



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Ingeniería de manufactura

Laboratorio de Ingeniería

Biomédica

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Ing. Biomédica
2020
17/606/2025
1.0



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	5
IDENTIFICACIÓN	6
<i>Carga Horaria de la asignatura</i>	<i>6</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>6</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	6
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	8
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	<i>8</i>
<i>Reglamento de uniforme</i>	<i>8</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>8</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>8</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>8</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA....	9
PRÁCTICAS.....	3
FUENTES DE INFORMACIÓN	6
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES (NOM, ISO, etc.):	6
FUENTES DE INFORMACIÓN	9
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	9
FUENTES DE INFORMACIÓN	12
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	12
FUENTES DE INFORMACIÓN	15
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	15
FUENTES DE INFORMACIÓN	17
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	18
FUENTES DE INFORMACIÓN	21

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	21
ANEXOS	3

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

Señalar en este apartado brevemente los siguientes elementos según corresponda:

- Propósito del manual
- Justificación de su uso en el programa académico
- Competencias a desarrollar
 - **Competencias blandas:** Habilidades transversales que se refuerzan en las prácticas, como la comunicación, el trabajo en equipo, el uso de tecnologías, etc.
 - **Competencias disciplinares:** Conocimientos específicos del área del laboratorio, incluyendo fundamentos teóricos y habilidades técnicas.
 - **Competencias profesionales:** Aplicación de los conocimientos adquiridos en escenarios reales o simulados, en concordancia con el perfil de egreso del programa.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Ingeniería de Manufactura	
Clave	072CP075	Créditos	6 créditos
Asignaturas Antecedentes	095CE011	Plan de Estudios	2020

Área de Competencia	Competencia del curso
Manufactura avanzada, diseño asistido por computadora e impresión 3D aplicados a la ingeniería biomédica.	Analizar técnicas de fabricación avanzadas y diseño de piezas utilizando CAD. También se busca que los alumnos adquieran conocimientos sobre las aplicaciones y limitaciones de estas técnicas en distintas industrias y desarrollen habilidades para trabajar en equipo y resolver problemas técnicos y de producción. Los criterios de calidad que deben cumplir son la selección y uso adecuado de materiales y procesos de fabricación, así como la comprensión sólida de la manufactura avanzada e impresión 3D y su aplicación en distintos contextos industriales.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
3	1	1	2	7

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	17/06/2025
Responsables del diseño	Aldo Zazueta Raynaud
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
1. Introducción a SolidWorks y herramientas de diseño 2D y 3D	- Aplicar conocimientos de ingeniería en la solución de problemas reales de diseño. - Utilizar tecnologías de información y software especializado. - Desarrollar pensamiento crítico y lógico.
2. Ejercicios prácticos de diseño en SolidWorks	- Diseñar sistemas, componentes o procesos que cumplan requisitos funcionales. - Aplicar herramientas computacionales en ingeniería. - Trabajar en forma individual y colaborativa.
3. Introducción al CAM en SolidWorks	- Implementar tecnologías de automatización y manufactura asistida por computadora. - Integrar conocimiento técnico con aplicaciones prácticas. - Comunicarse de manera efectiva en contextos técnicos.
4. Ejercicios de diseño CAM en SolidWorks	- Optimizar procesos de manufactura mediante simulaciones. - Evaluar alternativas de diseño y producción con base en criterios técnicos. - Tomar decisiones informadas para la mejora de procesos.
5. Diseño de piezas para impresión 3D: modelado paramétrico	- Diseñar dispositivos o productos aplicando tecnologías emergentes. - Adaptarse a nuevas herramientas de manufactura digital. - Ser innovador y creativo en el desarrollo de soluciones tecnológicas.
6. Impresión de modelos 3D: proceso y análisis	- Verificar la funcionalidad de prototipos físicos. - Integrar teoría y práctica para validar productos. - Demostrar responsabilidad y precisión en procesos de manufactura.

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

- Respetar las indicaciones del facilitador en todo momento.
- Mantener orden y limpieza en la estación de trabajo.
- Está prohibido ingerir alimentos o bebidas dentro del laboratorio.
- Se debe registrar la entrada y salida, y reportar cualquier anomalía o accidente.

Reglamento de uniforme

- Uso obligatorio de bata de laboratorio o camisa tipo polo institucional.
- Pantalón largo (sin roturas) y calzado cerrado y antideslizante.
- Cabello recogido y sin accesorios colgantes que comprometan la seguridad.

