

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

## COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL

### PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

- 1. Unidad Académica:** Facultad de Arquitectura y Diseño, Mexicali; y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y la Tecnología, Valle de las Palmas.
- 2. Programa Educativo:** Licenciado en Diseño Industrial
- 3. Plan de Estudios:** 2021-2
- 4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Biomecánica y Diseño Industrial
- 5. Clave:** 40192
- 6. HC: 00 HT: 03 HL: 03 HPC: 00 HCL: 00 HE: 00 CR: 06**
- 7. Etapa de Formación a la que Pertenece:** Terminal
- 8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Optativa
- 9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



#### Equipo de diseño de PUA

Andres Edén Vargas Maldonado  
Ariel Rubio Villegas

#### Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)

Daniela Mercedes Martínez Plata  
Paloma Rodríguez Valenzuela

**Fecha:** 02 de marzo de 2021

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje Biomecánica y Diseño Industrial tiene como finalidad que el alumno identifique las características clave para la generación de productos biomecánicos de recuperación, asistencia y soporte; haciendo uso de herramientas tecnológicas para reproducir digitalmente partes biológicas en las que se generará un dispositivo a medida, mismo que será analizado, proyectado digitalmente y/o fabricado físicamente para su implementación. Esta asignatura forma parte de la etapa terminal, es de carácter optativa, además corresponde al área de conocimiento Diseño.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar productos biomecánicos de recuperación, asistencia motriz y de carga, mediante la implementación de herramientas de desarrollo digitales y métodos de manufactura de prótesis, órtesis y férulas, para fabricar prototipos reales y virtuales, con disciplina, creatividad y actitud proactiva.

## **IV. EVIDENCIA(S) DE APRENDIZAJE**

Portafolio de evidencias que incluye archivos digitales de escaneo, modelado 3D, simulaciones de integridad estructural, configuraciones de manufactura y evidencias multimedia de la elaboración de un prototipo, material o digital.

Prototipo real o digital de un producto biomecánico.

## V. CONTENIDO

- 1.1. Anatomía, prótesis y órtesis
  - 1.1.1 Anatomía
  - 1.1.2. Prótesis y órtesis biónicas
    - 1.1.2.1. Materiales
    - 1.1.2.2. Propiedades mecánicas
  - 1.1.3. Prótesis y órtesis biomecánicas
    - 1.1.3.1. Análisis biomecánico
    - 1.1.3.2. Mecanismos
    - 1.1.3.3. Asistentes de movimiento
- 2.1. Dispositivos de asistencia y recuperación
  - 2.1.1. Asistencia postural
    - 2.1.1.1. Estructuras
    - 2.1.1.2. Distribución de cargas y esfuerzos
  - 2.1.2. Asistencia motriz
    - 2.1.2.1. Sistemas mecánicos
    - 2.1.2.2. Sistemas electromecánicos
- 3.1. Diseño bio-orgánico
  - 3.1.1. Anatomía y escaneo 3D
  - 3.1.2. Modelado digital con referencias orgánicas
  - 3.1.3. Simulación de manufactura
  - 3.1.4. Materiales de interfaz orgánica-fabricada
  - 3.1.5. Materiales estructurales
- 4.1. Proyecto
  - 4.1.1. Diseño de un producto biomecánico
  - 4.1.2. Elaboración de prototipo

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No.	Nombre de la Práctica	Procedimiento	Recursos de Apoyo	Duración
<b>UNIDAD III</b>				
1	Diseño bio-orgánico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende las indicaciones del profesor para elaborar la práctica.</li> <li>2. Elaboración de simuladores para verificar que las características de los mecanismos del producto biomecánico sean las adecuadas.</li> <li>3. Realiza análisis y pruebas de esfuerzos a los materiales seleccionados para el diseño.</li> <li>4. Lleva a cabo pruebas de talla con el usuario, para corroborar un nivel adecuado de confort para el diseño.</li> <li>5. Documenta los resultados de las actividades anteriores.</li> <li>6. Entrega bitácora documental de este proceso, que incluya material escrito y fotográfico.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo de gama media o superior.</li> <li>● Internet</li> <li>● Software editor de texto</li> <li>● Software CAD/CAM</li> <li>● Equipo de impresión 3D</li> <li>● Material audiovisual</li> <li>● Equipos de corte CNC</li> <li>● Equipos y herramientas de manufactura.</li> <li>● Escáner 3D</li> <li>● Material para construcción de maquetas y modelos de estudio.</li> </ul>	24 horas
<b>UNIDAD IV</b>				
2	Fabricación de prototipo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende las indicaciones del profesor para elaborar la práctica.</li> <li>2. Fabrica molde, escantillón o fixturas para la fabricación del prototipo.</li> <li>3. Genera archivos de programación para impresión 3D y/o corte CNC.</li> <li>4. Elabora componentes de</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo de gama media o superior.</li> <li>● Internet</li> <li>● Software editor de texto</li> <li>● Software CAD/CAM</li> <li>● Equipo de impresión 3D</li> <li>● Material audiovisual</li> <li>● Equipos de corte CNC</li> <li>● Equipos y herramientas de manufactura.</li> </ul>	24 horas

