



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	<i>Biofísicoquímica</i>
Clave de la asignatura:	<u>BAF-2105</u>
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Bioquímica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

En Biofísicoquímica convergen aspectos de química, biología y física, lo que la hace una disciplina diversa y extremadamente rica para la investigación. En esta asignatura se consideran aspectos básicos sobre los principios y métodos de la fisicoquímica para caracterizar e identificar moléculas biológicas y sus mezclas. La biofísicoquímica moderna se basa profusamente en métodos y técnicas instrumentales, por lo que tiene aplicaciones importantes bioquímicas, médicas, farmacéuticas y alimentarias.

Las técnicas tradicionales en biofísicoquímica difieren según los objetivos que se persigan, los cuales incluyen la determinación de propiedades de las biomoléculas y sus complejos, así como su estructura y función. En este

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



sentido, se abordan algunas técnicas representativas, tales como las de espectroscopia óptica (fluorescencia, dicroísmo circular, etc), espectrometría de masas biológica (MALDI-TOF y ESI-MS), resonancia magnética nuclear, técnicas de molécula única (correlación de fluorescencia, pinzas ópticas), espectroscopia ultrarrápida, difracción de rayos X (cristal único, policristal y SAXS/WAXS), y microscopia electrónica.

Intención didáctica

El curso de Biofisiología consta de 7 unidades diseñadas para identificar y caracterizar moléculas de origen biológico. El Tema 1 aborda los principios físicos de óptica en biomoléculas, y su aplicación en técnicas basadas en fluorescencia como anisotropía, FRET y cinética fluorescente. El Tema 2 se enfoca en métodos basados en la espectrometría de masas, abarcando tanto la descripción física, instrumental y aplicación de la espectrometría MALDI (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization) y ESI (Electron Spray Ionization). La espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN) para moléculas biológicas es el propósito del Tema 3, haciendo énfasis en la técnica pulsada, pero también incluyendo el Efecto Overhauser y la Resonancia Paramagnética Electrónica (EPR). Las técnicas de detección de molécula única se revisan en el Tema 4; en este tema se analizan los fundamentos y antecedentes, así como la aplicación y caracterización de correlación óptica y pinzas ópticas. En el Tema 5 se analizan y discuten las técnicas y aplicaciones de la espectroscopia ultrarrápida, orientándose al rol que presentan las moléculas biológicas en procesos como la fotosíntesis. Los Tema 6 y 7 considera temas actuales para la determinación de estructura y visualización de proteínas y otras biomoléculas a través de la difracción de rayos X y microscopia electrónica, respectivamente. Este tema comprende los principios básicos de funcionamiento, fenómenos físicos involucrados, aplicaciones, limitaciones, información obtenida e interpretación de los resultados de técnicas de

Microscopia Electrónica de Barrido (SEM), Transmitancia (TEM), Fuerza Atómica (AFM), Difracción de Rayos X y de sus dispersiones, tanto en ángulo amplio (WAXS) como pequeño (SAXS).

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa



Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Zacatepec Morelos, 25 de enero del 2021	Cinthya Dinorah Arrieta González. J. Guadalupe Jesus Gorostieta Vargas. Francisco Javier Hernández Campos Blanca Estela Ortiz Aguilar Alfredo Quinto Hernández Alberto Álvarez Castillo	Desarrollo de planes y programas de nuevas especialidades

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Identifica, comprende, y relaciona los principios de la Biofisiocoquímica para la identificación y caracterización de moléculas biológicas, así como, para el análisis cualitativo y cuantitativo, abarcando la espectroscopia óptica, espectrometría de masas, resonancia magnética nuclear, espectroscopia de molécula única, espectroscopia ultrarrápida, difracción de rayos X y microscopia electrónica.