Uso adecuado del equipo y materiales

- Utilizar el equipo y software (SolidWorks, impresoras 3D, estaciones CAM) conforme a las instrucciones del facilitador.
- No mover ni modificar configuraciones sin autorización.
- Reportar inmediatamente cualquier daño o mal funcionamiento.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

- Identificar correctamente los residuos generados (filamentos plásticos, empaques, restos de piezas impresas).
- Depositar en contenedores asignados y etiquetados.
- No desechar residuos electrónicos ni plásticos en basura común.

Procedimientos en caso de emergencia

- Mantener la calma y seguir las instrucciones del personal responsable.
- Ubicar rutas de evacuación y salidas de emergencia señalizadas.
- En caso de incendio o descarga eléctrica, desconectar el equipo si es seguro hacerlo y evacuar de inmediato.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia I Identificar los conceptos básicos y el desarrollo histórico de la manufactura, incluyendo la manufactura integrada por computadora y los procesos tradicionales. Aplicar los fundamentos y el proceso de diseño de ingeniería utilizando software CAD para diseñar piezas con técnicas de fabricación avanzadas y seleccionar los materiales y procesos de fabricación adecuados. Desarrollar habilidades para trabajar en equipo y resolver problemas técnicos y de producción en la manufactura avanzada, y se evaluarán las aplicaciones y contextos industriales de estas técnicas. El criterio de calidad será una comprensión analítica sólida de la manufactura avanzada, su selección y uso adecuado.
--	---

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Introducción a SolidWorks y herramientas de diseño 2D y 3D	Utilizar herramientas básicas de diseño asistido por computadora para representar geometrías 2D y 3D con precisión, mediante ejercicios guiados, en un entorno de laboratorio, fomentando pensamiento crítico.
Práctica No. 2	Ejercicios prácticos de diseño en SolidWorks	Modelar piezas tridimensionales utilizando operaciones de extrusión y corte para comprender la geometría aplicada al diseño mecánico, bajo instrucciones técnicas, en software CAD, desarrollando precisión y análisis espacial.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia II Diseñar y modelar piezas utilizando CAD/CAM y programación CNC, seleccionando y aplicando adecuadamente diferentes materiales y procesos de fabricación avanzados. Analizar y evaluar los diferentes componentes del CAD/CAM y comprender sus diferentes aplicaciones y usos en la industria. Aplicar los fundamentos y la programación CNC para la manufactura en CAM utilizando software, integrando el proceso de diseño y fabricación. Con la finalidad de desarrollar habilidades avanzadas para trabajar en equipo y resolver problemas técnicos y de producción en un contexto industrial, cumpliendo con criterios de calidad que demuestren una comprensión sólida..
--	---

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 3	Introducción al CAM en SolidWorks	Aplicar funciones básicas de manufactura asistida por computadora para generar trayectorias de maquinado iniciales, utilizando el módulo CAM, en entorno virtual, desarrollando pensamiento lógico.
Práctica No. 4	Ejercicios de diseño CAM en SolidWorks	Simular trayectorias de maquinado optimizando parámetros de corte para mejorar la eficiencia del proceso, mediante SolidWorks CAM, en prácticas guiadas, promoviendo toma de decisiones técnicas.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia III Fundamentar las implicaciones y limitaciones de la impresión 3D en la industria manufacturera, incluyendo su impacto en la cadena de suministro y la sostenibilidad ambiental. A través del modelado paramétrico orientado a la fabricación 3D, los estudiantes crearán y optimizarán piezas y productos para la impresión 3D, utilizando técnicas avanzadas como FDM (Modelado por Depósito Fundido) y SLS (Sinterización Selectiva por Láser) generando ideas innovadoras y creativas sobre cómo la impresión 3D puede transformar la fabricación en diversas industrias y presenten soluciones prácticas para los desafíos y limitaciones de esta tecnología dentro de la industria 4.0
--	---

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 5	Diseño de piezas para impresión 3D: modelado paramétrico	Diseñar modelos 3D con parámetros ajustables para manufactura aditiva, utilizando software CAD, en sesiones de laboratorio, promoviendo creatividad e innovación.
Práctica No. 6	Impresión de modelos 3D: proceso y análisis	Imprimir modelos físicos desde archivos STL para verificar precisión y funcionalidad, usando tecnología FDM, en entorno seguro y controlado, desarrollando análisis técnico y mejora continua.



PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	1. Introducción a SolidWorks y herramientas de diseño 2D y 3D
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Utilizar herramientas básicas de diseño asistido por computadora para representar geometrías 2D y 3D con precisión, mediante ejercicios guiados, en un entorno de laboratorio, fomentando pensamiento crítico.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El diseño asistido por computadora (CAD) es un pilar fundamental en la manufactura moderna. SolidWorks es un software paramétrico que permite crear modelos tridimensionales de piezas y ensamblajes, así como dibujos técnicos en 2D. Su uso mejora la precisión, reduce errores de manufactura y permite simular y verificar el comportamiento de los productos antes de ser fabricados. Esta práctica brinda una introducción al entorno de trabajo, operaciones básicas y los principios fundamentales del modelado en ingeniería.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora con sistema operativo Windows 10 o superior. • Software SolidWorks versión educativa (2018 o posterior). • Mouse con scroll o ratón ergonómico. • Bitácora de laboratorio o libreta de apuntes. • Manual técnico introductorio de SolidWorks (digital o impreso). • Acceso a proyector o pantalla para explicación grupal (si aplica).

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Iniciar sesión en la estación de trabajo asignada y abrir SolidWorks. 2. Explorar la interfaz gráfica: menús, árbol de operaciones, barra de herramientas y área de trabajo. 3. Seleccionar la opción <i>Nuevo archivo</i> y crear una <i>pieza (part)</i>. 4. Elegir un plano de boceto (top, front o right) y trazar geometrías básicas (línea, rectángulo, círculo). 5. Acotar el boceto con cotas inteligentes. 6. Aplicar la operación extrude boss/base para dar volumen al boceto. 7. Practicar la herramienta revolve con un boceto circular. 8. Guardar el archivo con nomenclatura asignada por el facilitador. 9. Cerrar sesión correctamente. Precauciones: • No modificar unidades sin supervisión. • Asegurarse de guardar frecuentemente los avances. • Utilizar correctamente el mouse para evitar errores de orientación espacial.

RESULTADOS ESPERADOS

- Creación exitosa de una pieza 3D con al menos dos operaciones básicas (extrusión y revolución).
- Dominio básico de navegación en el entorno CAD.
- Archivos guardados correctamente (.SLDPRT).
- Participación activa en retroalimentación.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué ventajas ofrece el modelado 3D frente al dibujo técnico tradicional?
- ¿Qué dificultades encuentras al utilizar las herramientas básicas de boceto?
- ¿Cómo influye la correcta acotación en la precisión del modelo?
- ¿Qué operaciones del software te parecieron más intuitivas o complejas?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica introduce a los estudiantes al uso de herramientas CAD aplicadas en la manufactura moderna. El dominio del diseño 2D y 3D es esencial para representar productos con precisión antes de fabricarlos, lo cual permite optimizar recursos, reducir errores y comunicar ideas técnicas de forma profesional. El aprendizaje adquirido sienta las bases para futuras prácticas de manufactura asistida y prototipado.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Dibujar una figura distinta con al menos dos operaciones básicas (extrusión y corte).
- Investigar qué industrias utilizan SolidWorks en procesos de diseño biomédico.
- Realizar un diagrama comparativo entre diseño manual y diseño CAD.
- Grabar un breve video (opcional) explicando el proceso de modelado paso a paso.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

FUENTES DE INFORMACIÓN

SolidWorks Corporation. (2018). SolidWorks Help Documentation. Recuperado de <https://help.solidworks.com/>

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES (NOM, ISO, etc.):

- **ISO 10303 (STEP):** Estándar para el intercambio de datos de producto CAD entre sistemas.
- **ISO 16792:** Documentación técnica de productos - Requisitos para la digitalización de dibujos.
- **ISO 5459:** Especificación geométrica de productos (GPS) - Sistema de referencia y especificación.
- **NOM-017-STPS-2008:** Uso de equipo de protección personal.
- **ISO 9001:2015:** Gestión de calidad en procesos técnicos y documentales.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	2. Ejercicios prácticos de diseño en SolidWorks
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Modelar piezas tridimensionales utilizando operaciones de extrusión y corte para comprender la geometría aplicada al diseño mecánico, bajo instrucciones técnicas, en software CAD, desarrollando precisión y análisis espacial.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El diseño paramétrico permite que las piezas modeladas puedan modificarse rápida y eficientemente mediante la alteración de dimensiones, relaciones y condiciones geométricas. En SolidWorks, se utilizan herramientas como extrusión , corte , redondeo , matrices y simetría , las cuales permiten crear diseños precisos y complejos. Esta práctica busca reforzar la comprensión del entorno CAD a través del desarrollo de piezas técnicas funcionales, simulando condiciones reales de manufactura.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
❖ Computadora con SolidWorks instalado (versión educativa 2018 o superior). ❖ Mouse con rueda para navegación 3D. ❖ Manual técnico o guía de ejercicios de modelado. ❖ Bitácora o libreta de apuntes para registrar croquis y observaciones. ❖ Proyector o pantalla (si se trata de una práctica grupal guiada por el facilitador).

