

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	CAD/CAM e Impresión en 3D
<b>Clave de la asignatura:</b>	BIF-1703
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Biomédica

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Biomédico la capacidad para realizar diseños de piezas y/o partes y manufacturarlos en máquinas CAD/CAM o realizarlos en impresoras 3D utilizando los materiales disponibles. Para integrarla se ha hecho un análisis de los diversos procesos de maquinado disponibles, identificando los temas que tienen una mayor aplicación en el quehacer profesional del Ingeniero Biomédico para la realización de piezas y/o partes para diseños de prótesis o mecanismos.</p> <p>Puesto que esta materia dará soporte a otras en la especialidad, se inserta al final de la trayectoria escolar con el objetivo de que los estudiantes puedan realizar prótesis biónicas. De manera particular, lo trabajado en esta asignatura se aplica en el estudio de los temas: definir e identificar los diferentes sistemas de manufactura que existen incluida la manufactura integrada por computadora, explora la técnica de diseño en computadora (CAD) y la manufactura a través de la computadora (CAM) utilizando control numérico computarizado (CNC), para finalizar con el diseño y la impresión de piezas y/o partes en impresoras de 3 dimensiones.</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>Se organiza el temario, en cinco unidades, agrupando los contenidos fundamentales de los sistemas de manufactura en la primera unidad, así como conocer los diferentes sistemas de manufactura que existen haciendo énfasis en la Manufactura Integrada por Computadora.</p> <p>En la segunda unidad se define el significado del Diseño Asistido por Computadora (CAD – por sus siglas en inglés Computer Aided Design) así como el proceso de diseño de ingeniería que se debe de utilizar para el desarrollo de una pieza y/o parte para cerrar con la utilización de software CAD para realizar diseños.</p> <p>Pasando a la tercera unidad se analizará el proceso de manufacturación de una parte y/o pieza utilizando Manufactura Asistida por Computadora (CAM – por sus siglas en inglés</p>

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Computer Aided Manufacturing). Se explorará la programación de máquinas herramientas con código G y la utilización de software CAM, para posteriormente llevarlas a la práctica con la manufacturación de piezas de prueba.

Continuando con el programa, en la cuarta unidad comprende la integración de las técnicas CAD y CAM para realizar diseños en software CAD y que el software sea capaz de generar los códigos de manera automática para que la maquina CNC las manufacture.

Por último, en la quinta unidad se analizan las opciones de realización de diseños de ingeniería de partes y/o piezas para ser manufacturadas o impresas en equipos de impresión de 3D con los diferentes materiales disponibles.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades y el aprendizaje para la comprensión, identificación, experimentación y manufactura de partes y/o piezas con trabajo en equipo; asimismo, propiciar procesos intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus estudiantes para que ellos registren y analicen los datos obtenidos y den una conclusión de los mismos al resto de la clase.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias cotidianas; se busca que el alumno tenga el primer contacto conceptual y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

**3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa**

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Observaciones</b>
Instituto Tecnológico de Hermosillo, 17 de Febrero del 2016	Academia de Ingeniería Biomédica	Reunión de la academia de Ing. Biomédica en desarrollo y formación de competencias profesionales de la Carrera.

**4. Competencia(s) a desarrollar**

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende el proceso de diseño de ingeniería para poder utilizarlo en el diseño y construcción de partes y/o piezas de diferentes materiales.</li> <li>• Analiza el funcionamiento de las técnicas de diseño y manufactura asistida por computadora y utilizarla para el diseño y construcción de partes y/o piezas que puedan ser utilizadas en el diseño de prótesis.</li> <li>• Aprende a diseñar partes y/o piezas para ser impresas en impresoras de 3D.</li> </ul>

**5. Competencias previas**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programación en cualquier lenguaje.</li> <li>• Aplica las propiedades físicas de los materiales.</li> <li>• Manejo de máquinas herramientas.</li> <li>• Interpretación de dibujos y planos de ingeniería.</li> </ul>
---

