

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA**  
**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

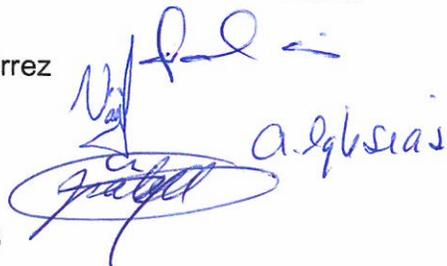
1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
2. **Programa Educativo:** Bioingeniero
3. **Plan de Estudios:** 2020-1
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Biomateriales
5. **Clave:** 36242
6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05
7. **Etapas de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Bioquímica

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE BAJA CALIFORNIA  
**REGISTRADO**  
22 MAR 2019  
**REGISTRADO**  
COORDINACIÓN GENERAL  
DE FORMACIÓN BÁSICA

**Equipo de diseño de PUA**

Claudia Mariana Gómez Gutiérrez  
Luis Jesús Villarreal Gómez  
Ana Leticia Iglesias  
Mónica Isabel Soto Tapiz

**Firma**



**Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas**

Alejandro Mungaray Moctezuma  
Humberto Cervantes de Ávila  
María Cristina Castañón Bautista

**Firma**



**Fecha:** 30 de octubre de 2018

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

El propósito de la asignatura es dar solución a la demanda de producción de dispositivos biomédicos mediante la identificación de las propiedades y características de los biomateriales. El alumno desarrollará los conocimientos y habilidades relacionadas a los tipos de biomateriales, así como las normas para el diseño y manufactura de dispositivos médicos.

La unidad de aprendizaje se encuentra dentro de la etapa disciplinaria como asignatura obligatoria del programa educativo de Bioingeniero, contribuye al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería para cursarse se tiene como requisito obligatorio acreditar la asignatura de Bioquímica.

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

Integrar las propiedades químicas de los materiales y sus aplicaciones clínicas, mediante la identificación de las propiedades de los biomateriales, para proponer su aplicación en la manufactura de dispositivos biomédicos adecuados y en tecnologías verdes con una actitud respetuosa y paciente hacia los seres vivos y su entorno.

## **IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO**

1. Elabora y entrega una investigación documental donde se aborde la temática de las aplicaciones de los biomateriales y se desarrolle una propuesta que describa las propiedades necesarias que debe contener un biomaterial para cumplir una función específica. Debe cumplir con los siguientes requisitos: antecedentes, estado del arte, descripción de la propuesta, conclusión y referencias.
2. Portafolio de evidencias que integren los siguientes reportes:
  - Prácticas de laboratorio que incluyan los informes de los desarrollos experimentales que incluyan los apartados de introducción, objetivo, marco teórico, metodología, resultados, conclusiones y referencias.
  - Resolución de ejercicios y actividades realizadas en taller.

## V. DESARROLLO POR UNIDADES

### UNIDAD I. Propiedades de los biomateriales

**Competencia:**

Adquirir la capacidad para definir un biomaterial y reconocer sus propiedades más importantes, a través de la evaluación de sus características fisicoquímicas y mecánicas, con honestidad y trabajo en equipo.

**Contenido:****Duración:** 2 horas

- 1.1. Propiedades de los materiales
  - 1.1.1 Propiedades generales de los biomateriales
  - 1.1.2 Análisis elemental
  - 1.1.3 Propiedades de la superficie y caracterización de biomateriales
  - 1.1.4 Papel del agua en las propiedades de los biomateriales
- 1.2. Propiedades Mecánicas
  - 1.2.1. Tensión
  - 1.2.2. Compresión
  - 1.2.3. Tensión cortante
  - 1.2.4. Flexión
  - 1.2.5. Viscoelasticidad
  - 1.2.6. Fractura
  - 1.2.7. Fatiga

## UNIDAD II. Propiedades de los biomateriales

### **Competencia:**

Enumerar los tipos de biomateriales, a través de un análisis exhaustivo de las propiedades y características de cada material, para aplicarlo al diseño de dispositivos del área bioingenieril, con una actitud de tolerancia y respeto hacia los seres vivos.

### **Contenido:**

**Duración:** 3 horas

- 2.1. Polímeros naturales y sintéticos
  - 2.1.1. Polímeros
  - 2.1.2. Biomateriales de silicón
  - 2.1.3. Fibras médicas y biotextiles
  - 2.1.4. Hidrogeles
  - 2.1.5. Materiales naturales
  - 2.1.6. Cerámicas
  - 2.1.7. Biomoléculas inmovilizadas a superficies
- 2.2. Cerámicos
- 2.3. Metales
- 2.4. Compositos

## UNIDAD III. Rol de la sangre en reparación de heridas y fracturas

### **Competencia:**

Comprender los mecanismos de reparación tisular, así como el papel que juegan los diferentes componentes sanguíneos en estos procesos, a través de la comparación entre regeneración y cicatrización de tejido, con una actitud respetuosa hacia la complejidad de los seres vivos.