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Abrir SolidWorks y crear un nuevo archivo de pieza (.SLDPRT). 2. Crear bocetos en planos base (frontal, superior o lateral). 3. Aplicar cotas y restricciones para definir el perfil del modelo. 4. Usar herramientas de extrusión y corte para construir la geometría 3D. 5. Aplicar operaciones adicionales si el diseño lo requiere (fillet, chaflán). 6. Crear vistas isométricas y ortogonales del modelo. 7. Guardar el archivo final con nombre técnico adecuado. 8. Documentar el proceso con capturas de pantalla y notas reflexivas en la bitácora. Precauciones: • Validar las unidades de trabajo antes de iniciar el diseño. • Verificar que las cotas estén completamente definidas. • Guardar frecuentemente para evitar pérdida de información.

RESULTADOS ESPERADOS
• Dos modelos 3D completos con al menos 4 operaciones distintas cada uno. • Archivos funcionales sin errores en el árbol de operaciones. • Uso correcto de cotas, restricciones y operaciones básicas. • Bitácora con capturas o esquemas y descripción de pasos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué operaciones permitieron mayor libertad en el diseño?
- ¿Qué errores surgieron al no definir correctamente las cotas o relaciones?
- ¿Cómo se puede modificar el diseño original sin rehacer el modelo?
- ¿Cuál fue la operación más compleja de aplicar y por qué?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica fortalece la capacidad del estudiante para interpretar especificaciones técnicas y convertirlas en modelos tridimensionales mediante operaciones clave como extrusión y corte. Dominar estas herramientas es esencial para el diseño mecánico en entornos biomédicos, donde la precisión y la geometría funcional influyen directamente en la calidad del producto final.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Realizar una versión alternativa de la pieza usando diferentes dimensiones.
- Diseñar una pieza inspirada en un componente biomédico (carcasa, soporte, adaptador).
- Comparar el diseño creado con un plano técnico tradicional (a mano o impreso).
- Generar el archivo STL de la pieza para futura impresión 3D.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Crterios de evaluacin	Entrega de reporte de prctica individual conforme a la rbrica institucional.
Rbricas o listas de cotejo para valorar desempeo	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prcticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, prctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la prctica. - Introduccin (breve explicacin del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y especficos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y caractersticas relevantes). - Procedimiento o metodologa (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, grficas, esquemas, mediciones). - Anlisis de resultados (respuestas a preguntas gua, discusin de datos). - Conclusiones (relacin con teora y aplicacin prctica). - Fuentes de informacin (en formato APA 7ª edicin). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografas, hojas de datos).

FUENTES DE INFORMACIÓN

SolidWorks Corporation. (2018). SolidWorks Help Documentation. Recuperado de <https://help.solidworks.com/>

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

- **ISO 16792:** Requisitos de documentación técnica digital para productos.
- **ISO 10303 (STEP):** Intercambio de datos entre sistemas CAD.
- **ISO 1101 / ISO 5459:** Tolerancias y especificaciones geométricas.
- **ISO 7200:** Presentación de información en planos técnicos.
- **NOM-017-STPS-2008:** Equipos de protección personal (aplicable si se integra impresión 3D).
- **ISO 9001:2015:** Gestión de calidad en documentación técnica.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	3. Introducción al CAM en SolidWorks
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Aplicar funciones básicas de manufactura asistida por computadora para generar trayectorias de maquinado iniciales, utilizando el módulo CAM, en entorno virtual, desarrollando pensamiento lógico.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La manufactura asistida por computadora (CAM) es el uso de software especializado para planear, gestionar y simular procesos de mecanizado, como el fresado o torneado. En SolidWorks CAM, los modelos 3D diseñados previamente se transforman en trayectorias de herramientas (toolpaths) que definen el movimiento de máquinas CNC. Esta práctica permite al estudiante comprender el flujo básico CAM: definición de la pieza, reconocimiento de operaciones, selección de herramientas y simulación de maquinado.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Computadora con SolidWorks CAM habilitado (versión 2018 o posterior).
- Modelo 3D previo (.SLDPRT) generado en prácticas anteriores.
- Ratón con scroll.
- Bitácora de laboratorio del estudiante.
- Manual o guía de SolidWorks CAM (opcional, digital o impresa).

