

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA
Clave: 08MSU0017H



FACULTAD DE MEDICINA Y
CIENCIAS BIOMÉDICAS
Clave: 08HSU4052X

PROGRAMA DEL CURSO

BIOMATERIALES AVANZADOS

DES:	Salud
Programa académico	Ingeniería Biomédica
Tipo de materia (Obli/Opta):	Optativa
Clave de la materia:	IBBMAOP
Semestre:	5° a 9°
Área en plan de estudios:	Profesional
Total de horas por semana:	4
<i>Teoría: Presencial o Virtual</i>	2
<i>Laboratorio o Taller:</i>	2
<i>Prácticas:</i>	
<i>Trabajo extra-clase:</i>	
Créditos Totales:	
Total de horas semestre (x 16 sem):	64
Fecha de actualización:	Agosto 2018
<i>Prerrequisito (s):</i>	

PRÓPOSITO DEL CURSO

El estudiante adquiere experiencia y conocimiento en la síntesis, caracterización y análisis de citotoxicidad y de biocompatibilidad, de los materiales que tienen como fin ser implantados de manera temporal o permanente en sistemas biológicos para reparar, sustituir o regenerar tejidos vivos y sus funciones siendo además capaz de generar un reporte de laboratorio con formato científico. Se promueve la vinculación con instituciones externas a la UACH y se involucra en la generación de proyectos de investigación y tesis, familiarizándose con el trabajo de investigación científica y adquiriendo experiencia en el desarrollo de protocolos experimentales.

COMPETENCIAS A DESARROLLAR

PROFESIONALES

Cultura en Salud: Desarrolla una cultura en salud adoptando estilos, de vida saludable, interpreta los componentes del sistema y de la situación de salud prevaleciente, coadyuvando en el mejoramiento de la calidad de vida humana.

Elementos Conceptuales Básicos: Introyecta la conceptualización de los elementos básicos del área de la salud e identifica su interacción para valorar y respetar en el trabajo interdisciplinario el papel de cada disciplina.

Ciencias Fundamentales de la Ingeniería: Aplica los fundamentos teórico - científicos, metodológicos y de herramientas que aportan las ciencias básicas para el planteamiento teórico y/o experimental, al estudio de problemas integrales de salud e ingeniería.

ESPECÍFICOS

Desarrollo Biomédico: Aplica los principios y herramientas de la ingeniería, la ciencia y la tecnología al diseño y desarrollo de proyectos de investigación básica y aplicada para la resolución de problemas médicos y biológicos que incidan positivamente en la salud de la comunidad, tanto en contextos públicos como privados.

DOMINIOS	OBJETOS DE ESTUDIO (Contenidos, temas y subtemas)	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	METODOLOGÍA (Estrategias, secuencias, recursos didácticos)	EVIDENCIAS
<p>PROFESIONALES</p> <p>Cultura en Salud</p> <p>D2. Describe necesidades, problemas, expectativas, creencias y valores de salud de la sociedad.</p> <p>Ciencias Fundamentales de la Ingeniería</p> <p>D3. Adquiere los fundamentos, teórico-prácticos de las ciencias naturales y exactas para el estudio de la composición, estructura y propiedades de la materia como los cambios que ésta experimenta durante un determinado proceso de interés para la ingeniería, la ciencia y la tecnología.</p> <p>D5. Adquiere los fundamentos conceptuales, teórico-</p>	<p>1. BIOMATERIALES AVANZADOS.</p> <p>1.1 Definición de conceptos.</p> <p>1.2 Historia y antecedentes de los biomateriales avanzados.</p> <p>1.3 Clasificación de los biomateriales avanzados.</p> <p>1.4 Materiales nanoestructurados.</p> <p>1.5 Citotoxicidad y bioacumulación de los biomateriales avanzados.</p>	<p>Describe la historia en el descubrimiento, evolución y características físicas y químicas de los distintos materiales que se utilizan para aplicaciones biomédicas.</p>	<p>Clase magistral e interactiva maestro – alumno.</p> <p>Discusión y debates.</p> <p>Tareas individuales.</p> <p>Análisis de artículos científicos.</p> <p>Recursos digitales y Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).</p> <p>Videos informativos.</p>	<p>Material visual generado por trabajo colaborativo.</p> <p>Ensayo individual de conceptos básicos de biomateriales avanzados.</p>
	<p>2. METALES NANOESTRUCTURADOS Y SUS APLICACIONES.</p> <p>2.1 Definición y características de los metales nanoestructurados.</p> <p>2.2 Procesos de síntesis de nanopartículas metálicas.</p> <p>2.3 Procesos de caracterización de nanopartículas metálicas.</p> <p>2.4 Usos de las nanopartículas metálicas en la nanomedicina.</p> <p>2.5 Pruebas de citotoxicidad y biocompatibilidad de las nanopartículas metálicas.</p> <p>2.6 Ejemplos de aplicaciones de las nanopartículas metálicas.</p>	<p>Enuncia las clasificaciones y composición de nanopartículas metálicas, así como sus métodos de síntesis.</p> <p>Idéntica aplicaciones biomédicas de las MeNP's</p>	<p>Clase magistral e interactiva maestro – alumno.</p> <p>Discusión y debates.</p> <p>Tareas individuales.</p> <p>Análisis de artículos científicos.</p> <p>Recursos digitales y Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).</p>	<p>Material visual generado por trabajo colaborativo.</p> <p>Ensayo individual de las aplicaciones de las MeNP's en la biomedicina.</p> <p>Reporte de práctica de laboratorio.</p>