### **Contenido:**

**Duración:** 4 horas

#### 3.1. Reparación de heridas y fracturas

- 3.1.1. Proteínas adsorbidas en materiales de respuesta tisular
- 3.1.2. Células y daño tisular
- 3.1.3. Interacción de biomateriales con los tejidos y la matriz extracelular
- 3.1.4. Fuerzas mecánicas sobre las células

#### 3.2. Coagulación de la sangre

- 3.2.1. Inflamación, cicatrización de heridas y respuesta corporal a los agentes extraños
- 3.2.2. Inmunidad natural y adquirida: la respuesta inmunológica a los materiales extraños
- 3.2.3. El sistema del complemento
- 3.2.4. Coagulación de la sangre e interacción de los materiales con la sangre

## UNIDAD IV. Biocompatibilidad de biomateriales

### **Competencia:**

Relacionar las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de los biomateriales con su comportamiento biológico hacia el tejido u organismos vivos, analizando los procesos de degradación del material y evaluando el efecto que tiene sobre los distintos tipos de células y tejidos, con el propósito de seleccionar adecuadamente el tipo de biomaterial necesario para cada aplicación específica, con sensibilidad hacia los seres vivos y el ambiente.

### **Contenido:**

**Duración:** 3 horas

#### 4.1. Degradación de materiales en el ambiente

4.1.1. Degradación química y bioquímica de polímeros

4.1.2. Efectos degradativos del ambiente biológico sobre metales y cerámicas

4.1.3. Calcificación patológica de los biomateriales

#### 4.2. Biocompatibilidad

4.2.1. Evaluación in vitro de compatibilidad con tejidos

4.2.2. Evaluación in vivo de compatibilidad con tejidos

4.2.3. Evaluación de interacciones de biomateriales con la sangre (Hemocompatibilidad)

## UNIDAD V. Aplicaciones de los biomateriales

### **Competencia:**

Deducir la utilidad de un biomaterial con base a su clasificación, propiedades y comportamiento, para su aplicación en dispositivos médicos o en ingeniería de tejidos, enlistando las patentes y avances tecnológicos donde se aplican estos materiales, reconociendo a esta área como multidisciplinaria, con un interés por la ciencia y discernimiento de la importancia de los biomateriales en el mundo del siglo XXI que nos rodea.

### **Contenido:**

**Duración:** 4 horas

#### 5.1. Órganos artificiales y dispositivos médicos

- 5.1.1. Tratamientos no trombogénicos y estrategias
- 5.1.2. Aparatos cardiovasculares
- 5.1.3. Dispositivos cardiacos implantables
- 5.1.4. Sangre artificial y sustitutos de eritrocitos
- 5.1.5. Apósitos para quemaduras y sustitutos de la piel

#### 5.2. Ingeniería de Tejidos

- 5.2.1. Panorámica actual de la ingeniería de tejidos
- 5.2.2. Inmunoaislamiento
- 5.2.3. Andamios de polímeros sintéticos reabsorbibles

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
<b>UNIDAD I</b>				
1	Comparar técnicas de análisis químico, para la caracterización de biomateriales, mediante la representación gráfica de ideas con objetividad.	Búsqueda de características de técnicas de análisis químico (HPLC, infrarrojo, espectrofotometría, ángulo de contacto, cromatografía, etc.) en bases de datos y elaboración de cuadros sinópticos, mapas mentales, etc.	Bases de datos, calculadora, cuaderno, plataforma educativa.	2 horas
2	Calcular parámetros específicos para determinar las propiedades mecánicas de un biomaterial, mediante la aplicación de fórmulas y conceptos con una actitud analítica y colaborativa.	Resolución de ejercicios teóricos para el cálculo de elasticidad, tenacidad a la fractura, análisis de curvas de tensión-deformación.	Bases de datos, calculadora, cuaderno, plataforma educativa.	2 horas
<b>UNIDAD II</b>				
3	Aplicar los conceptos teóricos sobre los mecanismos de polimerización, para la resolución de ejercicios teóricos, mediante el uso de fórmulas y cálculos específicos con objetividad y responsabilidad.	Resolución de ejercicios en donde se calculé el $M_n$ , $M_w$ , tiempo de polimerización, grado de polimerización.  Análisis de estructuras y tipos de enlaces.	Bases de datos, calculadora, cuaderno, plataforma educativa.	2 horas
4	Identificar las características particulares de las cerámicas para evaluar su uso en dispositivos biomédicos, mediante el análisis de su composición química con organización y colaboración en equipo.	Análisis de composición química reportada en bibliografía de las cerámicas utilizadas en la industria médica y aquellas que se encuentren en desarrollo.	Bases de datos, cuaderno, plataforma educativa.	2 horas
5	Determinar los posibles riesgos del uso de metales como biomateriales, para proponer alternativas de	Resolución de ejercicios teórico-prácticos en donde se evalúe la capacidad de oxidación de los	Cuaderno, formulario, calculadora, plataforma educativa.	2 horas