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a los Sistemas de Manufactura.	1.1. Conceptos Básicos. 1.2. Desarrollo Histórico. 1.3. Procesos tradicionales de manufactura. 1.4. Manufactura Integrada por computadora.
2	Diseño Asistido por Computadora (CAD).	2.1 Fundamentos. 2.2 Desarrollo histórico. 2.3 Proceso de diseño de ingeniería. 2.4 Diseño utilizando software CAD. 2.5 Software CAD. 2.5.1 SolidWorks. 2.5.2 BobCAD.
3	Manufactura Asistida por computadora (CAM).	3.1 Fundamentos. 3.2 Programación CNC. 3.3 Manufactura en CAM. 3.4 Software CAM 3.4.1 WinNC. 3.4.2 Master CAM.
4	CAD/CAM.	4.1 Definiciones. 4.2 El CAD/CAM en el proceso de diseño y Fabricación. 4.3 Desarrollo histórico. 4.4 Componentes del CAD/CAM. 4.5 Integración CAD/CAM. 4.6 Aplicaciones y usos del CAD/CAM.
5	Impresión en 3D.	5.1 La impresión 3D. Principios y conceptos, aplicaciones y proyección. 5.2 Modelado paramétrico orientado a la fabricación 3D. 5.3 Impresión 3D con FDM y SLS. 5.4 Aplicaciones avanzadas de la impresión 3D.

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>Introducción a los Sistemas de Manufactura.</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el origen de la manufactura así como sus principios básicos</li> <li>• Conocer los diferentes sistemas de manufactura que se han utilizado así como su desarrollo histórico.</li> <li>• Conocer la filosofía de Manufactura Integrada por Computadora y su desarrollo histórico.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las diferencias entre los diferentes sistemas de manufactura.</li> <li>• Conocer las ventajas y desventajas de cada uno de los diferentes sistemas de manufactura.</li> <li>• Realizar investigación, selección y análisis en distintas fuentes de información respecto a los sistemas de manufactura.</li> <li>• Intercambiar y argumentar las ideas acerca de las filosofías de manufactura.</li> <li>• Desarrollar actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis que lo lleven a la investigación, aplicación de conocimientos y solución de problemas.</li> </ul>
<b>Diseño Asistido por Computadora (CAD).</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje

<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los principios básicos de operación del Diseño Asistido por Computadora (CAD).</li> <li>• Conocer el desarrollo histórico del CAD.</li> <li>• Aprender a utilizar el proceso de diseño de ingeniería para el diseño de partes y/o piezas.</li> <li>• Aprender a utilizar software especializado de CAD.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los diferentes elementos que conforman el Diseño Asistido por Computadora.</li> <li>• Conocer las ventajas y desventajas de utilizar CAD en el diseño.</li> <li>• Realizar investigación, selección y análisis en distintas fuentes de información respecto a los diferentes softwares especializados de CAD que existen en el mercado.</li> <li>• Intercambiar y argumentar las ideas acerca del diseño en ingeniería.</li> <li>• Resolver problemas que permitan la integración del contenido de la asignatura en el estudiante para su análisis y solución.</li> <li>• Desarrollar actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis que lo lleven a la investigación, aplicación de conocimientos y solución de problemas.</li> </ul>
<p><b>Manufactura Asistida por Computadora (CAM).</b></p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los principios básicos de operación de la Manufactura Asistida por Computadora (CAM).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los diferentes elementos que conforman la Manufactura Asistida por Computadora.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el desarrollo histórico del CAM.</li> <li>• Aprender a utilizar el proceso de diseño de ingeniería para la manufacturación de partes y/o piezas.</li> <li>• Aprender a utilizar software especializado de CAM.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las ventajas y desventajas de utilizar CAM en la fabricación de piezas y/o partes.</li> <li>• Realizar investigación, selección y análisis en distintas fuentes de información respecto a los diferentes softwares especializados de CAM que existen en el mercado.</li> <li>• Intercambiar y argumentar las ideas acerca del maquinado industrial.</li> <li>• Resolver problemas que permitan la integración del contenido de la asignatura en el estudiante para su análisis y solución.</li> <li>• Desarrollar actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis que lo lleven a la investigación, aplicación de conocimientos y solución de problemas.</li> </ul>
<b>CAD/CAM.</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los principios básicos de operación de CAD/CAM.</li> <li>• Conocer el desarrollo histórico del CAD/CAM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar cómo se integran las técnicas CAD y CAM para la manufactura.</li> <li>• Conocer las ventajas y desventajas de utilizar CAD/CAM en el diseño y manufactura de piezas y/o partes.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender a integrar en el proceso de diseño de ingeniería de partes y/o piezas las técnicas CAD y CAM.</li> <li>• Aprender a integrar el software especializado de CAD con el CAM.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar investigación, selección y análisis en distintas fuentes de información respecto a los diferentes softwares especializados de CAD/CAM que existen en el mercado y como se integran.</li> <li>• Intercambiar y argumentar las ideas acerca del maquinado CNC.</li> <li>• Resolver problemas que permitan la integración del contenido de la asignatura en el estudiante para su análisis y solución.</li> <li>• Desarrollar actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis que lo lleven a la investigación, aplicación de conocimientos y solución de problemas.</li> </ul>
<p><b>Impresión en 3D.</b></p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>El estudiante adquirirá los conocimientos, habilidades, y competencias que le permitan modelar y gestionar tecnología paramétrica e impresión 3D.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar cuales son los principios utilizados en la impresión en 3D.</li> <li>• Conocer las ventajas y desventajas de utilizar la impresión en 3D en el diseño y manufactura de piezas y/o partes.</li> <li>• Realizar investigación, selección y análisis en distintas fuentes de información respecto a las</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	<p>diferentes impresoras de 3D que existen en el mercado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intercambiar y argumentar las ideas acerca del imprimir con diversos materiales.</li> <li>• Resolver problemas que permitan la integración del contenido de la asignatura en el estudiante para su análisis y solución.</li> <li>• Desarrollar actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis que lo lleven a la investigación, aplicación de conocimientos y solución de problemas.</li> </ul>
--	---