<p>prácticos de las ciencias básicas para la caracterización de sistemas naturales, sociales, productivos y tecnológicos de interés para la salud e ingeniería con responsabilidad social y respeto al medio ambiente.</p> <p>D6. Emplea un lenguaje científico en salud e ingeniería para el desarrollo de habilidades comunicativas con ética en la socialización del conocimiento.</p>	<p>3. BIOMATERIALES COMO ACARREADORES DE DROGAS.</p> <p>3.1 Definición y clasificación de los acarreadores de drogas.</p> <p>3.2 Liposomas: estructura, clasificación y función.</p> <p>3.3 Síntesis de liposomas.</p> <p>3.4 Aplicaciones de los liposomas en la nanomedicina.</p>	<p>Explica las funciones, ventajas y desventajas de los diferentes acarreadores de drogas y sus aplicaciones en la industria médica.</p> <p>Estudia la composición y síntesis de los liposomas y las nanocápsulas poliméricas, así como sus aplicaciones como acarreadores de drogas.</p>	<p>Videos informativos.</p> <p>Trabajo experimental.</p> <p>Clase magistral e interactiva maestro – alumno.</p> <p>Discusión y debates.</p> <p>Tareas individuales.</p> <p>Análisis de artículos científicos.</p> <p>Recursos digitales y Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).</p> <p>Videos informativos.</p>	<p>Material visual generado por trabajo colaborativo.</p> <p>Ensayo individual de las aplicaciones de los acarreadores de drogas en la biomedicina.</p> <p>Primer examen en plataforma digital Moodle.</p>
<p>ESPECÍFICOS</p> <p>Desarrollo Biomédico</p> <p>D1. Procedimental. Diseña y desarrolla protocolos de investigación biomédica, aplicando el método científico.</p> <p>D2. Procedimental. Realiza lectura crítica de la bibliografía pertinente.</p> <p>D5. Procedimental.</p>	<p>4. BIOMATERIALES POLIMÉRICOS NANOESTRUCTURADOS.</p> <p>4.1 Nanotubos de carbón.</p> <p>4.1.1 Estructura, características químicas y clasificación de los nanotubos de carbón (NTC).</p> <p>4.1.2 Síntesis de nanotubos de carbón.</p> <p>4.1.3 Caracterización de los NTC.</p> <p>4.1.4 NTC y sus aplicaciones en la nanomedicina.</p> <p>4.1.5 Pruebas de citotoxicidad y biocompatibilidad de NTC.</p> <p>4.1.6 Aplicaciones de los NTC's en la biomedicina.</p>	<p>Aplica los procesos de síntesis de nanopartículas metálicas, nanotubos de carbono y películas delgadas.</p>	<p>Clase magistral e interactiva maestro – alumno.</p> <p>Discusión y debates.</p> <p>Tareas individuales.</p> <p>Análisis de artículos científicos.</p> <p>Recursos digitales y Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).</p> <p>Videos informativos.</p>	<p>Material visual generado por trabajo colaborativo.</p> <p>Ensayo individual sobre las nanovacunas generadas a base de NTC's</p>