		<p>transición.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>5. Ensambla componentes fabricados.</li><li>6. Prueba de los mecanismos del prototipo ensamblado.</li><li>7. Aplica los acabados pertinentes a los componentes del producto.</li><li>8. Captura evidencia fotográfica.</li><li>9. Documenta de forma escrita y fotográfica el proceso de pruebas y fabricación.</li><li>10. Entrega del prototipo para su evaluación.</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Escáner 3D</li><li>● Equipo para pruebas estructurales.</li></ul>	
--	--	--	---	--

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No.	Nombre de la Práctica	Procedimiento	Recursos de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Anatomía	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende las orientaciones del profesor para elaborar la práctica.</li> <li>2. Se documenta sobre los casos de estudio referentes a la anatomía y su influencia en el desarrollo de prótesis.</li> <li>3. Elabora un reporte escrito de análisis de caso de estudio.</li> <li>4. Entrega reporte para su evaluación.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo de gama media o superior.</li> <li>● Internet</li> <li>● Software editor de texto</li> </ul>	4 horas
2	Prótesis y órtesis, materiales y propiedades mecánicas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende las orientaciones del profesor para elaborar la práctica.</li> <li>2. Se documenta sobre los casos de estudio referentes al desarrollo de prótesis biónicas y órtesis que indica el docente.</li> <li>3. Elabora un reporte escrito de análisis de caso de estudio.</li> <li>4. Entrega reporte para su evaluación.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo de gama media o superior.</li> <li>● Internet</li> <li>● Software editor de texto</li> </ul>	4 horas
3	Prótesis y órtesis biomecánicas, análisis biomecánico y mecanismos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende las orientaciones del profesor para elaborar la práctica.</li> <li>2. Se documenta sobre los casos de estudio referentes al desarrollo de prótesis y órtesis biomecánicas que indica el docente.</li> <li>3. Elabora un reporte escrito de análisis de caso de estudio.</li> <li>4. Entrega reporte para su</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo de gama media o superior.</li> <li>● Internet</li> <li>● Software editor de texto</li> </ul>	4 horas

		evaluación.		
<b>UNIDAD II</b>				
4	Asistencia postural	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende las orientaciones del profesor para elaborar la práctica.</li> <li>2. Se documenta sobre los casos de estudio referentes al desarrollo de dispositivos de asistencia postural que indica el docente.</li> <li>3. Elabora un reporte escrito de análisis de caso de estudio.</li> <li>4. Entrega reporte para su evaluación.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo de cómputo de gama media o superior.</li> <li>• Internet</li> <li>• Software editor de texto</li> <li>• Software CAD/CAM</li> </ul>	6 horas
5	Asistencia mecánica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende las orientaciones del profesor para elaborar la práctica.</li> <li>2. Se documenta sobre los casos de estudio referentes al desarrollo de dispositivos de asistencia postural que indica el docente.</li> <li>3. Elabora un reporte escrito de análisis de caso de estudio.</li> <li>4. Entrega reporte para su evaluación.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo de cómputo de gama media o superior.</li> <li>• Internet</li> <li>• Software editor de texto</li> <li>• Software CAD/CAM</li> </ul>	6 horas
<b>UNIDAD III</b>				
6	Diseño bio-orgánico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende las orientaciones del profesor para elaborar la práctica.</li> <li>2. Propone un caso anatómico que requiere del desarrollo de un producto biomecánico.</li> <li>3. Investiga los requerimientos anatómicos, mecánicos, estructurales y de transición</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo de cómputo de gama media o superior.</li> <li>• Internet</li> <li>• Software editor de texto</li> <li>• Software CAD/CAM</li> <li>• Escáner 3D</li> <li>• Impresora 3D</li> <li>• Equipo CNC</li> </ul>	12 horas

		<p>principales para el caso.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Genera la volumetría 3D del caso a partir de un escaneo tridimensional.</li> <li>5. Evalúa y selecciona la geometría y material de interfaz óptimo para el caso.</li> <li>6. Determina los requerimientos estructurales que se presentan en el caso para determinar los materiales adecuados.</li> <li>7. Determinar los procesos de manufactura adecuados para la fabricación de un producto biomecánico.</li> <li>8. Diseñar un producto biomecánico que resuelva el caso propuesto a través de los lineamientos generados durante el proceso de desarrollo.</li> <li>9. Genera una bitácora del proyecto que documente el proceso de diseño, además de incluir material de presentación.</li> </ol>		
<b>UNIDAD IV</b>				
7	Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende las orientaciones del profesor para elaborar la práctica.</li> <li>2. Elabora archivos tridimensionales digitales basado en la bitácora de la práctica anterior.</li> <li>3. Somete el modelo a simulaciones digitales pertinentes y documenta sus</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo de gama media o superior.</li> <li>● Internet</li> <li>● Software editor de texto</li> <li>● Software CAD/CAM</li> <li>● Software de simulación estructural</li> <li>● Software de modelado 3D</li> <li>● Software de simulación biomecánica</li> </ul>	12 horas