5. Competencias previas



- Conoce los fundamentos básicos de Fisicoquímica, Bioquímica, Química Orgánica y Química Analítica para aplicarlos en la resolución de problemas biofísicoquímicos.
- Conoce e interpreta las técnicas básicas de Análisis Instrumental.
- Identifica la estructura de moléculas biológicas y de proteínas.
- Identifica las propiedades ópticas, eléctricas y magnéticas de biomoléculas.
- Identifica las biomoléculas para su estudio de acuerdo a su composición, estructura, función y origen.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Espectroscopia óptica de biomoléculas	1.1 Definiciones 1.1.1 Biofísicoquímica y alcances 1.1.2 Interacción luz-materia 1.1.3 Espectroscopia de absorción 1.1.4 Principio Franck-Condon 1.1.5 Diagrama de Jablonski 1.2 Propiedades ópticas de biomoléculas 1.3 Técnicas básicas de fluorescencia 1.3.1 Sondas fluorescentes 1.3.2 Detección fluorescente 1.3.3 Anisotropía fluorescente 1.3.4 Transferencia de la energía de Förster Resonancia (FRET) 1.3.5 Cinética fluorescente



		<p>1.4 Técnicas quiroópticas y de dispersión</p> <p>1.4.1 Dicroísmo circular</p> <p>1.4.2 Dispersión óptica rotatoria</p> <p>1.4.3 Técnicas basadas en dispersión de luz</p>
	Espectrometría de masas para moléculas biológicas	<p>2.1 Introducción</p> <p>2.2 MALDI-TOF</p> <p>2.2.1. Ionización y detección</p> <p>2.2.2. Señales e interpretación</p> <p>2.3 ESI-MS</p> <p>2.3.1. Ionización y detección</p> <p>2.3.2. Señales e interpretación</p>
3	Resonancia magnética nuclear (RMN) de biomoléculas	<p>3.1 Principios y marco teórico</p> <p>3.2 Espectroscopia RMN pulsada</p> <p>3.3 Espectroscopia RMN bidimensional</p> <p>3.4 Efecto Overhauser</p> <p>3.5 Resonancia Paramagnética Electrónica</p>
4	Técnicas de molécula única	<p>4.1 Introducción</p> <p>4.2 Detección óptica de molécula única</p> <p>4.3 Espectroscopia de correlación de fluorescencia</p> <p>4.4. Pinzas ópticas</p>



5	Espectroscopia ultrarrápida y no lineal	<p>5.1 Introducción</p> <p>5.2 Espectroscopia y microscopia no lineal</p> <p> 5.2.1 Excitación multifotónica</p> <p> 5.2.2 Señales ópticas lineales y no lineales</p> <p> 5.2.3 Técnicas de mezclado óptico</p> <p>5.3 Espectroscopia ultrarrápida</p> <p> 5.3.1 Espectroscopia pump-probe</p>
6	Difracción de rayos X de moléculas biológicas	<p>6.1 Introducción</p> <p>6.2 Simetría en cristales</p> <p> 6.2.1 Operaciones de simetría</p> <p> 6.2.2 Redes cristalinas</p> <p> 6.2.3 Grupos espaciales</p> <p>6.3 Dispersión y difracción de cristales</p> <p> 6.3.1 Fuentes (rayos X, neutrones, radiación sincrotrón)</p> <p> 6.3.2 Colección y reducción de datos</p> <p>6.4 Métodos experimentales</p> <p> 6.4.1 Cristal único</p> <p> 6.4.2 Materiales policristalinos</p> <p>6.5 Cristalografía de proteínas</p> <p> 6.5.1 Macromoléculas biológicas</p> <p> 6.5.2 Cristales de proteínas</p> <p> 6.5.3 Principios de cristalización de</p>



		<p>proteínas</p> <p>6.5.4 Métodos de cristalización</p> <p>6.6 SAXS/WAXS</p> <p>6.7 Interpretación de mapas de densidad</p> <p>electrónica y afinamiento del modelo</p> <p>tridimensional</p> <p>6.8 Validación de los datos</p>
7	Microscopía electrónica de moléculas biológicas	<p>7.1 Principios de microscopía electrónica</p> <p>7.1.1 Introducción</p> <p>7.1.2 Obtención de electrones</p> <p>7.1.3 Lentes electrostáticas</p> <p>7.1.4 Formación de imágenes</p> <p>7.1.5 Problemas de formación de imágenes</p> <p>7.2 Teoría de la formación de imagen</p> <p>7.3 Microscopía electrónica de barrido</p> <p>7.4 Microscopía electrónica de transmisión</p> <p>7.5 Microscopía de fluorescencia convencional</p> <p>7.6 Microscopía de fluorescencia confocal</p> <p>7.7 Microscopía de fluorescencia de reflexión total interna</p>