<p>Vincula los resultados de las investigaciones a la problemática de salud.</p> <p>D2. Actitudinal. Muestra una conducta crítica ante los productos de la investigación biomédica.</p> <p>D1. Actitudinal. Participa activamente en grupos de investigación. Muestra interés, apertura, paciencia y se considera corresponsable dentro de grupos multidisciplinares de investigación.</p>	<p>5. BIOMATERIALES COMPUESTOS NANOESTRUCTURADOS.</p> <p>5.1 Películas delgadas.</p> <p>5.1.1 Características fisicoquímicas de las películas delgadas.</p> <p>5.1.2 Síntesis y dopaje de películas delgadas.</p> <p>5.1.3 Caracterización de las películas delgadas.</p> <p>5.1.4 Dopaje de películas delgadas y su aplicación en la medicina.</p>	<p>Describe la composición, la síntesis y las aplicaciones biomédicas de los materiales sintetizados a partir de NTC's.</p>	<p>Clase magistral e interactiva maestro – alumno.</p> <p>Discusión y debates.</p> <p>Tareas individuales.</p> <p>Análisis de artículos científicos.</p> <p>Recursos digitales y Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).</p> <p>Videos informativos.</p> <p>Trabajo experimental.</p>	<p>Material visual generado por trabajo colaborativo.</p> <p>Ensayo individual de las aplicaciones de las películas delgadas en la biomedicina.</p> <p>Reporte de práctica de laboratorio.</p>
	<p>6. BIOMATERIALES NATURALES NANOESTRUCTURADOS.</p> <p>6.1 Celulosa y quitosano.</p> <p>6.1.1 Estructura química de los biomateriales naturales celulosa y quitosano.</p> <p>6.1.2 Procesos de obtención y procesamientos de celulosa y quitosano.</p> <p>6.1.3 Caracterización de biomateriales a base de celulosa y quitosano.</p> <p>6.1.4 Pruebas de biocompatibilidad de la celulosa y el quitosano.</p> <p>6.1.5 Aplicaciones experimentales de la celulosa y el quitosano en la biomedicina y la nanomedicina.</p>	<p>Describe la composición de los polímeros naturales quitosano y celulosa, y está familiarizado con su fuente de obtención.</p> <p>Conoce características del quitosano y la celulosa que les confieren propiedades como biomateriales.</p> <p>Se familiariza con las aplicaciones biomédicas de la celulosa y el quitosano.</p>	<p>Clase magistral e interactiva maestro – alumno.</p> <p>Discusión y debates.</p> <p>Tareas individuales.</p> <p>Recursos digitales y Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).</p>	<p>Material visual generado por trabajo colaborativo.</p> <p>Ensayo individual de las aplicaciones de las películas delgadas en la biomedicina.</p> <p>2º examen en plataforma digital Moodle.</p>

	6.1.6 Aplicaciones de la celulosa y el quitosano en la generación de biomateriales avanzados.			
	<p>7. BIOCHIPS Y BIOSENSORES.</p> <p>7.1 Biosensores</p> <p>7.1.1 Definición y componentes de un biosensor.</p> <p>7.1.2 Aplicaciones de los biosensores en la biomedicina.</p> <p>7.1.3 El futuro de la biomedicina: biosensores y tratamientos automatizados.</p>	<p>Describe la composición y el fundamento de los biosensores y los biochips.</p> <p>Se familiariza con las aplicaciones médicas de los biosensores y los biochips.</p>	<p>Clase magistral e interactiva maestro – alumno.</p> <p>Discusión y debates.</p> <p>Tareas individuales.</p> <p>Análisis de artículos científicos.</p> <p>Recursos digitales y Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).</p> <p>Videos informativos.</p>	<p>Material visual generado por trabajo colaborativo.</p> <p>Ensayo individual sobre las aplicaciones de los biosensores en el diagnóstico médico de rutina.</p>
	<p>8. BIOMATERIALES BASADOS EN CÉLULAS Y BIOMOLÉCULAS.</p> <p>8.1 Definición y estructura de las células y las biomoléculas.</p> <p>8.2 Líneas celulares y su papel en la ciencia moderna.</p> <p>8.3 Células y biomoléculas aplicadas a la biomedicina.</p> <p>8.4 Diseño y aplicación de nuevos biomateriales basados en células y biomoléculas.</p> <p>8.5 El futuro de la medicina: Biomateriales de tercera generación autodegradables.</p>	<p>Explica de manera avanzada los usos y aplicaciones de biomoléculas y células madre en la biomedicina.</p>	<p>Clase magistral e interactiva maestro – alumno.</p> <p>Discusión y debates.</p> <p>Tareas individuales.</p> <p>Recursos digitales y Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).</p> <p>Clase magistral.</p> <p>Videos informativos.</p>	<p>Material visual generado por trabajo colaborativo.</p> <p>Ensayo individual sobre la controversia en el uso de células madre en la biomedicina.</p>

