aprendizaje previstos.

Asimismo, la Facultad cuenta con experiencia e infraestructura relacionada con la formación en Ingeniería Industrial, incluyendo espacios destinados a prácticas y un almacén de Ingeniería Industrial con equipamiento y herramientas para las unidades de aprendizaje correspondientes.

Recursos para la modalidad semipresencial

La modalidad semipresencial combina actividades presenciales y virtuales. El entorno virtual se utilizará para actividades sincrónicas y asincrónicas, consulta de materiales, entrega de productos, retroalimentación y seguimiento del aprendizaje. Las actividades presenciales se concentrarán en aquellas experiencias que requieran interacción directa, prácticas, análisis de casos, experimentación o trabajo colaborativo.

La distribución de las actividades presenciales y virtuales se plantea de acuerdo con la naturaleza de cada unidad de aprendizaje y con los recursos disponibles, de manera que el uso de la infraestructura universitaria y de las instalaciones de Flex se realice de forma complementaria.

Condiciones previstas para el inicio de operaciones

El programa educativo contempla iniciar su operación en 2027-1 con un solo grupo integrado por personal de Flex Tijuana Industrial. La planeación considera una nueva cohorte cada tres años y, por tanto, un solo grupo activo durante los nueve cuatrimestres que integran el plan de estudios.

Bajo estas condiciones, la estrategia de operación se plantea de manera gradual, con incorporación progresiva del personal académico y aprovechamiento de la infraestructura disponible tanto en la organización como en la Facultad. El documento identifica que se contará con la planta docente requerida para iniciar la operación y que la incorporación posterior del personal académico permitirá atender el desarrollo del plan de estudios y las trayectorias formativas del estudiantado.

Recursos financieros

En cuanto a los recursos financieros, el documento contempla que la operación del programa se apoye en la participación de personal docente de asignatura bajo un esquema de contratación por servicios profesionales, con el propósito de no afectar el banco de horas de la Facultad y de la Institución. La formalización de los contratos se realizará en colaboración con el área administrativa correspondiente.

Síntesis de resultados

El análisis de los recursos previstos permite identificar condiciones para la operación inicial del programa educativo, sustentadas en la disponibilidad de personal académico, la incorporación progresiva de docentes de tiempo completo, la participación de personal administrativo y de coordinación, así como en el aprovechamiento complementario de la infraestructura y equipamiento de Flex Tijuana Industrial y de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería.

La estrategia de operación se plantea de manera gradual y vinculada con las características de la población atendida y con la demanda de Flex Tijuana Industrial. En consecuencia, la factibilidad de recursos se sustenta en la articulación de los recursos disponibles en ambas instancias y en la incorporación progresiva del personal requerido para el desarrollo del plan de estudios

2.2. Análisis de factibilidad normativa

El presente apartado tiene como propósito analizar las disposiciones normativas e institucionales que sustentan la creación y operación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos. A partir de este análisis se examinan los referentes normativos de la Universidad Autónoma de Baja California relacionados con la creación y operación de programas educativos, la trayectoria académica del estudiantado, el servicio social, las prácticas profesionales, la titulación y la modalidad de impartición, con el fin de valorar la correspondencia de la propuesta con el marco institucional aplicable.

Objetivo general

Analizar las disposiciones normativas e institucionales aplicables a la creación y operación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, a fin de valorar su correspondencia con los requerimientos establecidos por la Universidad Autónoma de Baja California.

Método

Se realizó una revisión documental de la normativa institucional y de los documentos que sustentan la propuesta curricular, considerando las disposiciones relacionadas con la creación, modificación y actualización de programas educativos, el Modelo Educativo, el Estatuto Escolar y los reglamentos correspondientes a los procesos académicos que forman parte de la trayectoria del estudiantado.

Asimismo, se revisaron las disposiciones relacionadas con el servicio social profesional, las prácticas profesionales, la titulación y la acreditación de la lengua extranjera, así como los referentes institucionales considerados para la operación del programa en modalidad semipresencial y su vinculación con el entorno laboral. El análisis permitió identificar la correspondencia entre estas disposiciones y los componentes previstos en la propuesta curricular.

