

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Tecnologías Electroquímicas Ambientales
Clave de la asignatura:	TAF-1806
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Química.

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Químico la capacidad para explicar fenómenos relacionados con la electroquímica y su utilidad en procesos de remediación y remoción de contaminantes en suelos y agua.</p> <p>Además se analizan los principios de oxido-reducción, fotoelectroquímicos, de electrofenton, fotoelectrofenton y su aplicación en los procesos de remediación de suelos contaminados y descontaminación de aguas.</p> <p>Esta asignatura relaciona conocimientos de la química básica, conceptos fisicoquímicos, de cinética química y de procesos ambientales.</p>
Intención didáctica
<p>Se organiza el contenido del curso en cinco temas, el primero se dedica al estudio de los conceptos básicos de la electroquímica en función de los procesos electroquímicos llevados a cabo en reacciones, el segundo en relación con el conocimiento de las diversas técnicas electroquímicas de análisis para detección de contaminantes, el tercer tema está relacionado con el conocimiento de métodos electroquímicos para la descontaminación, el cuarto tema se refiere a la aplicación de tecnologías electroquímicas utilizados en diversos procesos para la descontaminación de aguas y su posible uso en el consumo humano y el quinto está destinado al conocimiento de los diversos materiales para electrodos dimensionalmente estables.</p> <p>El profesor deberá ser observador para verificar que el estudiante comprenda la información analizada, haciendo cuestionamientos o ejercicios de evaluación al término de cada sesión y de ser necesario crear nuevas estrategias de aprendizaje,</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

que le permitan lograr que la totalidad del grupo logre la obtención del conocimiento y las habilidades.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Zacatepec Abril de 2018.	Dra. Zully Vargas Galarza Dr. Edgar García Hernández Dr. René Salgado Delgado Dra. Areli Marlen Salgado Delgado	Programa elaborado con base a los requerimientos de la especialidad de Ingeniería Química.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Conoce y aplica los conceptos básicos de la electroquímica en procesos ambientales.</p> <p>Conoce y maneja los conceptos básicos de fotoquímica y electroquímica y su utilidad como técnicas de remediación ambiental.</p> <p>Conoce los principales tipos técnicas electroquímicas de análisis para la detección de contaminantes.</p> <p>Conoce los principales tipos de reacciones fotoquímicas y electroquímicas. Conoce las aplicaciones para la eliminación de la contaminación (remediación) en aguas y suelos.</p> <p>Además el alumno desarrolla la capacidad de análisis y síntesis, comunicación oral y escrita en su propia lengua, la habilidades de gestión de información (habilidad para</p>

buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas, solución de problemas y toma de decisiones.

5. Competencias previas

Aplica los conocimientos de ecuación químicas de oxidación- reducción.
Aplica el concepto de celdas electrolíticas y las reacciones que se llevan a cabo.
Detecta los diferentes tipos de celdas.
Aplica los métodos matemáticos para la solución de ecuaciones. Aplica los conceptos de potencial

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Electroquímica	1.1 Conceptos básicos de electroquímica 1.2 Características de las reacciones electródicas. 1.3 Termodinámica y cinética de las celdas electroquímicas. 1.4 Control de difusión en reacciones electródicas. 1.5 Sensores y nanosensores electroquímicos utilizados para la detección y caracterización de contaminantes ambientales
2	Técnicas electroquímicas de análisis	2.1 Polarografía 2.2 Voltamperometría 2.3 Potenciometría 2.4 Conductimetría 2.5 Electrogravimetría
3	Métodos electroquímicos de tratamiento de contaminantes	3.1 Electrólisis directa 3.2 Electrólisis indirecta 3.3 Electroremediación de suelos contaminados 3.4 Procesos foto-electroquímicos para contaminantes orgánicos 3.5 Procesos electrofenton (EF) y fotoelectrofenton (PEF). 3.6 Procesos de oxidación
4	Tecnologías para el tratamiento de aguas residuales.	4.1 Sustitución de procesos químicos por procesos electroquímicos verdes: síntesis electroquímica. 4.2 Sustitución de disolventes no verdes en síntesis electroquímica

		<p>4.3 Electrocoagulación</p> <p>4.4 Tecnologías electroquímicas basadas en la reacción química de Fenton.</p> <p>4.5 Electrooxidación.</p> <p>4.5 Producción electroquímica de peróxido de hidrógeno y su aplicación en el tratamiento de agua.</p> <p>4.6 Reducción electroquímica de Cr (VI).</p> <p>4.7 Métodos electroquímicos combinados</p>
5	Electrodos dimensionalmente estables y nuevos materiales para electrodos	<p>5.1 Electrodos de SnO₂, propiedades y aplicaciones</p> <p>5.2 Electrodos de Ti/SnO₂ propiedades y aplicaciones</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Introducción a la Electroquímica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Maneja los conceptos básicos de los procesos electroquímicos de las reacciones</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos generales básicos • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita en propia lengua • Conocimiento de una segunda lengua • Habilidades básicas de manejo de computadora • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) • Solución de problemas • Toma de decisiones. 	<p>Investiga los conceptos básicos de electroquímica.</p> <p>Investiga y reconoce las características de las reacciones electródicas.</p> <p>Investiga los conceptos de termodinámica y cinética de las celdas electroquímicas.</p> <p>Investiga cómo se lleva a cabo el control de difusión en reacciones electródicas.</p> <p>Investiga y conoce el uso y los diferentes tipos de sensores utilizados en electroquímica</p>