## 8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar una práctica de diseño de una pieza en software CAD.</li> <li>• Manufacturar la pieza diseñada en una máquina herramienta CNC a partir del diseño en CAD.</li> <li>• Desarrollar una práctica de impresión de una pieza en una impresora de 3D.</li> </ul>
---

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitaria, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Tareas de investigación.
- Participación.
- Trabajo individual y en equipo.
- Prácticas de laboratorio.
- Elaboración de prototipos.
- Proyecto de investigación.
- Reporte de las visitas industriales.
- Examen escrito.

## 11. Fuentes de información

- Computer Aided Manufacturing by Tien Chien Chang, Pearson Education.
- Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing by by Groover, Pearson Education.
- CNC programming – Dr. S.K.Sinha – Golgotia publications.
- Flexible Manufacturing Cells and System -William. W. Luggen Prentice Hall, England Cliffs, New jersey.
- P.Radhakrishnan, " Computer Numerical Control ", New Central Book Agency,1992.
- Computer integrated manufacturing -S. Kant Vajpayee – Prentice Hall of India.
- Computer Aided Manufacturing- Rao, Tewari, Kundra, McGraw Hill, 1993.
- CAD/CAM, Principles and Applications –P N Rao, McGraw Hill, 2010.
- CAD/CAM, Introduction, -Ibrahim Zeid, Tata McGraw Hill, 2007.
- CAD/CAM, Groovers and Zimmers, Pearson.
- Mikell P. Groover; 1997; Fundamentos de manufactura moderna; Editorial Prentice may/Hispanoamericana S. A.
- Imai, Mazaki. (1998); Kaizen. La clave de la Ventaja Competitiva Japonesa, Ed. CECSA, México
- Ohno, Taiichi. (1991); El Sistema de Producción Toyota, más allá de la Producción a Gran Escala, Ed. Ediciones Gestión 2000, S.A., España.
- Schonberger, Richard J. (1999); Manufactura de Clase Mundial para el Nuevo Siglo, Ed. Grupo Editorial Norma, Colombia.
- Kai Chua, Fai Leong (2014); 3D Printing and Additive Manufacturing, Principles and Applications; World Scientific.
- Hod Lipson, Melba Kurman (2014); La Revolución de la Impresión 3D, Anaya Multimedia.