	<p>9. INGENIERÍA DE TEJIDOS EN LA BIOMEDICINA.</p> <p>9.1 Ingeniería de tejidos</p> <p>9.1.1 Cultivo celular.</p> <p>9.1.2 Cultivo de tejidos.</p> <p>9.1.3 Aplicaciones específicas de la ingeniería de tejidos en la restauración de la salud del paciente.</p>	<p>Explica la biongeniería en la obtención de tejidos con propósitos de uso en la biomedicina</p>	<p>Clase magistral e interactiva maestro-alumno.</p> <p>Discusión.</p> <p>Tareas individuales.</p> <p>Análisis de artículos científicos.</p> <p>Recursos digitales y tecnologías para el aprendizaje.</p> <p>Vídeos informativos</p>	<p>Material visual generado por trabajo colaborativo.</p> <p>Ensayo individual de los primeros ejemplos de la ingeniería de tejidos como uso biomédico.</p>
	<p>10. APLICACIONES BIOMÉDICAS DE LOS MATERIALES PIZOELÉCTRICOS.</p> <p>10.1 Materiales piezoeléctricos.</p> <p>10.1.1 Definición de un material piezoeléctrico.</p> <p>10.1.2 Composición química de los materiales piezoeléctricos.</p> <p>10.1.3 Tipos de materiales piezoeléctricos en base a su composición.</p> <p>10.1.4 Películas delgadas piezoeléctricas.</p> <p>10.1.5 Aplicaciones biomédicas de los materiales piezoeléctricos.</p>	<p>Explica la composición y el fundamento de los materiales piezoeléctricos.</p> <p>Se familiariza con las aplicaciones de los materiales piezoeléctricos en la biomedicina.</p>	<p>Clase magistral e interactiva maestro-alumno.</p> <p>Discusión.</p> <p>Tareas individuales.</p> <p>Análisis de artículos científicos.</p> <p>Recursos digitales y tecnologías para el aprendizaje.</p> <p>Vídeos informativos</p>	<p>Material visual generado por trabajo colaborativo.</p> <p>Ensayo individual sobre el fundamento de la obtención de energía a partir de materiales piezoeléctricos.</p> <p>Examen final en plataforma digital Moodle.</p> <p>Reporte de práctica integradora</p>