Resultados

Marco institucional para la creación y operación del programa educativo

La creación y operación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos se enmarcan en las disposiciones institucionales aplicables a los programas de educación superior de la UABC, entre ellas la *Guía metodológica para la creación, modificación y actualización de los programas educativos de la UABC*, el Estatuto Escolar y los reglamentos relacionados con los procesos académicos que integran la trayectoria del estudiantado. Estos instrumentos establecen las condiciones institucionales que deben considerarse para la estructuración y operación de los programas educativos.

En este marco, los procesos académicos y escolares asociados con el desarrollo del programa deberán atender las disposiciones y procedimientos establecidos por la Universidad y por la unidad académica correspondiente.

Marco institucional y orientaciones del Modelo Educativo

La creación y operación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos se enmarcan en las disposiciones institucionales aplicables a los programas de educación superior de la UABC y, de manera complementaria, en las orientaciones del Modelo Educativo de la UABC Visión 2040. Este modelo plantea una formación integral, flexible y pertinente, centrada en el estudiantado y orientada al aprendizaje a lo largo de la vida, considerando la articulación de modalidades, trayectorias y espacios de aprendizaje.

Estas orientaciones mantienen correspondencia con las características de la propuesta, particularmente con la modalidad semipresencial y el esquema de Universidad en la Empresa. La combinación de actividades presenciales, trabajo académico en línea y experiencias formativas vinculadas con el entorno laboral permite atender las características de una población trabajadora con experiencia en el ámbito productivo y formación previa de nivel medio superior o estudios profesionales inconclusos. En este marco, la experiencia laboral constituye una condición de partida

para una formación universitaria orientada al desarrollo de conocimientos, herramientas y capacidades propias de la Ingeniería Industrial y de la industria de dispositivos médicos.

En consecuencia, el Modelo Educativo de la UABC Visión 2040 aporta un marco de orientación institucional para valorar la congruencia académica de la propuesta, mientras que las disposiciones normativas establecen las condiciones aplicables a su creación, operación y desarrollo académico. La articulación de ambos elementos permite valorar la propuesta no solo en términos de cumplimiento institucional, sino también de correspondencia con las orientaciones que actualmente sustentan la formación universitaria en la UABC.

Modalidad semipresencial

La propuesta contempla una modalidad semipresencial que combina actividades presenciales y virtuales. Las actividades presenciales se desarrollarán principalmente en las instalaciones de Flex Tijuana Industrial, mientras que las instalaciones de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería se utilizarán para aquellas unidades de aprendizaje que requieran espacios o condiciones académicas específicas. Las actividades virtuales se apoyarán en plataformas y recursos digitales institucionales.

Esta modalidad se plantea en correspondencia con las orientaciones institucionales relacionadas con la flexibilidad educativa y la diversificación de las experiencias y trayectorias formativas, en congruencia con el Modelo Educativo de la UABC Visión 2040. Su implementación permitirá distribuir las actividades académicas entre los espacios universitarios, el entorno laboral y los recursos digitales previstos, de acuerdo con las características y requerimientos de cada unidad de aprendizaje, sin modificar las condiciones académicas y escolares aplicables al desarrollo del programa educativo.

Trayectoria académica y procesos escolares

La trayectoria del estudiantado se encuentra vinculada con las disposiciones institucionales aplicables a la inscripción, permanencia, evaluación, acreditación y conclusión de los estudios. Asimismo, se consideran mecanismos de seguimiento académico y acompañamiento durante la trayectoria formativa.

Estos procesos deberán desarrollarse de acuerdo con la normativa institucional vigente y con los procedimientos establecidos por la unidad académica para el seguimiento de la trayectoria académica del estudiantado.

Servicio social profesional

El servicio social profesional se realizará de conformidad con la autorización institucional y las disposiciones normativas aplicables. Se establece un mínimo de 480 horas, que podrán iniciarse una vez cubierto al menos el 60 % de los créditos del plan de estudios, con una duración no menor de seis meses ni mayor de dos años. Asimismo, se consideran los procedimientos institucionales correspondientes a la inducción, asignación, seguimiento, presentación de informes y liberación.