		<p>7.8 Microscopia de fluorescencia de alta resolución</p> <p>7.9 Microscopia de fuerza atómica</p> <p>7.10 Criomicroscopia</p>
--	--	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Espectroscopia óptica de biomoléculas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Identifica los fundamentos de la Biofísicoquímica para la caracterización de biomoléculas. Analiza la conceptualización óptica y las propiedades ópticas de biomoléculas Aplica los conceptos de la espectroscopia de fluorescencia, quiroóptica y de dispersión para la identificación y análisis cuantitativo de biomoléculas. Identifica las partes de instrumentos de espectroscopia óptica (fluorescencia, anisotropía fluorescente, Transferencia de la energía de Förster Resonancia (FRET), Dicroísmo circular y Dispersión óptica rotatoria). Interpreta los resultados derivados de un análisis biofísicoquímico para la resolución de problemas específicos. <p>Genéricas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> Realizar un análisis comparativo de las diferencias entre los métodos tradicionales en Biofísicoquímica, sus métodos instrumentales y sus aplicaciones en la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Evaluar la respuesta de los métodos analíticos en base a los parámetros de calidad cuantitativos (precisión y exactitud). Describir la calibración y relación señal/ruido en el análisis instrumental dirigida a biomoléculas. Investigar casos de estudio.



<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad para la solución de Problemas. • Habilidad para la búsqueda de información. • Capacidad para trabajar en equipo. • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Uso de lenguaje científico-tecnológico. 	
<p>Espectrometría de masas para moléculas biológicas</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Identifica y conceptualiza las técnicas de espectrometría de masas estándar (MALDI-TOF y ESI-MS) para la determinación de la estructura de moléculas biológicas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad para la solución de Problemas. • Habilidad para búsqueda de información. • Capacidad para trabajar en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exponer la teoría de la espectrometría de masas aplicada a moléculas biológicas. • Distingue y relaciona las técnicas MALDI-TOF y ESI-MS. • Identificar las aplicaciones para la determinación elemental de la estructura de moléculas biológicas y sus mezclas complejas. • Conocer los componentes básicos de los distintos equipos utilizados en las técnicas MALDI-TOF y ESI-MS. • Interpretar y diferenciar los espectros generados a partir del análisis de muestras.



<ul style="list-style-type: none"> • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Uso de lenguaje científico-tecnológico. 	
Resonancia magnética nuclear (RMN) de biomoléculas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Comprende los conceptos básicos de la Espectroscopia de RMN aplicada a la caracterización de biomoléculas</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad para la solución de Problemas. • Habilidad para búsqueda de información. • Capacidad para trabajar en equipo. • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Uso de lenguaje científico-tecnológico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar e interpretar la teoría de resonancia magnética nuclear (RMN) dirigida a biomoléculas y distinguir las diferencias con respecto a esta técnica aplicada a moléculas de menor peso molecular. • Realizar la interpretación de los espectros de primer orden con base a la absorción de los protones. • Identificar los componentes básicos de los espectrómetros de RMN así como su principio operacional. • Establecer las limitaciones y ventajas de la espectroscopia de RMN respecto a sus aplicaciones y su relación con otros métodos instrumentales análogos a sus principios (Efectos Overhauser y Resonancia Paramagnética Electrónica), desde una aproximación distinta (difracción de rayos X y microscopia electrónica)
Técnicas de molécula única	
Competencias	Actividades de aprendizaje



<p>Específica(s):</p> <p>Aplica los conceptualización de las técnicas de molécula única para explorar el potencial de aplicación, en contraste con aquellas técnicas de conjuntos moleculares, en que las propiedades y conducta individual no puede ser determinada.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad para la solución de Problemas. • Habilidad para búsqueda de información. • Capacidad para trabajar en equipo. • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Uso de lenguaje científico-tecnológico 	<ul style="list-style-type: none"> • Describir el experimento de molécula única. • Entender y explicar el concepto de molécula única en el movimiento de moléculas biológicas, conformaciones y de detalles espectroscópicos de ambientes locales. • Explorar la aplicación FRET, microscopia de fuerza atómica (AFM) y pinzas ópticas (optical tweezers) para el estudio de proteínas y sus complejos.
<p>Espectroscopia ultrarrápida y no lineal</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Aplica los conceptos de la espectroscopia ultrarrápida y no lineal para el estudio de fenómenos ultrarrápidos, haciendo énfasis en aquellos relacionados con la conversión de energía en la fotosíntesis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Describir los principios físicos de la espectroscopia ultrarrápida y no lineal • Identificar las aplicaciones de los sistemas laser ultrarrápidos en la investigación de muestras biológicas. • Exponer la instrumentación de técnicas laser ultrarrápidas, en relación a los fenómenos de