FUENTES DE INFORMACIÓN (Bibliografía, direcciones electrónicas)	EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES (Criterios, ponderación e instrumentos)
<p>OBJETO DE ESTUDIO 1</p> <ul style="list-style-type: none"> Biomaterials: fabrication and Processing Handbook.- Paul K. Chu, Xaunyong Liu, CRC Press 2008. Biomaterials. - Joyce Y. Wong, Joseph D. Bronzino, CRC Press 2007 Manuals in Biomedical Research: A Manual for Biomaterials Scaffold Fabrication Technology Gilson Khang, Moon Suk Kim, Hai Bang Lee, World Scientific Publishing. Chen Q, Thouas G (2014) Biomaterials: A basic introduction.1a. Edición. CRC Press. ISBN: 978-1-4822-2769-7. Peer D. (2012). Hadnbook of harnessing biomaterials in nanomedicine: preparation, toxicity and applications. Pan Standford publishing. International Standard Book Number-13: 978-9-81436-427-0 (eBook - PDF). <p>OBJETO DE ESTUDIO 2</p> <ul style="list-style-type: none"> Dastjerdi R, Montazer M. (2010). A Review on the application of inorganic nano-structured materials in the modification of textiles: Focus on anti-microbial properties. Colloids and surfaces B: Biointerfaces 79, 5-18. Diaz.-Vizurraga J, Gutiérrez C, von Plessing C, García A. (2011). Metal nanostructures as antibacterial agents. Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances A. Méndez-Vilas (Ed.), 210-218. Ramos M & Castillo C. (2011) Aplicaciones biomédicas de las nanopartículas magnéticas. IDe@s CONCYTEG. 6 (72). Pp 629-646. Guo D, Zhu L, Huang Z, Zhou H, Ge Y, Ma W, Wu J, Zhang X, Zhou X, Zhang Y, Zhao Y, Gu N. (2013). Anti-leukemia activity of PVP-silver coated nanoparticles via generation of reactive oxygen species and release of silver ions. Biomaterials 34. 7884-7894. <p>OBJETO DE ESTUDIO 3</p> <ul style="list-style-type: none"> Hans ML, Lowam AM. (2002). Biodegradable nanoparticlesfor Drug Delivery and Targeting. Current Opinion in Solid State and Materials Science. 6. 319-327. Ávila CM, Gómez A, Martínez F. (2003). Estudio Termodinámico del Reparto de algunas Sulfonamidas entre Liposomas de Lectina de Huevo y sistemas Acuosos. Acta Farm. Bonaerense 22(2), pp. 119-126. Álvarez Polo MA. (2006). Liposomas. Facultad de Química de la UNAM. Navarro G, Cabral P, Malanga A, Savio E. (2008). Diseño de liposomas para el transporte de diclofenac sódico. Rev. Colom. Cienc.Quím. Farm.37(2), pp 212-223. Palumbo F, Treglia A, Lo Porto C, Fracassi F, Baruzzi F, Frache G, El Assad D, Pistillo BR, Favia P. (2018). Plasma-Deposited nanocapsules Containing Coatings for Drug Delivery Applications. Applied Materials & Interfaces 10, pp 35516-35525. <p>OBJETO DE ESTUDIO 4</p> <ul style="list-style-type: none"> Calegari LP, Dias RS, de Oliveira MD, Pessoa CR, de Oliveira AS, Oliveira ASCS, da Silva CC, Fonseca FG, Versiani AF, De Paula S. (2016). Multi-walled carbón nanotubes increase antibody-producing B cells in mice immunized with tetravalent vaccine candidate for Denge virus. Journal of Nanobotechnology 14. 1-12. Gore JP & Sane A. (2011). Flame synthesis of carbon nanotubes. Chapter 7-Carbon nanotubes – Synthesis, characterization, applications. Editorial Intech. ISBN 978-953-307-497-9. 	<p>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Primer examen parcial 10% Segundo examen parcial 10% Examen Final 20% Ensayos 10% Reporte de prácticas de laboratorio 50% <p>Acreditación del curso: De acuerdo al REGLAMENTO GENERAL DE EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN DE ALUMNOS DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA: CAPÍTULO II DE LAS EVALUACIONES</p> <p>Artículo 66. Modalidad II. Evaluaciones con fines de acreditación, que tiene por objeto medir el trabajo académico del alumno mediante un proceso participativo, completo y continuo para la formación integral de profesionistas, las cuales pueden ser:</p> <p>a. Ordinarias, que serán:</p> <ol style="list-style-type: none"> Parciales: que tienen como finalidad evaluar y otorgar una calificación al alumno sobre el dominio académico respecto al avance gradual de las materias del plan de estudios que corresponda. Se realizarán por lo menos dos en cada semestre. Finales: que tiene como objetivo evaluar y otorgar una calificación al alumno al término de un periodo escolar, efectuando un reconocimiento que incluya los contenidos de cada una de las materias del plan de estudios respectivo. Se realizarán conforme al calendario establecido por la Academia de cada asignatura y la Secretaría Académica, debiendo ser una sola evaluación ordinaria en los términos del presente reglamento. <p>b. No ordinarias, que serán:</p> <ol style="list-style-type: none"> Extraordinarias A título de suficiencia; <p>c. Especiales;</p> <p>Artículo 82.- Para tener derecho a examen ordinario en todas las asignaturas se requiere como mínimo un ochenta por ciento de asistencia.</p> <p>Artículo 85.- Las evaluaciones no ordinarias. Apartado II. En caso de contar con más del 60% de asistencias, pero menos del 80%, el alumno tendrá dos oportunidades para acreditar la materia, las cuales serán presentando el extraordinario y el a título de suficiencia.</p> <p>Artículo 86.- Para tener derecho a evaluaciones no ordinarias, el alumno deberá aprobar por lo menos el 50% de las materias cursadas en el semestre correspondiente y en caso contrario, deberá repetir las materias no</p>

- Donalson K, Aitken R, Tran L, Stone V, Duffin R, Forrest G, Alexander A. (2006). Carbon nanotubes: A review of their properties in relation to pulmonary Toxicology and Workplace Safety. TOXICOLOGY SCIENCES. 92(1). 5-12.
- Guo Q, Shen X, Li Y, Xu S. (2017). Carbon nanotubes-based Drug Delivery to Cancer and Brain. Univ. Sci. Technol. 37(5), pp 635-641.
- Bates K, Kostarelos K. (2013). Carbon Nanotubes as Vectors for Gene Therapy: Past achievements, present challenges and future goals. Advanced Drug Delivery Reviews 65, pp 2023-2033.