Las actividades de servicio social deberán mantener correspondencia con las competencias del programa educativo y desarrollarse en programas y unidades receptoras previamente aprobados, de acuerdo con las disposiciones institucionales aplicables.

Lengua extranjera

La acreditación del idioma inglés se realizará conforme a los criterios institucionales establecidos por la UABC. La propuesta contempla alternativas para acreditar el nivel A2, entre ellas los resultados establecidos para TOEFL, el examen de conocimiento de lengua extranjera aplicado por la Facultad de Idiomas o la acreditación mediante estudios formales de lengua extranjera en el Centro de Educación Continua de la Universidad.

Titulación

La estrategia de titulación se integra a la trayectoria curricular mediante las unidades de aprendizaje Proyecto Integrador I, Proyecto Integrador II y Seminario de Integración de Proyecto. Estas unidades articulan de manera progresiva el desarrollo de un trabajo de titulación en modalidad de tesina, cuya conclusión y formalización deberán atender los procedimientos establecidos por la unidad académica, el Comité de Titulación y la normativa universitaria vigente.

Vinculación con la empresa

La colaboración con Flex Tijuana Industrial se contempla para el desarrollo de actividades académicas, particularmente aquellas que se realizarán en las instalaciones de la organización, mediante el esquema de Universidad en la Empresa. Esta vinculación deberá formalizarse a través de los instrumentos institucionales correspondientes, en los que se establezcan las responsabilidades de la Universidad y de la organización participante, así como las condiciones para el desarrollo de las actividades académicas.

Síntesis de resultados

El análisis realizado permite establecer que la propuesta curricular considera las condiciones institucionales aplicables a los principales procesos que integran la trayectoria académica del estudiantado, así como los requerimientos asociados con la modalidad semipresencial y la vinculación con Flex Tijuana Industrial. En este marco, se contemplan los aspectos correspondientes al servicio social, la lengua extranjera y la estrategia de titulación, de acuerdo con los procedimientos institucionales aplicables.

La implementación del programa educativo deberá desarrollarse conforme al marco institucional vigente y a las autorizaciones y procedimientos que correspondan, de acuerdo con las condiciones académicas y operativas previstas para su puesta en marcha.

3. Estudio de referentes

El estudio de referentes constituye un componente de la fundamentación para la creación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, ya que permite analizar el campo profesional y los elementos académicos, disciplinares y técnicos que orientan su formación. Para ello, se parte del campo de la Ingeniería Industrial como antecedente disciplinar y se consideran las transformaciones tecnológicas y productivas que inciden en su ejercicio profesional, así como las características particulares de la industria de dispositivos médicos.

El análisis comprende la profesión y su prospectiva, así como los organismos nacionales e internacionales vinculados con la formación en ingeniería, la educación superior, el desarrollo sostenible y los requerimientos técnicos y profesionales de la industria de dispositivos médicos. Estos elementos permiten integrar distintas perspectivas sobre la evolución del campo profesional, las transformaciones que inciden en su ejercicio y las condiciones que adquieren relevancia para la formación en este ámbito.

En conjunto, estos aspectos aportan elementos disciplinares, profesionales, académicos y técnicos para sustentar la orientación de la propuesta curricular. De esta manera, se relacionan los fundamentos de la Ingeniería Industrial con las características y requerimientos del sector de dispositivos médicos, así como con las transformaciones que inciden en el ejercicio profesional y en la formación de las personas egresadas.

3.1. Análisis de la profesión y su prospectiva

El presente apartado tiene como propósito analizar las características, evolución y prospectiva del campo profesional de la Ingeniería Industrial, considerando las transformaciones tecnológicas y productivas que inciden en su ejercicio profesional y su relación con la industria de dispositivos médicos. A partir de este análisis se identifican los conocimientos, capacidades y ámbitos de actuación que adquieren relevancia ante la incorporación de tecnologías emergentes, la automatización, la digitalización, la mejora continua y las nuevas exigencias de calidad y regulación del sector.