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Abrir SolidWorks y cargar el archivo de pieza (.SLDPRT) previamente modelado.
2. Activar el complemento **SolidWorks CAM** desde el menú "Complementos".
3. Crear un nuevo "Job Setup" e indicar los parámetros iniciales de maquinado.
4. Seleccionar el tipo de material y dimensiones de la pieza bruta (stock).
5. Ejecutar el reconocimiento automático de operaciones (Automatic Feature Recognition).
6. Asignar herramientas predeterminadas y parámetros de corte.
7. Generar los toolpaths y simular el proceso de maquinado.
8. Guardar el proyecto CAM y documentar el procedimiento con capturas en la bitácora.

Precauciones:

- Verificar que el modelo esté completamente definido antes de generar trayectorias.
- No alterar parámetros sin comprender su impacto en el proceso.
- Simular siempre antes de exportar para evitar colisiones.

RESULTADOS ESPERADOS

- Configuración CAM completa sobre una pieza funcional.
- Simulación exitosa del proceso de maquinado con identificación de trayectorias.
- Bitácora con capturas de pantalla de cada etapa del proceso.
- Comprensión básica del flujo de trabajo CAM.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué pasos consideraste más críticos para definir correctamente el maquinado?
- ¿Qué diferencias encontraste entre el diseño CAD y el entorno CAM?
- ¿Cómo influye la elección de herramienta y material en la simulación?
- ¿Qué errores identificaste y cómo los corregiste en la simulación?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica representa el puente entre el diseño digital y la manufactura automatizada. El estudiante entiende cómo transformar un modelo 3D en instrucciones para una máquina CNC. Se fortalece así la lógica secuencial de producción y la comprensión del entorno CAM como parte fundamental de la ingeniería de manufactura moderna.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Cambiar el tipo de herramienta y comparar las diferencias en el tiempo de maquinado.
- Simular el proceso con diferentes materiales (aluminio, acero, plástico).
- Investigar cómo se exporta el código G desde SolidWorks CAM.
- Generar un diagrama de flujo que explique el proceso CAM paso a paso.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

FUENTES DE INFORMACIÓN

Valencia, A. (2016). *Procesos de Manufactura Asistidos por Computadora*. Alfaomega.
SolidWorks Corporation. (2018). SolidWorks CAM Tutorials. Recuperado de <https://help.solidworks.com/>

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

- **ISO 14649 (STEP-NC):** Lenguaje estándar para programación de máquinas herramienta CNC.
- **ISO 10791:** Ensayos de precisión para centros de maquinado.
- **ISO 9001:2015:** Gestión de calidad en procesos industriales.
- **NOM-017-STPS-2008:** Equipos de protección personal.
- **ISO 13399:** Representación digital de herramientas de corte.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	4. Ejercicios de diseño CAM en SolidWorks
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Simular trayectorias de maquinado optimizando parámetros de corte para mejorar la eficiencia del proceso, mediante SolidWorks CAM, en prácticas guiadas, promoviendo toma de decisiones técnicas.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Una vez comprendido el flujo básico de manufactura asistida por computadora (CAM), el siguiente paso es personalizar trayectorias de corte para optimizar recursos como tiempo, precisión y desgaste de herramientas. En esta etapa se modifican parámetros como profundidad de corte, velocidad de avance, tipo de herramienta y secuencia de operaciones. SolidWorks CAM permite la edición manual de operaciones, visualización avanzada de simulaciones y comparación entre configuraciones de maquinado, fomentando el pensamiento crítico en ingeniería.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora con SolidWorks y SolidWorks CAM activado. • Mouse con scroll. • Modelo de pieza base diseñado previamente (.SLDPRT). • Guía o manual de estrategias de maquinado. • Libreta o bitácora técnica para registrar configuraciones y observaciones.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Abrir SolidWorks y cargar la pieza diseñada previamente. 2. Acceder al entorno CAM y revisar el setup inicial. 3. Modificar parámetros clave de trayectorias: profundidad de pasada, tipo de operación, velocidad de avance y RPM. 4. Seleccionar herramientas específicas según el tipo de operación (fresado exterior, cavidades, ranurado). 5. Ejecutar la simulación y observar el comportamiento del maquinado. 6. Comparar dos configuraciones distintas en términos de tiempo de corte y eficiencia. 7. Documentar los cambios realizados y resultados obtenidos en la bitácora. Precauciones: • Asegurarse de seleccionar herramientas adecuadas para el material. • Evitar trayectorias que generen colisiones o sobrecargas en la simulación. • Verificar unidades y parámetros de maquinado antes de procesar.