<p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas • Compromiso ético. <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos • Iniciativa y espíritu emprendedor • Preocupación por la calidad • Búsqueda del logro 	
<p>Técnicas electroquímicas de análisis</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Conoce las diferentes tipos técnicas electroquímicas de análisis utilizados en la detección y caracterización de contaminantes</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos generales básicos • Conocimientos básicos de la carrera 	<p>Investiga los diferentes tipos de técnicas de análisis electroquímicos usados en la detección de contaminantes.</p> <p>Describe la utilidad de las técnicas amperométricas y voltamperométricas.</p> <p>Realiza comparaciones entre las diversas técnicas investigadas.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación oral y escrita en propia lengua • Conocimiento de una segunda lengua • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) • Solución de problemas • Toma de decisiones. <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas • Habilidad para trabajar en ambiente laboral • Compromiso ético <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos • Iniciativa y espíritu emprendedor • Preocupación por la calidad • Búsqueda del logro 	
<p>Métodos electroquímicos de tratamiento de contaminantes</p>	

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conoce e identifica los diversos tipos de métodos de electroquímicos utilizados para el tratamiento de contaminantes</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos generales básicos • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita en propia lengua • Conocimiento de una segunda lengua • Habilidades básicas de manejo de computadora • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) • Solución de problemas • Toma de decisiones. <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas • Habilidad para trabajar en ambiente laboral • Compromiso ético <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a 	<p>Investiga el fundamento de la electrólisis directa y electrólisis indirecta</p> <p>Investiga los fundamentos de la electroremediación de suelos contaminados con metales pesados</p> <p>Investiga los fundamentos y usos de los procesos foto-electroquímicos para contaminantes orgánicos.</p> <p>Investiga los fundamentos y usos de los procesos electrofenton (EF) y fotoelectrofenton (PEF).</p> <p>Conoce el proceso de oxidación en descontaminación de aguas.</p>

<p>nuevas situaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos • Iniciativa y espíritu emprendedor • Preocupación por la calidad • Búsqueda del logro 	
<p>Tecnologías para el tratamiento de aguas residuales.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Conoce las aplicaciones de las tecnologías electroquímicas desarrolladas en procesos de descontaminación de aguas.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos generales básicos • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita en propia lengua • Conocimiento de una segunda lengua • Habilidades básicas de manejo de computadora • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) • Solución de problemas • Toma de decisiones. <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales 	<p>Investiga y conoce la tecnología de sustitución de procesos químicos por procesos electroquímicos verdes</p> <p>Investiga y conoce la sustitución de disolventes no verdes en síntesis electroquímica</p> <p>Conoce los diferentes campos de aplicación de la electrocoagulación</p> <p>Conoce los diferentes campos de aplicación tecnologías electroquímicas basadas en la reacción química de Fenton. Conoce y aplica el proceso de electrooxidación y la producción electroquímica de peróxido de hidrógeno y su aplicación en el tratamiento de agua. Investiga el campo de aplicación de la reducción electroquímica de Cr (VI) y los métodos electroquímicos combinados.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas • Habilidad para trabajar en un ambiente laboral • Compromiso ético <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos • Iniciativa y espíritu emprendedor • Preocupación por la calidad • Búsqueda del logro 	
<p>Electrodos dimensionalmente estables y nuevos materiales para electrodos</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Conocer la utilidad de electrodos dimensionalmente estables y sus materiales de construcción.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos generales básicos • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita en propia lengua 	<p>Investigar y conocer los materiales de construcción de electrodos dimensionalmente estables y el desarrollo de nuevos materiales.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de una segunda lengua • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) • Solución de problemas • Toma de decisiones. <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas • Habilidad para trabajar en un ambiente laboral • Compromiso ético <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos • Iniciativa y espíritu emprendedor • Preocupación por la calidad • Búsqueda del logro 	
--	--

8. Práctica(s)

Realizar práctica de construcción de diferentes tipos de celdas electroquímicas con

diferentes tipos de electrodos y electrolitos.

9. Proyecto de asignatura

Aplicación de técnica o técnicas electroquímicas a un proceso de descontaminación de aguas.

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

La evaluación de la asignatura se hará con base en el siguiente desempeño:

- Participación en clase y en el taller de solución de problemas.
- Entrega de problemario.
- Asistencia a visitas industriales y/o centros de investigación.
- Examen escrito.
- Foros de discusión y debate.
- Exposición y discusión en clase.
- Materiales audiovisuales.
- Practicas experimentales.
- Reporte de Prácticas.
- Resultados de proyectos de investigación.
- Desempeño personal en clase

11. Fuentes de información

1. Atkins, W. P., De Paula, J. (2006). *Physical chemistry*. (8ta. edición). New York: Oxford University Press.
2. Castellan, G.. (1987). *Fisicoquímica*. (2da. edición). México: Addison-Wesley Iberoamericana.
3. Bertrán, R. J., Núñez, D. J., (2002). *Química Física*. Vol. 2. Madrid: Ariel
4. Bard, J. A., Faulkener, L. R. (2001). *Electrochemical Methods: Fundamental and Applications*. (2da edición). Ney York: Wiley.
5. Pletcher, D., Walsh, F. (1990). *Industrial Electrochemistry*. (2da edición). Londres: Chapman and Hall.
6. Walsh, F. (2000). *Un primer curso de Ingeniería Electroquímica*. (1ª edición). España: Club Universitario
7. Barrera, C. E. (2014). *Aplicaciones electroquímicas al tratamiento de aguas residuales*. (1ª edición). Mexico: Reverté.