



## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	<i>Biotecnología Enzimática</i>
<b>Clave de la asignatura:</b>	<u><i>BAF-2102</i></u>
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	<i>(3 - 2 - 5)</i>
<b>Carrera:</b>	<i>Ingeniería Bioquímica</i>

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Es asignatura permitirá al futuro ingeniero bioquímico tener conocimiento de las áreas industriales en las que se hace uso de enzimas para la producción de bienes y servicios como la utilización de enzimas inmovilizadas ha abierto un nuevo campo de aplicación al uso industrial de preparados enzimáticos.

En la misma el alumno podrá hacer uso integrado de los conocimientos adquiridos, a lo largo de sus estudios, en la conceptualización, diseño, implementación y puesta en marcha de procesos catalizados por enzimas.

Esto se logrará mediante el análisis de casos reportados en la literatura científica y patentes que protegen procesos enzimáticos. Esta asignatura se relaciona con las materias y temas señalados a continuación, y con que competencias específicas:

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



Bioquímica I específicamente con los temas Estructura y química de proteínas, Enzimas y coenzimas  
Bioquímica II específicamente con los temas Traducción de la información genética y Biosíntesis de proteínas.

Cinética Química y Biológica Cinética enzimática específicamente con la unidad 3 del programa cinética química

### **Intención didáctica**

La asignatura está organizada en 4 unidades, cada una de las cuales agrupa temas similares con el objetivo de facilitar la comprensión para el alumno. Se sugiere el uso de actividades integradoras del conocimiento durante la elaboración de prácticas de laboratorio en las unidades 1 y 2, actividades que involucren cálculos de parámetros cinéticos para evaluar el efecto del proceso de inmovilización sobre las velocidades de reacción catalizadas por enzimas. Lo cual permitirá determinar si la transferencia de masa limita la velocidad de reacción.

Así mismo se determinará el grado de ajuste que poseen los datos experimentales obtenidos en las prácticas a los diferentes modelos de isothermas teoricas conocidas (Langmuir , Freundlich, etc) para estudiar el comportamiento de adsorción de enzimas inmovilizadas en diferentes soportes.

Por lo tanto, por medio de las actividades prácticas se promueve el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación y operación de equipos para controlar variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, se propician procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual integradora.

En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de los métodos apropiados de selección, diseño y establecimiento de los diversos procesos biotecnológicos a aplicar, de tal modo que desarrollen de manera independiente protocolos pertinentes y elaboren reportes adecuados de los resultados.

Se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; y que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y el análisis y presentación de propuestas.





### 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 Zacatepec, 25 de Enero del 2021	Leonor Zavaleta Avejar.  Wendy Hernández Díaz.                      Netzy  Francisco Hernández Campos.                      Javier  José Elias Salado Huerta.  Alberto Álvarez Castillo	Definición de los programas de estudio de los módulos de especialidad de la carrera de Ingeniería Bioquímica

### 4. Competencia(s) a desarrollar

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica los conocimientos en el área de biotecnología enzimática para el diseño, control y optimización de procesos enzimáticos.</li> <li>• Conoce los sectores industriales en los que se hace uso de enzimas.</li> <li>• Comprende e Interpreta la normatividad y legislación vigente aplicable, redactando informes comunicándose efectivamente de manera oral y escrita con terminología técnica</li> </ul>

### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce e identificar la estructura y química de las proteínas así como el efecto que tienen sobre ellas la temperatura, el pH, radiaciones, etc.</li> <li>• Evalúa los parámetros cinéticos de una enzima, así como identificar el tipo de inhibición que pudiera presentar.</li> <li>• Aplica técnicas analíticas e instrumentales para poder monitorear el avance de reacción durante la catálisis enzimática.</li> </ul>
--