RESULTADOS ESPERADOS

- Dos versiones optimizadas de trayectorias de corte generadas.
- Simulaciones con tiempos y recorridos distintos.
- Registro de observaciones técnicas y captura de simulaciones en la bitácora.
- Justificación técnica de decisiones tomadas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué impacto tuvo modificar la velocidad de avance en la simulación?
- ¿Cuál fue la diferencia entre usar una herramienta general y una especializada?
- ¿Cómo afecta la profundidad de corte al tiempo total del maquinado?
- ¿Qué combinación de parámetros resultó más eficiente para esta pieza?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica permite al estudiante experimentar con configuraciones avanzadas de maquinado, lo que refuerza el criterio técnico para la optimización de procesos. El análisis comparativo de estrategias fortalece la capacidad de tomar decisiones fundamentadas, una habilidad clave para la ingeniería de manufactura en entornos reales de producción.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Realizar un cuadro comparativo entre dos simulaciones con diferentes parámetros.
- Investigar qué significa “desbaste” y “acabado” en procesos CAM.
- Exportar código G correspondiente a la configuración optimizada.
- Simular un error común (como colisión o sobrecorte) y proponer una solución.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Planchard, D. C. (2021). *SolidWorks CAM 2021 Milling Training Manual*. SDC Publications.
- Dassault Systèmes. (2023). *SolidWorks CAM Advanced Features*. <https://www.solidworks.com/>

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

- **ISO 14649 (STEP-NC):** Estándar para el control numérico de máquinas.
- **ISO 10791:** Ensayos de precisión de centros de maquinado.
- **ISO 13399:** Representación y organización digital de herramientas de corte.
- **NOM-017-STPS-2008:** Equipos de protección personal.
- **ISO 9001:2015:** Sistema de gestión de calidad para manufactura técnica.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	5. Diseño de piezas para impresión 3D: modelado paramétrico
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Diseñar modelos tridimensionales aplicando principios de modelado paramétrico para generar geometrías funcionales, a partir de requerimientos técnicos, en software CAD, desarrollando creatividad e innovación.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El modelado paramétrico consiste en definir geometrías mediante parámetros controlables como dimensiones, fórmulas o relaciones, lo que permite modificar el diseño sin redibujar. Este tipo de modelado es esencial para la impresión 3D, ya que permite ajustar la geometría al proceso de fabricación. SolidWorks ofrece herramientas como relaciones de simetría, restricciones y cotas que permiten un control preciso de la forma. Esta práctica se enfoca en desarrollar una pieza con geometría funcional, lista para imprimirse posteriormente en formato STL.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora con SolidWorks (versión 2018 o posterior). • Ratón con scroll. • Bitácora del alumno para registro gráfico y reflexivo. • Manual de modelado paramétrico (opcional). • Archivo STL para validación previa de impresión (salida esperada).

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Crear un nuevo archivo de pieza (.SLDPRT) en SolidWorks. 2. Establecer unidades de trabajo en milímetros (mm). 3. Diseñar un boceto 2D con relaciones geométricas adecuadas. 4. Aplicar cotas y fórmulas que definan el comportamiento del diseño. 5. Realizar operaciones 3D: extrusión, corte, redondeo, simetría, etc. 6. Validar que el diseño sea totalmente paramétrico (sin cotas indefinidas). 7. Exportar el archivo en formato STL para impresión 3D. 8. Documentar el proceso y reflexionar sobre decisiones de diseño. Precauciones: • Validar la correcta relación entre parámetros para evitar conflictos geométricos. • Verificar que la geometría sea cerrada y sólida antes de exportar a STL. • Utilizar dimensiones razonables que correspondan con las capacidades de la impresora.