Objetivo general

Analizar la evolución, características y prospectiva de la Ingeniería Industrial, así como las transformaciones tecnológicas y productivas que inciden en su ejercicio profesional, con énfasis en aquellas relacionadas con la industria de dispositivos médicos.

Método

Se realizó una revisión documental de fuentes institucionales, académicas y profesionales relacionadas con la Ingeniería Industrial, su campo de acción, los avances tecnológicos que impactan la profesión y las tendencias de transformación de los sistemas productivos.

El análisis consideró información proveniente del estudio realizado para el programa de Ingeniería Industrial de la UABC, así como los referentes utilizados para la propuesta del nuevo programa educativo. Se revisaron particularmente las tendencias relacionadas con automatización, digitalización, tecnologías emergentes, innovación, sostenibilidad, calidad y vinculación con el sector productivo.

Resultados

Características y campo de actuación de la profesión

La Ingeniería Industrial se relaciona con el diseño, análisis, mejora y gestión de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipos y energía. Su campo profesional comprende actividades vinculadas con la producción, la calidad, la logística, la gestión de procesos, la optimización de recursos y la mejora continua.

En el ámbito de los dispositivos médicos, estos fundamentos se articulan con el análisis y la gestión de sistemas productivos mediante el empleo de herramientas propias de la Ingeniería Industrial, métodos cuantitativos, tecnologías emergentes y metodologías de mejora continua. Esta articulación permite mantener la base disciplinar de la Ingeniería Industrial y orientar su aplicación hacia las características particulares del sector de dispositivos médicos.

Transformación tecnológica de la profesión

La evolución de los sistemas productivos ha incrementado la importancia de la digitalización, la automatización y el uso de tecnologías emergentes. En el análisis realizado para Ingeniería Industrial se identifican tendencias relacionadas con soluciones digitales, producción avanzada, automatización, tecnologías emergentes, transición energética y economía verde.

Asimismo, se identifican áreas vinculadas con inteligencia artificial, análisis de datos, herramientas de simulación, robótica, sistemas ciberfísicos, Internet de las Cosas y otras tecnologías asociadas con la transformación digital de los procesos industriales.

Transformación de las competencias profesionales

La transformación tecnológica implica la necesidad de fortalecer las capacidades técnicas y digitales de quienes ejercen la Ingeniería Industrial, al mismo tiempo que adquieren relevancia competencias relacionadas con liderazgo, comunicación, colaboración, adaptación y actualización continua.

En este contexto, la formación profesional requiere articular conocimientos científicos y tecnológicos con capacidades para analizar problemas, tomar decisiones, gestionar procesos y participar en equipos multidisciplinarios.

Prospectiva de la profesión

La prospectiva del campo profesional se encuentra vinculada con un entorno caracterizado por la globalización, la transformación tecnológica y las demandas de sostenibilidad. Para la profesión se identifica la necesidad de mantener una formación capaz de responder a cambios en los procesos industriales y productivos y de incorporar conocimientos relacionados con innovación, diseño, operación y gestión tecnológica.

El análisis realizado señala hacia 2030 la importancia de profesionistas capaces de adaptarse a los cambios tecnológicos, mantener procesos de actualización continua y participar en la generación de soluciones competitivas y sostenibles.

Particularidades de la profesión en la industria de dispositivos médicos

En la industria de dispositivos médicos, las funciones de la Ingeniería Industrial se articulan con requerimientos específicos de calidad, seguridad, validación, gestión de riesgos, trazabilidad y cumplimiento de normativa nacional e internacional. La propuesta curricular incorpora estos elementos mediante unidades de aprendizaje relacionadas con aseguramiento de la calidad, validación de procesos, metrología, normalización, procesos de manufactura, automatización y proyectos de ingeniería.

De esta manera, la profesión mantiene sus fundamentos de ingeniería industrial, pero requiere conocimientos y capacidades relacionados con las particularidades técnicas y regulatorias del sector de dispositivos médicos.

Correspondencia con la propuesta educativa

El análisis de la profesión y su prospectiva permite reconocer la necesidad de articular los fundamentos de la Ingeniería Industrial con los cambios tecnológicos y las características particulares de la industria de dispositivos médicos. En este contexto, la propuesta curricular integra herramientas propias de la Ingeniería Industrial y contenidos relacionados con tecnologías emergentes, automatización, mejora continua, sistemas de gestión de calidad y procesos de manufactura.