		<p>resultados.</p> <p>4. Elabora material de presentación del proyecto a partir del modelo tridimensional.</p> <p>5. Entrega bitácora documental del material generado, así como los archivos tridimensionales y de simulación en su formato original.</p>	
--	--	--	--

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

**Encuadre:** El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

### **Estrategia de enseñanza (docente):**

- Retroalimentar individual y grupalmente
- Guía en prácticas de laboratorio
- Presentación de material audiovisual
- Casos de estudio

### **Estrategia de aprendizaje (alumno):**

- Prácticas de laboratorio
- Prácticas de taller
- Uso de software especializado
- Trabajo colaborativo
- Uso de TICs

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

### Criterios de acreditación

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

### Criterios de evaluación

-Bitácoras de casos de estudio.....	20%
-Portafolio de evidencias del proyecto de bio-diseño.....	40%
-Prototipo real o virtual.....	40%
<b>Total.....</b>	<b>100%</b>

## IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
<p>Bustos, J. A. V., Sosa, G. U., Ángeles, B. R., y Calderón, G. U. (2018). Tecnología psicológica interconductual: diseño de prótesis. <i>Revista Electrónica de Psicología Iztacala</i>, 21(3), 963. <a href="http://www.revistas.unam.mx/index.php/repi/article/view/67308">http://www.revistas.unam.mx/index.php/repi/article/view/67308</a></p> <p>Latorre, T. (2018). <i>Diseño de Prótesis Mecánica de Pierna por Encima de la Rodilla</i>. Universidad Politécnica de Madrid (tesis de maestría) <a href="https://autofabricantes.org/wp-content/uploads/2019/08/TFM-TERESA-LATORRE.Dise%C3%B1o_protesis_Memoria_TLP2.pdf">https://autofabricantes.org/wp-content/uploads/2019/08/TFM-TERESA-LATORRE.Dise%C3%B1o_protesis_Memoria_TLP2.pdf</a></p> <p>Major, M. J., &amp; Fey, N. P. (2017). Considering passive mechanical properties and patient user motor performance in lower limb prosthesis design optimization to enhance rehabilitation outcomes. <i>Physical Therapy Reviews</i>, 22(3-4), 202-216. <a href="https://doi.org/10.1080/17445019.2017.1380380">Considering passive mechanical properties and patient user motor performance in lower limb prosthesis design optimization to enhance rehabilitation outcomes: Physical Therapy Reviews: Vol 22, No 3-4 (tandfonline.com)</a></p> <p>Solís, M. J. R., Salazar, J. M., González, J. A. P., y Ochoa, J. A. R. (2018). La manufactura aditiva y los materiales compuestos en el diseño de prótesis transtibiales de uso deportivo. <i>Revista de Ciencias Tecnológicas (RECIT)</i>, 1(1), 27-43. <a href="https://recit.uabc.mx/index.php/revista/article/view/odmy_m3">https://recit.uabc.mx/index.php/revista/article/view/odmy_m3</a></p> <p>Uguña, H. F., &amp; Zhindón, E. A. (2016). <i>Diseño, construcción e implementación de una prótesis de tobillo mecánica con tres grados de libertad</i> (Bachelor's thesis). <a href="https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12770/1/UPS-CT006626.pdf">https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12770/1/UPS-CT006626.pdf</a></p>	<p>Aguilera, C., y San Martín, G. (2018). <i>Manual: protocolo simplificado de diseño en prótesis parcial removible</i> (Doctoral dissertation, Universidad del Desarrollo. Facultad de Ciencias de la Salud). <a href="https://repositorio.udd.cl/handle/11447/2772">https://repositorio.udd.cl/handle/11447/2772</a></p> <p>Loaiza, J. L., &amp; Arzola, N. (2011). Evolución y tendencias en el desarrollo de prótesis de mano. <i>Dyna</i>, 78(169), 191-200. [clásica] <a href="https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/19354">https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/19354</a></p> <p>Martínez, F., Claudio, A., Vergara, S., Rodríguez, J. M., &amp; Olmos, A. (2010). Estrategias de control implementadas en el diseño de prótesis para extremidades inferiores. En <i>Memorias del Congreso Anual</i> (pp. 1-6). [clásica] <a href="https://doi.org/10.1016/j.amca.2010.08.001">amca2010_submission_98.pdf</a></p>

## **X. PERFIL DEL DOCENTE**

El docente que imparta la unidad de aprendizaje de Biomecánica y Diseño Industrial debe contar con título de Diseñador industrial o área afín, con conocimientos avanzados en manufactura digital, diseño y fabricación de productos bio mecánicos, escaneo 3D, materiales y procesos de manufactura; preferentemente con estudios de posgrado y dos años de experiencia docente, o en su defecto con 4 años de experiencia laboral en un campo profesional pertinente a los contenidos de la asignatura. Debe ser innovador, paciente y disciplinado.