

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Sistemas Bioelectroquímicos
<b>Clave de la asignatura:</b>	SBF-2003
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Energías Renovables

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

La asignatura de sistemas bioelectroquímicos proporciona al perfil de egreso del Ingeniero en Energías Renovables la capacidad de comprender los fundamentos que permiten comprender las leyes de la electroquímica. El curso ofrece una breve revisión sobre el sistema de conversión de energía electroquímica de celdas de combustible microbianas en energía eléctrica, sus clasificaciones y diseño. También se aborda la producción de combustibles bioelectroquímicos como el hidrógeno a través de la bioelectrólisis.

La asignatura pretende ser un instrumento que le permita conocer otros tipos de tecnologías que pueda ser utilizado para la obtención de energía, de tal manera que le proporciona al egresado herramientas básicas necesarias para la implementación de proyectos relacionados con bioenergía.

### Intención didáctica

La asignatura está dividida en 4 temas didácticos que agrupan los contenidos de una manera lógica y permiten visualizar los fundamentos de la producción de energía a través de la bioelectroquímica. Las competencias genéricas que el estudiante requiere y afina durante el curso (análisis-inducción-deducción-observación) le permiten diseñar y construir sistemas bioelectroquímicos.

En el tema 1 permite comprender los conceptos básicos que explican los fenómenos electroquímicos, tomando en cuenta aspectos físicos y matemáticos.

El tema 2 profundiza en los procesos de producción y transferencia de electrones en microorganismos, proporcionando una visión integral de los procesos metabólicos y características estructurales de los microorganismos.

En el tema 3 se abordan las celdas microbianas como alternativas de cogeneración de electricidad y biocombustibles, haciendo especial énfasis en el caso de hidrógeno, sus principales problemas y áreas de oportunidad.

Finalmente, el tema 4 profundiza en aplicaciones de vanguardia de las celdas microbiana, planteando estrategias actuales y futuras.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de La Laguna  Septiembre 2020	M.C. Laura Andrea Pérez García  Dra. María Cristina García Carrillo	La revisión se propone con base en ajustar el nivel de los estudiantes de ingeniería, así como ajustar para alcanzar a cubrir el temario completo en un semestre

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Interpreta, aplica y evalúa las leyes de la electroquímica para diseñar sistemas bioelectroquímicos</li> <li>● Comprende los principios básicos de la electroquímica resuelve problemas de electroquímica</li> <li>● Identifica y comprende los principales parámetros para la obtención de energía</li> <li>● Comprende los conceptos de condiciones óptimas como: desnaturalización, temperatura y pH para el mantenimiento de los microorganismos</li> <li>● Implementa el diseño de una celda de combustible microbiana</li> <li>● Colabora en prácticas y proyecto de investigación en los que sea capaz de resolver problemas de diseño, elaboración, mejora, mantenimiento, desarrollo, dependiendo de su funcionamiento en las diferentes áreas de aplicación relacionadas con la bioenergía</li> </ul>

### 5. Competencias previas

Conocimientos de las asignaturas: Química, Bioquímica, Álgebra lineal, Ecuaciones diferenciales, Circuitos eléctricos y Microbiología permitiendo obtener los conocimientos previos para desarrollar el diseño de estos sistemas de producción de energía eléctrica y/o biocombustibles.

## 6. Temario

No	Temas	Subtemas
1	<b>Conceptos básicos de Electroquímica</b>	1.1. Historia de la electroquímica 1.2. Introducción de la bioelectroquímica 1.3. Revisión de conceptos de electricidad básica 1.4. Corriente eléctrica y conductores iónicos 1.5. Leyes de Faraday 1.6. Celdas espontáneas y no espontáneas 1.7. Curva de polarización y curva de potencia 1.8. Equilibrio electroquímico 1.9. Eficiencia energética Coulombica
2	<b>Sistema de conversión de energía bioelectroquímica</b>	2.1. Tipos de sistemas de conversión de energía bioelectroquímica 2.2. Conceptos básicos de celdas de combustible microbianas 2.3. Componentes de celdas de combustible microbianas 2.4. Mecanismos de transferencia de electrones en microorganismos. 2.5. Tipos de celdas de combustible microbianas. 2.6. Diseño de celdas de combustible microbianas.
3	<b>Sistema Bioelectroquímico basado en la producción de combustible</b>	3.1. Concepto básico de Bioelectrólisis 3.2. Componentes de la Bioelectrólisis 3.3. Diseño de Bioelectrólisis 3.4. Rendimiento de hidrógeno 3.5. Recuperación y pérdida de hidrógeno 3.6. Obtención de energía
4	<b>Aplicación de sistemas bioelectroquímicos</b>	4.1. Celdas de combustible microbianas para el proceso de tratamiento de aguas residuales 4.2. Celdas de combustible microbianas para uso en biorremediación 4.3. Celdas de combustible microbianas de desalinización

		4.4. Otras tecnologías del uso de las celdas de combustible microbianas
--	--	-------------------------------------------------------------------------

### 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>Tema 1.</b>	
<b>Conceptos básicos de Electroquímica</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Conoce la evolución histórica de los sistemas electroquímicos</li> <li>● Conoce los conceptos de electricidad básica</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Capacidades de análisis, síntesis, organización y planificación, razonamiento crítico</li> <li>● Capacidades metodológicas para manipular el ambiente: ser capaz de organizar el tiempo y las estrategias para el aprendizaje, tomar decisiones o resolver problemas.</li> <li>● Destrezas en el uso de nuevas tecnologías de la información, relacionadas al área.</li> <li>● Capacidad de gestión de la información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desarrolla monografías sobre la historia de la electroquímica y el concepto básico de electroquímica</li> <li>● Discute conceptos de electricidad básica</li> </ul>
<b>Tema 2.</b>	
<b>Sistemas de conversión de energía bioelectroquímica</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Comprende y discute las principales características de las celdas electroquímicas microbianas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Investiga y discute los principios básicos de las células de combustible microbianas.</li> <li>● Describe y explica (presentación multimedia) el concepto de celda de combustible microbiana</li> </ul>

<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidades de análisis, síntesis, organización y planificación, razonamiento crítico</li> <li>• Capacidades metodológicas para manipular el ambiente: ser capaz de organizar el tiempo y las estrategias para el aprendizaje, tomar decisiones o resolver problemas.</li> <li>• Destrezas en el uso de nuevas tecnologías de la información, relacionadas al área</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasifica distintos tipos de celdas microbianas</li> <li>• Diseña y construye celdas de electroquímicas microbianas</li> </ul>
<p><b>Tema 3.</b></p> <p><b>Sistemas bioelectroquímicos basados en la producción de combustible</b></p>	
<p><b>Competencias</b></p>	<p><b>Actividades de aprendizaje</b></p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquiere el conocimiento sobre el concepto de Bioelectrólisis</li> <li>• Identifica los parámetros para el diseño de Bioelectrólisis</li> <li>• Conoce las condiciones óptimas para obtener el máximo rendimiento para la obtención de energía</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidades de análisis, síntesis, organización y planificación, razonamiento crítico</li> <li>• Capacidades metodológicas para manipular el ambiente: ser capaz de organizar el tiempo y las estrategias para el aprendizaje, tomar decisiones o resolver problemas.</li> <li>• Destrezas en el uso de nuevas tecnologías de la información, relacionadas al área.</li> </ul> <p>Capacidad de gestión de la información</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describe el concepto de bioelectrólisis</li> <li>• Resuelve problemas de bioelectrólisis</li> <li>• Diseña y construye celdas de bioelectrólisis</li> <li>• Calcula rendimientos de la producción y pérdida de hidrógeno</li> </ul>
<p><b>Tema 4.</b></p>	

<b>Aplicación prospectiva de sistemas bioelectroquímicos</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Adquiere el conocimiento sobre la aplicación de sistemas bioelectroquímicos</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Capacidades de análisis, síntesis, organización y planificación, razonamiento crítico</li> <li>● Capacidades metodológicas para manipular el ambiente: ser capaz de organizar el tiempo y las estrategias para el aprendizaje, tomar decisiones o resolver problemas.</li> <li>● Destrezas en el uso de nuevas tecnologías de la información, relacionadas al área.</li> <li>● Capacidad de gestión de la información</li> </ul>	<p>Describe y explica el uso de celdas de combustible microbianas para tratar aguas residuales</p> <p>Describe y explica el uso de celdas de combustible microbianas para uso en biorremediación</p> <p>Describe y explica el uso de celdas de combustible microbianas para desalinizar agua.</p> <p>Describe y explica el uso de celdas de combustible microbianas en otras tecnologías</p>

## 8. Práctica(s)

1. Determinación experimental de la conductividad
2. Determinación electrométrica de pH.
3. Práctica de celdas galvánicas
4. Demostración de la electrólisis del agua
5. Diseño y construcción de celdas de combustible microbianas
6. Obtención de la curva de polarización de las celdas de combustible microbianas

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que plantee 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 propuesto por los estudiantes.
- **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

- La evaluación debe ser un proceso continuo, dinámico y flexible enfocado a la generación de conocimientos sobre el aprendizaje, la práctica docente y el programa en sí mismo.
- Debe realizarse una evaluación diagnóstica al inicio del semestre para partir de los conocimientos previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.
- Durante el desarrollo del curso debe llevarse a cabo una evaluación formativa que permita retroalimentar el proceso de aprendizaje y establecer las estrategias para el logro de los objetivos establecidos.
- Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de los productos, los conocimientos, los desempeños y las actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Se sugiere utilizar como herramienta de evaluación el portafolio de evidencias y como instrumento la lista de cotejo y la rúbrica.

## 11. Fuentes de información

1. Ross, Philip N., et al. *Advances in Electrochemical Science and Engineering. Volume 11: Chemically Modified Electrodes*, 2009
2. Aleksejeva, Olga, et al. *Bioelectrochemistry: Design and Applications of Biomaterials*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2019.
3. Atkins, Peter William, and Julio De Paula. *Fisicoquímica*. No. 541 A85Y 1981. Fondo Educativo Interamericano, 2003.
4. Kim, Jung Rae, et al. "Analysis of ammonia loss mechanisms in microbial fuel cells treating animal wastewater." *Biotechnology and bioengineering*, 2008
5. Scott, Keith, and Eileen Hao Yu, eds. *Microbial electrochemical and fuel cells: fundamentals and applications*. Woodhead Publishing, 2015.
6. B Beyenal, Haluk, and Jerome T. Babauta. *Biofilms in bioelectrochemical systems: from laboratory practice to data interpretation*. John Wiley & Sons, 2015.