Asimismo, la vinculación con el entorno laboral se incorpora mediante proyectos integradores y actividades relacionadas con situaciones propias de la industria, favoreciendo la aplicación de los conocimientos en contextos productivos reales.

3.2. Análisis de organismos nacionales e internacionales

El presente apartado tiene como propósito identificar y analizar los organismos nacionales e internacionales cuyos referentes contribuyen a orientar la formación profesional en ingeniería y el desarrollo de actividades relacionadas con la industria de dispositivos médicos. A partir de este análisis se consideran marcos, criterios, estándares y referentes relacionados con la calidad de la educación superior, la formación en ingeniería, el desarrollo tecnológico, la sostenibilidad y los requerimientos técnicos aplicables al sector.

Objetivo general

Analizar los organismos nacionales e internacionales relacionados con la educación superior, la formación en ingeniería y la industria de dispositivos médicos, a fin de identificar criterios y elementos que contribuyan a sustentar la propuesta curricular del programa educativo.

Método

Se realizó una revisión documental de los organismos nacionales e internacionales citados en los estudios y documentos que sustentan la propuesta curricular. La selección

consideró aquellos cuya participación, documentos o marcos de actuación guardan relación con la educación superior, la formación y evaluación de programas de ingeniería, el desarrollo sostenible y los aspectos técnicos y regulatorios vinculados con la industria de dispositivos médicos.

El análisis se orientó a identificar las aportaciones de estos organismos y documentos para la caracterización de la profesión, la definición de capacidades profesionales y la incorporación de elementos relacionados con calidad, innovación, sostenibilidad, tecnologías emergentes y cumplimiento de disposiciones aplicables al sector.

Resultados

Organismos nacionales y educación superior

Entre los organismos nacionales considerados se encuentran el Consejo Nacional para la Coordinación de la Educación Superior (CONACES), los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) y el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI). Su consideración permite incorporar al análisis perspectivas relacionadas con la evaluación, la calidad y la acreditación de la educación superior y de los programas de ingeniería.

Los criterios y documentos asociados con estos procesos aportan elementos para valorar aspectos académicos e institucionales relevantes para la creación y desarrollo de programas educativos. En este sentido, sus aportaciones contribuyen a sustentar la orientación de la propuesta curricular y su correspondencia con criterios de calidad aplicables a la formación en ingeniería.

Organismos y asociaciones profesionales de la Ingeniería Industrial

El Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE) constituye un referente internacional para la caracterización de la Ingeniería Industrial. Su definición de la disciplina la reconoce como un campo orientado al diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipos y energía.

Esta perspectiva permite delimitar el campo profesional y sustentar su relación con el análisis, diseño, optimización y mejora de sistemas productivos, aspectos que constituyen una base disciplinar para la orientación de la nueva propuesta educativa.

Organismos internacionales y desarrollo sostenible

Entre los organismos internacionales considerados se encuentra la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), cuyos documentos relacionados con la ingeniería y el desarrollo sostenible aportan elementos para analizar la formación profesional ante los desafíos contemporáneos. En particular, se considera *Engineering for Sustainable Development: Delivering on the Sustainable Development Goals*, documento que aborda la contribución de la ingeniería al desarrollo sostenible.

La revisión de estas aportaciones permite relacionar la formación en ingeniería con los desafíos tecnológicos, productivos, sociales y ambientales que inciden en el ejercicio profesional. Esta perspectiva incorpora la sostenibilidad y la responsabilidad profesional como elementos relevantes para la orientación de la formación en Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos.

Organismos y transformación de la profesión

Las fuentes institucionales y profesionales revisadas permiten identificar transformaciones en el ejercicio de la Ingeniería Industrial relacionadas con la innovación, la digitalización, la automatización, las tecnologías emergentes y la sostenibilidad. Estas tendencias plantean la necesidad de fortalecer capacidades para analizar, diseñar, gestionar y mejorar sistemas industriales en contextos de cambio tecnológico y productivo.