	desarrollo de éstos, mediante la resolución de ejercicios redox con una actitud analítica y de respeto a los seres vivos.	metales.		
<b>UNIDAD III</b>				
6	Identificar los efectos de los biomateriales sobre los fluidos biológicos, para evaluar su aplicación en implantes biomédicos, mediante el análisis de casos tipo reportados en bibliografía con una actitud crítica y de respeto a los seres vivos.	Análisis de casos tipo en donde se identifiquen efectos de la interacción biomaterial-sangre proporcionados por el facilitador.	Cuaderno, plataforma educativa, publicaciones con casos tipo.	2 horas
7	Determinar los tiempos de coagulación de la sangre humana para conocer el efecto de los biomateriales en la coagulación, mediante el cálculo de los tiempos de aglutinamiento de las proteínas con organización y disciplina.	Resolución de ejercicios teóricos en donde se calculen los tiempos de coagulación a partir de datos proporcionados por el facilitador.	Cuaderno, calculadora, plataforma educativa.	2 horas
8	Analizar las pruebas de biocompatibilidad, para evaluar el posible uso de un biomaterial como base de un biodispositivo, mediante la búsqueda de las pruebas de compatibilidad permitidas en las Normas vigentes, con disposición y compromiso social.	Búsqueda de pruebas de biocompatibilidad vigentes y análisis de éstas para identificar cuando son aplicables y bajo qué condiciones.	Cuaderno, plataforma educativa.	2 horas

## VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
<b>UNIDAD I</b>				
1	Analizar las características de dispositivos médicos, mediante la exploración de bases de datos disponibles en internet, para conocer tanto los dispositivos médicos que existen, como los biomateriales más usados en la actualidad, con una actitud investigativa, analítica y cuidadosa de los detalles de construcción de los biodispositivos.	Explorar en las bases de datos la página de la FDA, seleccionar algunos biodispositivos y enlistar sus características.	Computadora, internet, procesador de datos, plataforma educativa.	2 horas
2	Medir e interpretar las propiedades de los biomateriales, mediante el uso de técnicas de análisis químico, para obtener información sobre la naturaleza química del biomaterial, con actitud crítica e interés en las relaciones estructura-función.	Usar la técnica de análisis químico que indique el facilitador para medir e interpretar las propiedades del biomaterial que se le proporcione.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), calculadora, libreta, espectrofotómetro (opcional), infrarrojo (opcional).	4 horas
<b>UNIDAD II</b>				
3	Investigar las condiciones óptimas de reacción, aplicando fundamentos de química orgánica, fisicoquímica y bioquímica, para obtener microesferas de un biopolímero útiles en la inmovilización de células y enzimas, así como en la entrega de medicamento, mostrando interés y responsabilidad al resolver problemas actuales de la medicina.	Obtener un biopolímero (alginato) mediante el tratamiento de la materia prima (algas) para extraer un producto utilizable como biomaterial.	Alga molida, formalina, HCl 1N, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , potenciómetro, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas).	4 horas

4	Evaluar la capacidad de los hidrogeles para absorber agua, mediante su exposición a diferentes disoluciones acuosas con una actitud innovadora y objetiva.	Exposición de lentes de contacto (hidrogeles) a diferentes disoluciones acuosas y determinar el cambio de forma y volumen.	Lente de contacto, vinagre, bicarbonato de sodio, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas),	2 horas
5	Medir la viscosidad de un biomaterial, mediante el manejo de un viscosímetro, para evaluar la calidad de un polímero y la posibilidad de su uso en la producción de microesferas, para bioencapsulación, con una actitud analítica y crítica.	Medir la viscosidad de un polímero proporcionado por el facilitador.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), polímero, calculadora, libreta.	3 horas
6	Analizar las bondades de un biomaterial, para la preparación de un dispositivo médico (microesferas de entrega de medicamentos), mediante la evaluación de la homogeneidad del producto, con una actitud crítica en la revisión de características de peso y tamaño.	Preparar microesferas de alginato, medir el diámetro, peso y volumen empleado para la elaboración de cada esfera.	M básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), calculadora, vernier, libreta.	3 horas
7	Sintetizar nanopartículas de hidroxiapatita, mediante el método de co-precipitación, para adquirir destreza en el reconocimiento de las características de un biomaterial usado en medicina, con objetividad e interés por los posibles usos del producto.	Síntesis de hidroxiapatita por el método de precipitación.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), ácido fosfórico, hidróxido de calcio, hidróxido de amonio, calculadora, libreta.	4 horas
<b>UNIDAD III</b>				
8	Calcular la relación Ca/P en una muestra de hidroxiapatita, mediante la cuantificación del contenido de Ca y P por métodos	Determina la concentración de Ca y P mediante métodos espectrofotométricos y calcula la relación de Ca/P.	Baño maría, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), potenciómetro, NaOH, ácido	4 horas

	químicos, para evaluar la pureza e identidad de la biocerámica, con una actitud analítica y propositiva.		sulfúrico, eriocromo Negro T, espectrofotómetro.	
9	Llevar a cabo una polimerización por adición, mediante el uso de metil metacrilato como monómero, para obtener un biopolímero sintético, con una actitud crítica e innovadora.	Obtener un polímero a partir de monómeros mediante polimerización de adición.	Baño maría, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), clorhidrato de tiamina, papel filtro, etanol, hidróxido de sodio.	4 horas
<b>UNIDAD IV</b>				
10	Determinar el tiempo de coagulación de la sangre, mediante la exposición del fluido biológico a un biomaterial, para determinar su efecto con una actitud crítica y objetiva.	Exponer una muestra de sangre al biomaterial que el facilitador determine.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), muestra de sangre.	2 horas

## VIII. MÉTODO DE TRABAJO

### Encuadre

El primer día de clase, el maestro debe establecer el formulario de trabajo, los criterios de evaluación, la calidad del trabajo académico, los derechos y las obligaciones profesor-alumno.

### Estrategia de enseñanza (profesor)

Estudio de caso, método de proyecto, aprendizaje basado en problemas, técnica expositiva y ejercicios prácticos

### Estrategia de aprendizaje (estudiante)

Investigación documental, estudio de casos, trabajo en equipo, exposiciones, organizadores gráficos, resolución de ejercicios.

## IX. 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 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

Evidencia de desempeño 1.....	25%
(Investigación documental)	
Evidencia de desempeño 2.....	35%
(Portafolio de evidencia)	
Evaluaciones parciales(2).....	40%
<b>Total.....</b>	<b>100%</b>

## X. REFERENCIAS

### Básicas

Chen, Q., y Thouas, G. (2014). *Biomaterials: A Basic Introduction*. Taylor & Francis. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=LsesBAAQBAJ>

Reviews, C. T. I. (2016). *Biomaterials, The Intersection of Biology and Materials Science: Biology, Biotechnology*. Cram101. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=J4-d8ZsLfBAC>

Shi, D. (2013). *Biomaterials and Tissue Engineering*. Springer Berlin Heidelberg. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=y278CAAQBAJ> [clásica]

Thomas, S., Balakrishnan, P., y Sreekala, M. S. (2018). *Fundamental Biomaterials: Polymers*. Elsevier Science. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=q084DwAAQBAJ>

Williams, D. (2014). *Essential Biomaterials Science*. Cambridge University Press. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=bjWzAwAAQBAJ>

### Complementarias

Bandyopadhyay, A., y Bose, S. (2013). *Characterization of Biomaterials*. Elsevier Science. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=F64aDoKssWIC>

Ghandehari, H. (2019). *Advanced Drug Delivery Reviews*. Recuperado de [http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws\\_home/505508/description#description](http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/505508/description#description)

Journal of Materials Science. (2019). *Materials in Medicine*. Recuperado de <http://www.springerlink.com/content/1573-4838/>

Leong, K.W. (2019). *Biomaterials*. Recuperado de [http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws\\_home/30392/description#description](http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/30392/description#description)

Luque, R., y Xu, C. P. (2016). *Biomaterials: Biological Production of Fuels and Chemicals*. De Gruyter. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=COHVDAQAQBAJ>

Matyjaszewski, P. (2019). *Progress in Polymer Science*. Recuperado de [http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws\\_home/418/description#description](http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/418/description#description)

Regí, M. V. (2013). *Biomateriales. Los Libros de la Catarata*. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=lfjDngEACAAJ>

Tayebi, L., y Moharamzadeh, K. (2017). *Biomaterials for Oral and Dental Tissue Engineering*. Elsevier Science.

	Recuperado de <a href="https://books.google.com.mx/books?id=j0iZDgAAQBAJ">https://books.google.com.mx/books?id=j0iZDgAAQBAJ</a>
--	--

## **XI. PERFIL DEL DOCENTE**

El docente debe contar con título de Licenciatura en Ingeniería, en Física o área afín, preferentemente contar con Maestría o Doctorado en Ciencias o Ingeniería, relacionada al área de biomateriales; tener experiencia docente de dos años y/o investigación en el área de biomateriales; ser responsable, proactivo, facilitador, dominio grupal, habilidades de comunicación efectiva y ser promotor del aprendizaje colaborativo.