<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad para la solución de Problemas. • Habilidad para búsqueda de información. • Capacidad para trabajar en equipo. • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Uso de lenguaje científico-tecnológico. 	<p>excitación y mezclado en la generación de armónicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los alcances y limitaciones de la espectroscopia ultrarrápida y no lineal.
<p>Difracción de rayos X de moléculas biológicas</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica los conceptos de la difracción de rayos X para el análisis de moléculas biológicas. • Comprende las diferencias entre las diversas técnicas de difracción de rayos X aplicadas a cristalografía de proteínas. • Comprende la diferencia entre los procesos de emisión y absorción para su utilización en la solución de problemas analíticos <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad para la solución de Problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Describir los fundamentos de la difracción de rayos X. • Describir la instrumentación clásica y actualizada de los equipos de difracción de rayos X aplicados a biomoléculas. • Indicar las diferencias existentes entre los distintos métodos de difracción de rayos X para biomoléculas (cristal único, policristal, SAXS, entre otros). • Exponer la cristalografía de proteínas, incluyendo sus principios y métodos de cristalización. • Interpretar los difractogramas de rayos X y desarrollar interpretaciones de biomoléculas y su afinamiento para obtener modelos tridimensionales.



<ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para búsqueda de información. • Capacidad para trabajar en equipo. • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Uso de lenguaje científico-tecnológico. 	
<p>Microscopia electrónica de moléculas biológicas</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Aplica los conceptos de microscopia electrónica para la interpretación de imágenes de muestras biológicas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad para la solución de Problemas. • Habilidad para búsqueda de información. • Capacidad para trabajar en equipo. • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Uso de lenguaje científico-tecnológico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Describir los fundamentos de la microscopia electrónica y la teoría de la formación de imágenes. • Identificar la instrumentación de los equipos de microscopia electrónica, inicialmente enfocándose a la microscopia electrónica de barrido y de tunelamiento, para evolucionar a las de fluorescencia, fuerza atómica y criomicroscopia. • Examinar las ventajas y limitaciones de las técnicas de microscopia electrónica aplicadas a biomoléculas. • Interpretar imágenes de microscopia electrónica a través de casos de estudio.

• **8. Práctica(s)**

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Medición de longitud focal y propiedades de lentes convergentes 2. Construcción básica de un microscopio |
|--|



3. Cristalización de lisozima de huevo
4. Aplicaciones de la espectroscopia de RMN
5. Difracción de rayos X
6. Concentración micelar crítica
7. Flujo difusivo entre compartimentos



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 comunitario, 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

Portafolio de Evidencias:

- Participación en clase
- Entrega de reportes y tareas
- Evaluaciones escritas



11. Fuentes de información

1. Walla, P. J. (2009). *Modern Biophysical Chemistry*. Germany: Wiley-VCH.
2. Giacobazzo, C., Monaco, H. L., Artioli, G., Viterbo, D., Milanesio, M., Gilli, G., Gilli, Pa., Zanotti, G., Ferraris, G., and Catti, M., (2013). *Fundamentals of Crystallography*. United States: Oxford University Press New York
3. Rupp, B. (2010). *Biomolecular Crystallography: Principles, Practice, and Application to Structural Biology*. United States: Francis & Taylor.
4. Tinoco, Jr., I., Sauer, K., Wang, J. C., Puglisi, J. D., Harbison, G., Rovnyak, D. (2014). *Physical Chemistry: Principles and Applications in Biological Sciences*. United States: Pearson.
5. Hammes, Gordon G. (2005) *Spectroscopy for the Biological Sciences*. Germany: Wiley-VCH.
6. Sheehan, D. (2009). *Physical Biochemistry: Principles and Applications*. Germany: Wiley-VCH.
7. Egerton, R. F. (2015). *Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM*. United States: Springer.
8. Dykstra, M. J., Reuss, L. E. (2003). *Biological, Electron Microscopy: Theory, Techniques, and Troubleshooting*. United States: Kluwer Academic Publishers.