### 6. Temario



No.	Temas	Subtemas
1	Fuentes, producción, extracción y purificación de enzimas.	1.1. Empresas productoras de enzimas. 1.2 Mercado mundial de las enzimas. 1.3 Fuentes de enzimas. 1.4 Criterios para la compra de preparaciones enzimáticas. 1.5 Selección de enzimas industriales. 1.6 Sistemas de ruptura celular. 1.7 Procedimiento para la concentración de enzimas. 1.8 Procedimientos para la separación de enzimas. 1.9 Evaluación de la eficiencia del proceso de purificación.
2	Modificación e inmovilización de enzimas	2.1 Modificación de enzimas. 2.1.1 Modificación química. 2.1.2 Modificación y estabilidad. 2.1.3 Modificaciones selectivas y nuevas aproximaciones. 2.2 Concepto de enzima inmovilizada. 2.2.1 Métodos de inmovilización 2.2.1.1 Efecto de la resistencia a la transferencia de masa. 2.2.1.2 Isotermas de Adsorción. 2.2.2 Ejemplos de utilización de enzimas inmovilizadas en la industria de los alimentos. 2.2.3 Ejemplo de usos de enzimas inmovilizadas en el sector farmacéutico. 2.2.4 Ejemplos de uso de enzimas inmovilizadas en medicina. 2.2.5 Ejemplos de uso de enzimas inmovilizadas en química analítica.
3	Aplicación de enzimas a nivel industrial	3.1 Aplicaciones de las enzimas en medicina. 3.1.1 Diagnóstico enzimático; ejemplos representativos y aspectos tecnológicos. 3.1.2 Terapia enzimática;



		<p>administración de enzimas.</p> <p>3.1.3 Diseño de inhibidores enzimáticos.</p> <p>3.2 Aplicaciones de las enzimas en la industria farmacéutica.</p> <p>3.2.1 Resolución de mezclas racémicas.</p> <p>3.2.2 Modificación de antibióticos.</p> <p>3.3. Enzimas en la industria alimentaria.</p> <p>3.3.1 Producción de hidrolizados proteicos.</p> <p>3.3.2 Uso de enzimas en la industria de los lácteos.</p> <p>3.3.3 Uso de enzimas en la industria de la panificación.</p> <p>3.4 Enzimas en solventes no acuosos.</p> <p>3.4.1 Biocatalizadores en solventes no acuosos.</p> <p>3.4.2 Enzimología micelar.</p> <p>3.4.3 Aplicaciones industriales.</p> <p>3.5 Otras aplicaciones.</p>
4	Legislación para el uso de enzimas.	<p>4.1. Normas generales.</p> <p>4.2 Aspectos legislativos del uso de enzimas a nivel industrial.</p> <p>4.3 Toxicología y manejo de enzimas.</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>Fuentes, producción, extracción y purificación de enzimas.</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conoce las fuentes de obtención de enzimas, así como los sistemas de producción, extracción y purificación de enzimas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para obtener información de bases de datos de artículos científicos, patentes y normas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un ensayo acerca de fuentes de enzimas.</li> <li>• Realizar un diagrama de flujo general para la producción fermentativa de enzimas.</li> <li>• Realizar un diagrama de flujo para la recuperación de enzimas intracelulares y extracelulares</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión, organización y manejo de ideas, métodos analíticos e instrumentales.</li> <li>• Comprensión de textos científicos</li> </ul> <p>Sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para aplicar conocimientos y resolver problemas mediante el uso de enzimas en el sector industrial.</li> <li>• Aplicación de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales en el diseño, montaje y puesta en marcha de procesos enzimáticos a nivel industrial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Purificar enzimas de fuentes vegetales.</li> </ul>
<p>Modificación e inmovilización de enzimas</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Conoce las diferentes metodologías de modificación de enzimas y su aplicación. Conoce, identifica y aplica diferentes técnicas de inmovilización enzimática y áreas de impacto de las enzimas inmovilizadas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para obtener información de bases de datos de artículos científicos, patentes y normas.</li> <li>• Comprensión, organización y manejo de ideas, métodos analíticos e instrumentales.</li> <li>• Comprensión de textos científicos</li> </ul> <p>Sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para aplicar conocimientos y resolver problemas mediante el uso de enzimas en el sector industrial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un mapa conceptual sobre los métodos de modificación de enzimas.</li> <li>• Elaborar un cuadro comparativo de los métodos de inmovilización de enzimas resaltando sus ventajas y desventajas.</li> <li>• Elaborará un ensayo sobre procesos que usen enzimas inmovilizadas. Determinar la isoterma que mejor se ajuste a los datos experimentales obtenidos en las prácticas o artículos para estudiar el comportamiento de adsorción de enzimas inmovilizadas en diferentes soportes.</li> </ul>
<p>Aplicación de enzimas a nivel industrial</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Conoce las aplicaciones de las enzimas en los diferentes sectores industriales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un ensayo acerca de la importancia de las enzimas en medicina.</li> </ul>



<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para obtener información de bases de datos de artículos científicos, patentes y normas.</li> <li>• Comprensión, organización y manejo de ideas, métodos analíticos e instrumentales.</li> <li>• Comprensión de textos científicos</li> </ul> <p>Sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para aplicar conocimientos y resolver problemas mediante el uso de enzimas en el sector industrial.</li> <li>• Aplicación de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales en el diseño, montaje y puesta en marcha de procesos enzimáticos a nivel industrial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un debate sobre la aplicación de enzimas en procesos a nivel industrial</li> <li>• Realizar visitas a empresas en cuyos procesos se aplique el uso de enzimas.</li> <li>• Conocer la página WEB de Novo Nordisk y otras.</li> </ul>
<p>Legislación para el uso de enzimas.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Conoce e interpreta las normas leyes y reglamentos aplicables a el uso de enzimas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para obtener información de bases de datos de artículos científicos, patentes y normas.</li> <li>• Comprensión, organización y manejo de ideas, métodos analíticos e instrumentales.</li> <li>• Comprensión de textos científicos</li> </ul> <p>Sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para aplicar conocimientos y resolver problemas mediante el uso de enzimas en el sector industrial.</li> <li>• Aplicación de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales en el diseño,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborará una recopilación de las normas nacionales e internacionales más importantes que regulan el uso de las enzimas.</li> <li>• Participará en mesa de debates acerca de casos-ejemplos de aplicación de la ley en el uso de enzimas.</li> </ul>





montaje y puesta en marcha de procesos enzimáticos a nivel industrial.	
--	--

## 8. Práctica(s)

- Obtención de la enzima invertasa a partir de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.
- Obtención de una proteasa a partir de fuentes vegetales.
- Atrapamiento en gel de alginato para inmovilizar la pectinasa.
- Obtención y análisis del comportamiento de adsorción de enzimas en diferentes soportes.



## 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

Evaluar las actividades de aprendizaje por medio de: exposiciones, exámenes escritos, presentaciones, mapas conceptuales, portafolio de evidencias, resolución de problemarios, manejo de equipos, materiales y técnicas de laboratorio, informes de prácticas, reportes de prácticas e investigaciones.

Evaluar el nivel de logro de las competencias mediante: clave analítica, escala estimativa, lista de cotejo o verificación, rúbrica.



## 11. Fuentes de información

- Lee J.M., Biochemical Engineering. Prentice-Hall. 1992.
- Marongani, A. G. Enzyme Kinetics: a modern approach. Limusa-Wiley. John Wiley & Song. 2003.
- Nelson, W.H. Lehninger Principles of Biochemistry. Limusa-Wiley. John Wiley & Song. 2004 Onorato, J. Medicamentos Biotecnológicos: características diferenciales. INESME. 2006.
- Illanes A. Enzyme biocatalysis: Principles and Applications. Springer Science + Business Media B.V. (2008)
- Colección actualizada de artículos científicos, normas y patentes sobre el uso de enzimas.



3.4.3.