RESULTADOS ESPERADOS
• Archivo STL válido y funcional para impresión 3D. • Modelo paramétrico editable y adaptable. • Bitácora con evidencias del proceso de diseño y razonamientos técnicos. • Alineación entre diseño, funcionalidad y posibilidad de manufactura.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué ventajas observaste en el uso del modelado paramétrico frente al diseño libre?
- ¿Qué elementos del diseño son clave para garantizar la impresión sin errores?
- ¿Cómo afectaría un parámetro mal definido a toda la geometría?
- ¿Qué aplicaciones reales tendría tu diseño en el área biomédica o manufacturera?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica desarrolla habilidades para crear modelos tridimensionales paramétricos, fundamentales para la fabricación aditiva. El alumno comprende cómo una estructura bien definida permite adaptar el diseño según las necesidades funcionales o de manufactura, fortaleciendo competencias clave como la innovación, la adaptabilidad técnica y la preparación para la impresión 3D.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Crear una tabla de diseño para modificar parámetros automáticamente.
- Realizar una versión optimizada del diseño con menor volumen.
- Investigar casos reales de uso de impresión 3D en ingeniería biomédica.
- Analizar el diseño desde la perspectiva de resistencia estructural o estabilidad.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Planchard, D. C. (2020). *Engineering Design with SolidWorks 2020*. SDC Publications.
- Dassault Systèmes. (2023). *SolidWorks Help Documentation*. <https://www.solidworks.com/>

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

- **ISO/ASTM 52900:2021:** Vocabulario general de tecnologías de manufactura aditiva.
- **ISO 10303-21 (STEP):** Intercambio de datos de producto CAD.
- **ISO 527-2:** Propiedades mecánicas de plásticos para impresión 3D.
- **NOM-017-STPS-2008:** Seguridad en el uso de equipo de protección personal (aplicable al ambiente de manufactura).
- **ISO 9001:2015:** Gestión de calidad en diseño y manufactura.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	6. Impresión de modelos 3D: proceso y análisis
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Imprimir modelos físicos desde archivos STL para verificar precisión y funcionalidad, usando tecnología FDM, en entorno seguro y controlado, desarrollando análisis técnico y mejora continua.

FUNDAMENTO TEÓRICO
La fabricación aditiva o impresión 3D permite construir objetos capa por capa a partir de modelos digitales. Esta tecnología es usada ampliamente en prototipado rápido y fabricación de piezas funcionales. En esta práctica se utiliza una impresora FDM (Modelado por Deposición Fundida), donde se controlan parámetros como temperatura, tipo de material, altura de capa y velocidad. El proceso de impresión requiere considerar ajustes de soporte, orientación de la pieza y calidad de mallado STL. Esta actividad cierra el ciclo CAD–CAM–FAB, integrando teoría, diseño y manufactura real.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora con software de slicing (e.g., Ultimaker Cura o PrusaSlicer). • Archivo STL del modelo a imprimir. • Impresora 3D FDM (PLA o ABS). • Filamento PLA o ABS (1.75 mm). • Espátula, cinta de pintor y alcohol isopropílico. • Bitácora de laboratorio. • Guantes y gafas de seguridad (opcional pero recomendable).

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Abrir el software de slicing e importar el archivo STL. 2. Configurar parámetros de impresión: altura de capa, densidad de relleno, temperatura de extrusión y cama. 3. Revisar vista previa de capas e identificar necesidad de soportes o adhesión a la cama. 4. Exportar el archivo G-code. 5. Preparar la impresora 3D: limpieza de cama, carga de filamento y nivelación. 6. Transferir el G-code a la impresora e iniciar la impresión. 7. Supervisar el proceso y documentar el tiempo total y observaciones. 8. Evaluar el modelo impreso y registrar conclusiones. Precauciones: • No tocar partes calientes de la impresora. • No mover la cama durante la impresión. • Usar superficie nivelada y adherente. • Ventilar el área si se imprime con ABS.