Organismos y marcos aplicables a la industria de dispositivos médicos

Los organismos y marcos nacionales e internacionales relacionados con la industria de dispositivos médicos aportan disposiciones y estándares vinculados con los sistemas de gestión de calidad, la validación de procesos, la normalización y el cumplimiento de requisitos técnicos. Estos elementos adquieren particular relevancia en un sector donde los procesos de manufactura y gestión requieren condiciones específicas de calidad, control y cumplimiento normativo.

Su incorporación en la formación permite atender las particularidades técnicas y regulatorias del sector y establecer una orientación especializada respecto de la formación general en Ingeniería Industrial, en correspondencia con los requerimientos identificados para el ámbito de los dispositivos médicos.

Aportaciones a la propuesta curricular

El análisis de los organismos y documentos considerados permite identificar orientaciones relacionadas con la formación científica y tecnológica, la calidad, la actualización profesional, la incorporación de tecnologías emergentes, la sostenibilidad, la responsabilidad profesional y la vinculación con el sector productivo. Estos elementos se articulan con los componentes curriculares orientados al desarrollo de competencias y al perfil de egreso, así como con las unidades de aprendizaje relacionadas con calidad, manufactura, automatización, tecnologías emergentes, validación de procesos, mejora continua y gestión de sistemas industriales.

En conjunto, estas aportaciones permiten reconocer las condiciones académicas, profesionales y técnicas que deben considerarse en la formación de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos, particularmente aquellas vinculadas con la evolución tecnológica y con los requerimientos del sector productivo.

Síntesis de resultados

La revisión de los organismos nacionales e internacionales permitió identificar criterios y aportaciones relacionados con la calidad de la educación superior, la formación en

ingeniería, la evolución de la profesión, el desarrollo sostenible y los requerimientos técnicos de la industria de dispositivos médicos. Estos elementos proporcionan orientaciones para valorar la correspondencia de la propuesta con las condiciones académicas, profesionales y técnicas identificadas.

En conjunto, las aportaciones revisadas permiten vincular los fundamentos de la Ingeniería Industrial con las características del sector de dispositivos médicos y con las capacidades profesionales previstas en el perfil de egreso, contribuyendo a sustentar la orientación especializada del programa educativo.

4. Conclusiones

El análisis integrado de las condiciones sociales, laborales, educativas, institucionales y profesionales permite sustentar la pertinencia de crear el programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos en Baja California. Los resultados muestran condiciones del entorno regional y del sector de dispositivos médicos que demandan capacidades profesionales relacionadas con la mejora de procesos, la manufactura, la calidad, la incorporación de tecnologías y la toma de decisiones en contextos productivos, particularmente en una región con una importante actividad manufacturera y presencia de este sector.

La pertinencia de la propuesta también se relaciona con las características de la población a la que se dirige, principalmente personal de Flex Tijuana Industrial con experiencia laboral y formación previa de nivel medio superior o estudios profesionales inconclusos. En este contexto, la modalidad semipresencial y la vinculación mediante el esquema de Universidad en la Empresa constituyen elementos que permiten articular la formación universitaria con las condiciones laborales de la población destinataria y con el entorno productivo en el que desarrolla sus actividades.

El análisis de la oferta y la demanda permitió identificar como antecedente el campo de la Ingeniería Industrial y la experiencia previa de vinculación de Flex con instituciones de educación superior, así como la necesidad planteada por Flex Tijuana Industrial de contar con una alternativa de formación profesional para su personal. A partir de estos elementos, la propuesta incorpora una orientación específica hacia la industria de dispositivos médicos, manteniendo fundamentos de la Ingeniería Industrial y articulándolos con las características del sector y con una estrategia formativa vinculada al contexto laboral.

En cuanto a la factibilidad, se identifican condiciones previstas para la operación académica y administrativa del programa, mediante la participación de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería y Flex Tijuana Industrial, así como el uso de recursos humanos, físicos, tecnológicos y materiales disponibles o contemplados para su implementación. Asimismo, la revisión normativa permite establecer los procesos académicos y escolares que deberán observarse durante el desarrollo del programa,

incluidos los requisitos relacionados con la trayectoria formativa, el servicio social, la lengua extranjera y la estrategia de titulación.

El análisis de la profesión y su prospectiva, junto con la revisión de organismos nacionales e internacionales, permite reconocer transformaciones tecnológicas, productivas y profesionales que inciden en el ejercicio de la Ingeniería Industrial y en las exigencias de la industria de dispositivos médicos. Estos elementos respaldan una formación orientada a la actualización profesional, la mejora continua, la calidad, la innovación, el uso pertinente de tecnologías y el desarrollo de capacidades para atender situaciones propias del sector. De manera complementaria, la propuesta mantiene congruencia con las orientaciones del Modelo Educativo de la UABC Visión 2040, particularmente en lo relativo a una formación integral, flexible y pertinente, al aprendizaje a lo largo de la vida y a la articulación de diferentes modalidades y espacios de aprendizaje. Estos elementos resultan consistentes con las características de la población destinataria, la modalidad semipresencial y la vinculación con el entorno productivo previstas para la implementación del programa educativo.

En conjunto, los resultados de los estudios de pertinencia social, factibilidad y referentes proporcionan elementos para sustentar la creación del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Industriales para Dispositivos Médicos. La propuesta responde a una necesidad identificada en un contexto productivo específico, plantea condiciones de implementación acordes con sus características y articula los fundamentos de la Ingeniería Industrial con las particularidades de la industria de dispositivos médicos. Su implementación inicial, mediante una sola generación y un solo grupo, permitirá desarrollar esta primera etapa bajo las condiciones previstas y, posteriormente, valorar su continuidad con base en los resultados de operación, la viabilidad y la existencia de nueva demanda.

5. Referencias

Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C. (2024). *Manual del marco de referencia 2025 (MR 2025) para la acreditación de programas de ingeniería*. CACEI.

Consejo Nacional para la Coordinación de la Educación Superior. (2023). *Marco general del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SEAES).*

Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, A. C. (2024). *Marco general de evaluación.* CIEES.

Flores González, M. (2026, 2 de marzo). Tijuana concentra 73 de las 100 empresas de dispositivos médicos en el estado. *El Sol de Tijuana*.

Gontero, S., & Novella, R. (2021). *El futuro del trabajo y los desajustes de habilidades en América Latina.* Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Institute of Industrial and Systems Engineers. (2025). *About us: What is industrial and systems engineering?*

Instituto Mexicano para la Competitividad. (2025a). *Ingeniería industrial*. Compara Carreras.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México: SCIAN 2023*.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2026). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo: Población ocupada según sector de actividad económica* [Conjunto de datos].

International Labour Organization. (2024, 20 de febrero). *Vulnerable youth, digital skills and vocational training in Latin America*.

ManpowerGroup. (2026, 25 de febrero). *Escasez de talento 2026: México.*

Observatorio Laboral. (2024a). *Compara carreras*. Gobierno de México.

Observatorio Laboral. (2024b). *Tendencias del empleo profesional. Tercer trimestre 2024,* Gobierno de México.

Observatorio Laboral. (2024c). *Ocupación por sectores económicos.* Tercer trimestre 2024. Gobierno de México.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2021). *Engineering for sustainable development: Delivering on the Sustainable Development Goals*.

Serna, A., & Castro, A. (2018). *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura*. Universidad Autónoma de Baja California.

Universidad Autónoma de Baja California. (2010*). Guía metodológica para la creación, modificación y actualización de los programas educativos de la Universidad Autónoma de Baja California*.

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*.

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*. Coordinación General de Formación Profesional.

Universidad Autónoma de Baja California. (2021). *Estatuto Escolar*.

Universidad Autónoma de Baja California. (2023). *Plan de Desarrollo Institucional 2023-2027.*

Universidad Autónoma de Baja California. (2025). *Evaluación externa e interna del Programa de Ingeniería Industrial.* [Documento institucional].

Universidad Autónoma de Baja California. (2026). *Modelo educativo de la UABC Visión 2040.*

World Economic Forum. (2025). *The future of jobs report 2025*.