OBJETO DE ESTUDIO 5

- Griesse HJ. Thin film coatings for biomaterials and Biomedical applications. (2016). Editorial Woodhead publishing.
- Zhou W, Begum S, Wang Z, Krolla P, Wagner D, Bröse S, Wöll C, Tsotsalas M. (2018). High Antimicrobial Activity of Metal-Organic Framework-Templated Porphyrin Polymer Thin Films. Applied Materials & Interfaces 10, pp 1528-1533.
- Calixto Rodríguez M, Sánchez-Juárez A. (2007). Películas delgadas de SNS₂ preparadas por la técnica de rocío pirolítico. Superficies y vacío 20 (1), pp 34-38.
- Nieto E, Fernández JF, Durán P, Moure C. (1994). Películas delgadas: fabricación y aplicaciones. Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio 33(5), pp 245-258.
- López-Álvarez M, López-Puente V, Rodríguez-Valencia C, Angelomé PC, Liz-Marzán MM, Serra J, Pastoriza-Santos I, González P. (2018). Osteogenic effects of simvastatin-loaded mesoporous titania thin films. Biomedical materials 13, pp 1-12.
- Harun WSW, Asri RIM, Alias J, Zulkifli FH, Kadirgama K, Ghani SAC, Shariffuddin JHM. (2018). A comprehensive review of hydroxyapatite-based coatings adhesions on metallic biomaterials. Ceramics international 44, pp 1250-1268.

OBJETO DE ESTUDIO 6

- Perinelli DR, Fagioli L, Campana R, Lam JKW, Baffone W, Palmieri GF, Casettari L, Bonacucina G. (2018). Chitosan-based nanosystems and their exploited antimicrobial activity. European journal of Pharmaceutical Sciences 117, pp 8-20.
- Valencia-Gómez, L.E.; Martel-Estrada, S.A.; Vargas-Requena, C.L.; Rodríguez-González, C.A.; Olivas-Armendariz, I. Apósitos de polímeros naturales para regeneración de piel (2016). Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, vol. 37, núm. 3, septiembre-diciembre, pp. 235-249.
- Albarracín-hernández, william; valderrama bohórquez, nathalia, inclusión de compuestos químicos en matrices poliméricas de quitosano y su efecto en las propiedades de película (2014). Vitae, vol. 21, núm. 1, 2014, pp. 49-59.
- Picheth JF, Pirich CL, Sierakowsky MR, Woehl MA, Sakakibara CN, de Souza CF, Martin AA, da Silva R, de Freitas RA. Bacterial cellulose in biomeical applications (2017). International Journal of Biological macromolecules 104, pp 97-106.

OBJETO DE ESTUDIO 7

- Bertel Romero, F. (2015). BioMEMS – Métodos de Detección y Tendencias de los Biosensores. Gestión, Competitividad e innovación (2), 43-50.
- Torres-Ramírez E, Méndez-Albores A. Biosensores enzimáticos (2014). Revista digital universitaria 15, pp 1-8. ISSN 1607-6079.

acreditadas, siempre y cuando se encuentre en posibilidad normativa de hacerlo.

Artículo 87.- Cuando el alumno cuente con un porcentaje menor al 60% de asistencia a las clases de alguna materia, implicará que la misma se tenga por no acreditada, debiendo volver a cursarla en caso de que se encuentre en posibilidad normativa de hacerlo.

Artículo 90.- La escala de calificaciones en licenciatura será de 0 (cero) a 10 (diez), con calificación mínima aprobatoria de 6 (seis).

Artículo 92.- Un alumno causará baja: Apartado II. Definitiva de la carrera cuando:

a) Al término del primer semestre del programa educativo tuviere tres materias básicas profesionales no acreditadas.

Artículo 93.- Los alumnos que sean dados de baja definitiva de la Unidad Académica, no se les autorizará su reingreso al programa educativo en el cual se les dio de baja.

- Balla N, Jolly P, Formisano N, Estrela P. Introduction to biosensors (2016). Essays in biochemistry 60, pp 1-8.
- Landeira M. Nanopartículas de oro en la medicina: Biosensor basado en la agregación para la detección de la hormona hCG (2017).
- Galicia de Castro A. ¿Qué son y para qué se utilizan los biochips? (2013). Para la asignatura de bioinformática de la escuela Politécnica Superior, universidad Pablo de Olavide.
- Sapojnikova N, Asatiani N, Kartvelishvili T, Asanishvili L, Zinkevich V, Vogdarina I, Mitchell J, Al-Hummam A. A comparison of DNA fragmentation methods- Applications for the biochip technology (2017). Journal of Biotechnology 256, pp 1-5.

OBJETO DE ESTUDIO 8

- Trounson A, McDonald C. Stem Cell Therapies in Clinical Trials: Progress and challenges (2015). Cell Stem Cell 17, pp 11-22.
- Hall MN, Hall JK, Cadwallar AB, Pawlikowsky BT, Doles JD, Elston TL, Olwin BB. Transplantation of Skeletal Muscle Stem Cells (2017). Methods in molecular Biology 1556, pp 237-244.
- Nune M, Subramanian A, Krishnan UM, Sethuraman S. Peptide nanostructures on nanofibers for Peripheral Nerve Regeneration (2019). Journal of tissue engineering and regenerative medicine, pp 1-37.

OBJETO DE ESTUDIO 9

- Martel-Estrada SA, Rodríguez-Espinoza B, Santos-Rodríguez E, Jiménez-Vega F, García-Casillas PE, Martínez-Pérez CA, Olivas-Armendariz I. Biocompatibility of chitosan/mimosa tenuiflora scaffolds for tissue engineering (2015). Journal of alloys and compounds 634, pp S119-S123.
- Boni R, Ali A, Shavandi A, Clarkson AN. Current and Novel polymeric biomaterials for neural tissue engineering (2018). Journal of Biomedical Science 25:90, pp 1-21.
- Hui A, Hong P, Bezuhly M. Use of acellular dermal matrices in laryngotracheal and pharyngeal reconstruction: systemic review (2017). The journal of Laryngology and Otology 131, pp 582-592.
- Zánchez PL, Fernández-Santos ME, Espinoza MA, González-Nicolás MA, Acebes JR, Constanza S, Moscoso I, Rodríguez H, García J, Romero J, Kren SM, Bermejo J, Yotti R, Pérez-del-Villar C, Sanz-Ruiz R, Elizaga J, Taylor DA, Fernández-Ávilés F. Data from acellular human heart matrix (2016). Data in Brief 8, pp 211-2019.
- Alam K, Jeffery LA. Acellular fish skin grafts for management of Split Thickness donor sites and Partial Thickness burns: A case series (2019). Military Medicine 184, pp 16-20.
- Gnaneshwar PV, Sudakaran SV, Abisegapriyan S, Sherine J, Ramakrishna S, Rahim MHA, Yosuf MM, Jose R, Venugopal JR. Ramification of zinc oxide doped hydroxyapatite biocomposites for the mineralization of osteoblasts (2019). Material Science and Engineering C96, pp 337-347.

OBJETO DE ESTUDIO 10

- Shung KK, Cannata JM, Zhou QF. Piezoelectric materials for high frequency medical imaging applications: A review (2007). J. Electroceram 19, pp 139-145.
- Cui Q, Liu C, Xha XF. Simulation and optimization of a piezoelectric micropump for medical applications (2008). Int. J. Adv. Manuf. Technol. 36, pp 516-524.

- Alcántara S, Soto BS, Ortega LA, Cabañas RL, Pérez SJ, Flores G. Películas de ZnO pizoelectricas depositadas por spray pirolisis (2008). Superficies y Vacío 21(4), pp 6-9.

CRONOGRAMA DEL AVANCE PROGRAMÁTICO

Objetos de aprendizaje	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Objeto de estudio 1																
Objeto de estudio 2																
Objeto de estudio 3																
Objeto de estudio 4																
Objeto de estudio 5																
Objeto de estudio 6																
Objeto de estudio 7																
Objeto de estudio 8																
Objeto de estudio 9																
Objeto de estudio 10																