RESULTADOS ESPERADOS

- Pieza impresa con geometría definida y sin fallos estructurales.
- Bitácora con parámetros utilizados, tiempos y observaciones del proceso.
- Validación del diseño digital como pieza física funcional.
- Reflexión sobre ajustes necesarios para mejorar la manufactura.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿El modelo impreso conserva las dimensiones esperadas?
- ¿Se presentaron errores como *warping*, *stringing* o capas desalineadas?
- ¿Qué configuración influyó más en el resultado final?
- ¿Qué modificaciones aplicarías en una segunda impresión?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Con esta práctica, el alumno cierra el ciclo completo de diseño y manufactura mediante tecnologías digitales. Se valida el modelo digital como una pieza física, entendiendo el impacto de los parámetros de impresión en la calidad final. Se fortalece así la autonomía técnica, el pensamiento crítico y la valoración del diseño funcional en entornos reales.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Repetir la impresión con diferentes configuraciones (altura de capa, relleno).
- Realizar prueba funcional de la pieza (ensamble, resistencia o movimiento).
- Documentar un estudio de fallas en piezas con errores de impresión.
- Investigar otros métodos de impresión 3D y sus ventajas/desventajas.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- 3D Hubs. (2021). *The 3D Printing Handbook*. 3D Hubs B.V.
- Ultimaker. (2023). *Cura User Manual*. <https://ultimaker.com>

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

- **ISO/ASTM 52900:2021:** Terminología general para tecnologías de fabricación aditiva.
- **ISO/ASTM 52901:** Requisitos generales para procesos de impresión 3D.
- **NOM-017-STPS-2008:** Uso de equipo de protección personal.
- **ISO 9001:2015:** Gestión de calidad aplicable al control del proceso de manufactura.
- **ISO 527-2:** Ensayos mecánicos en materiales plásticos (aplicable a filamentos PLA/ABS).



ANEXOS

Ejemplo de Reporte de Práctica de Laboratorio

Universidad Estatal de Sonora
Ingeniería en Biomédica
Asignatura: Ingeniería de Manufactura

Nombre del alumno: _____
Matrícula: _____
Nombre del docente: _____
Número y nombre de la práctica: _____
Fecha de realización: _____
Fecha de entrega: _____

1. Objetivo de la práctica

Aplicar funciones básicas de manufactura asistida por computadora para generar trayectorias de maquinado iniciales utilizando el módulo CAM de SolidWorks.

2. Fundamento teórico (síntesis redactada por el alumno)

[El alumno deberá redactar una síntesis breve sobre los conceptos técnicos utilizados: manufactura asistida por computadora, trayectorias de herramienta, tipos de operaciones CAM, etc.]

3. Materiales y equipo utilizado

- Computadora con SolidWorks CAM
- Modelo 3D (*.SLDPRT*) de pieza técnica
- Bitácora de laboratorio
- Ratón y teclado
- Manual CAM (digital o impreso)

4. Desarrollo / Procedimiento

[Descripción paso a paso de las acciones realizadas en el entorno CAM. Incluir capturas de pantalla numeradas con sus respectivas explicaciones.]

1. Se abrió el archivo *.SLDPRT* modelado previamente.
2. Se activó el módulo SolidWorks CAM y se configuró el "Job Setup".
3. Se definió el material y dimensiones del stock.
4. Se realizó el reconocimiento automático de operaciones.
5. Se asignaron herramientas y parámetros de corte.
6. Se simuló el maquinado y se exportó el resultado.

5. Resultados obtenidos

[Capturas de las simulaciones, trayectorias generadas, tiempo de corte estimado, archivo guardado. Puede incluir comparativas si se probaron configuraciones distintas.]

6. Análisis de resultados

- ¿Qué funciones fueron esenciales para definir correctamente el maquinado?
- ¿Qué errores se presentaron en la simulación y cómo fueron corregidos?
- ¿Qué parámetros fueron más críticos para mejorar el rendimiento?

7. Conclusiones

[Relación entre los conceptos teóricos y el trabajo realizado. Opinión sobre la utilidad del software CAM en la industria. Aprendizajes clave.]

8. Reflexión individual

[Comentario personal del alumno sobre su experiencia, retos enfrentados, posibles aplicaciones del conocimiento en su carrera profesional.]

9. Actividades complementarias (opcional)

[Evidencias de actividades adicionales realizadas, como simulaciones alternativas, exportación de código G, diseño de flujos de proceso, etc.]

10. Bibliografía o fuentes consultadas (formato APA 7ª edición)

Groover, M. P. (2013). *Automatización, producción y sistemas de manufactura flexible*. McGraw-Hill.
Dassault Systèmes. (2023). *SolidWorks CAM User Guide*. <https://www.solidworks.com>



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu