

**1. Datos Generales de la asignatura**

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Química Analítica
<b>Clave de la asignatura:</b>	BTF-1430
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Biotecnología

**2. Presentación****Caracterización de la asignatura**

- Esta asignatura aporta al perfil de egreso del Ingeniero en Biotecnología los criterios para resolver problemas en los sectores productivos y de servicios, relacionados con los procesos biotecnológicos, con una visión creativa y emprendedora. Aporta una visión del amplio espectro de las técnicas de la Química Analítica moderna que lo hacen capaz de obtener datos analíticos de precisión. Por otra parte, le permite seleccionar y utilizar los métodos adecuados para el análisis químico de insumos y productos, que se utilizan en el área biotecnológica, para garantizar que las diferentes etapas de los procesos se desarrollen en un ambiente sustentable. La asignatura comprende los fundamentos básicos de la química analítica en los dos primeros temas; para luego aplicar las metodologías volumétricas, gravimétricas e instrumentales en la investigación y desarrollo de su carrera, del tercero al quinto tema. La asignatura está relacionada con competencias previas desarrolladas en las materias de química inorgánica y orgánica que aportan los temas requeridos para continuar con el análisis químico de las diversas sustancias que requiere el Ingeniero en Biotecnología. También aporta las bases para las determinaciones de elementos y sustancias orgánicas e inorgánicas en materias posteriores, como Bioquímica, Análisis Instrumental, Biotecnología Vegetal, entre otras.

**Intención didáctica**

La presente asignatura se desarrolla en cinco temas. En cada uno de ellos se sugiere iniciar con un examen de diagnóstico, apoyándose en instrumentos de evaluación adecuados, los cuales retroalimentan al docente en aspectos fundamentales requeridos. Al asegurar la comprensión, se tendrá las bases para iniciar con un contexto real y comprensible. En el primer tema se recomienda abordar los fundamentos de la Química Analítica, los cuales incluyen conocimientos teóricos que permiten la interpretación científica de las diversas reacciones y operaciones que se emplean en los métodos analíticos. Además de contemplar la importancia y la normatividad de la asignatura a nivel nacional e Internacional; así como, su enfoque a la ingeniería en biotecnología. El segundo tema se refiere al estudio del equilibrio químico, en la cual se definen los conceptos de ácidos y bases (débiles y fuertes), su importancia y aplicación. Los métodos volumétricos, se abordan en el tercer tema, que le permiten al estudiante aplicar a nivel de laboratorio lo aprendido en los dos primeros temas, con la realización de determinaciones volumétricas aplicadas a diversas reacciones. El cuarto tema permite manejar los factores básicos en determinaciones gravimétricas. Finalmente, el quinto tema comprende lo referente a los métodos instrumentales aplicados principalmente a la espectrofotometría, cromatografía y electroquímica en diversas áreas de la biotecnología. Es importante que los estudiantes cumplan con asistencia y puntualidad en cada una de las actividades planeadas por el facilitador, realizar al menos 2 visitas a empresas durante el semestre relacionadas con los temas que se están desarrollando, además de realizar prácticas de laboratorio semanales y proyectos en equipos de trabajo que permitan la investigación práctica y documental para

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



desarrollar las competencias específicas y genéricas planteadas en la asignatura, que permitan confrontar sus conocimientos, sean de espíritu crítico y autocrítico, con lo que se acepta con madurez los comentarios de sus compañeros.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de El Llano de Aguascalientes, del 9 al 12 de diciembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Celaya, Colima, El Llano Aguascalientes, Hermosillo, Mérida, Reynosa, Superior de Álamo Temapache, Toluca y Veracruz.	Reunión Nacional De Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 13 de diciembre de 2013 al 3 de marzo de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Celaya y Reynosa.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería en Biotecnología.
Instituto Tecnológico de El Llano de Aguascalientes, del 4 al 7 de marzo de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Celaya, Colima, CRODE Celaya, El Llano Aguascalientes, Hermosillo, Mérida, Reynosa, Superior de Álamo Temapache, Toluca, Veracruz y CIBIOGEM.	Reunión Nacional de Consolidación del Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología.
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 4 al 7 de diciembre de 2018	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: El Llano Aguascalientes, Celaya y Purísima del Rincón.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de; Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño Industrial e Ingeniería en Biotecnología del Tecnológico Nacional de México.

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

##### Competencia(s) específica(s) de la asignatura

- Comprende y aplica los fundamentos de la química analítica, de ácido-base, realiza determinaciones volumétricas y gravimétricas, así como los métodos espectrofotométricos, cromatográficos y electroquímicos en el análisis de moléculas o compuestos de importancia biotecnológica.

#### 5. Competencias previas

- Conocer los conceptos básicos de Química inorgánica y orgánica
- Aplicar las bases de Álgebra Elemental
- Manejar conceptos básicos de Física.

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de Química Analítica	1.1 Importancia de la química analítica en el área de la biotecnología. 1.2 Pasos en un análisis químico. 1.3 Técnicas de muestreo. 1.4 Clasificación de los métodos Analíticos. 1.5 Preparación de muestras para el Análisis. 1.6 Principios generales del análisis Químico. 1.7 Normatividad en los análisis Químicos. 1.7.1 Normas nacionales. 1.7.2 Normas internacionales.
2	Equilibrio Químico	2.1 Introducción al equilibrio químico. 2.1.1 Concepto y clasificación. 2.1.2 Propiedades de las constantes de equilibrio. 2.2 Cálculos de pH. 2.2.1 Ácidos y bases fuertes. 2.2.2 Ácidos y bases débiles. 2.2.3 Ácidos polipróticos. 2.2.4 Hidrólisis. 2.3 Soluciones amortiguadoras. 2.3.1 Soluciones amortiguadoras Ácidas. 2.3.2 Soluciones amortiguadoras Básicas.
3	Métodos Volumétricos	3.1 Concepto y objetivo de los métodos volumétricos. 3.2 Pesos equivalentes. 3.2.1 Ventajas del sistema de equivalentes gramo. 3.3 Soluciones normales 3.4 Preparación de soluciones valoradas. 3.5 Preparación de soluciones de indicadores. 3.6 Clasificación de las reacciones en volumetría. 3.7 Curvas de neutralización ácido-

		base. 3.8 Titulaciones de reacciones de Precipitación. 3.9 Titulación de reacciones óxido-Reducción. 3.10 Titulación potenciométrica.
4	Métodos Gravimétricos	4.1 Concepto, objetivo y clasificación de los métodos gravimétricos. 4.2 Estequiometría y factores Gravimétricos. 4.3 Métodos gravimétricos por Precipitación. 4.3.1 Propiedades de los precipitados y de los reactivos precipitantes. 4.3.2 Control de las condiciones de precipitación. 4.3.3 Pureza de los precipitados. 4.3.4 Secado o calcinación de los Precipitados. 4.3.5 Precipitantes orgánicos. 4.4 Métodos gravimétricos por volatilización. 4.5 Aplicaciones del análisis Gravimétrico.
5	Métodos Electroanalíticos	5.1 Métodos ópticos. 5.1.1 Espectrofotometría. Ultravioleta, Visible e Infrarroja. 5.1.2 Espectrofotometría de absorción atómica. 5.2 Métodos cromatográficos. 5.2.1 Cromatografía en papel. 5.2.2 Cromatografía en capa fina. 5.2.3 Cromatografía de gases. 5.2.4 Cromatografía líquida de alta Resolución. 5.3 Métodos electroquímicos. 5.3.1 Potenciometría. 5.3.2 Conductimetría. 5.3.3 Voltamperometría.

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Fundamentos de Química Analítica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Específica(s):</b> Comprende la importancia de la química analítica así como los principios generales para su aplicación en los análisis químicos en el trabajo profesional del Ingeniero en Biotecnología.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir un diagrama que permita visualizar la aplicación de la metodología del análisis químico.</li> <li>• Investigar las normas mexicanas de muestreo para: toma de muestras, y su preparación, uso de muestreadores y equipos para la preparación de las muestras.</li> <li>• Aplicar y seleccionar el muestreo</li> </ul>
<b>Genéricas:</b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para preparar soluciones de trabajo de concentraciones conocidas</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Promoción de valores.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• adecuado para muestras sólidas, líquidas y gaseosas.</li> <li>• Manejar el cálculo de los pesos equivalentes para las reacciones de oxidación-reducción.</li> <li>• Realizar conversiones y cálculos de las concentraciones de las soluciones.</li> <li>• Expresar las concentraciones en unidades físicas y unidades químicas.</li> <li>• Comprender y aplicar la nomenclatura nacional e internacional de los análisis químicos.</li> </ul>
--	--

## 2. Equilibrio Químico

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Comprende los diferentes tipos de equilibrio, el significado de la constante de equilibrio y su aplicación en diferentes reacciones utilizadas en procedimientos analíticos.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para resolver problemas aplicando constantes de equilibrio .</li> <li>• Habilidad para aplicar los conceptos de pH a soluciones de electrolitos fuertes y débiles e hidrólisis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Promoción de valores.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir la Ley de acción de masas y aplicarla en la deducción de la constante de equilibrio.</li> <li>• Expresar la constante de equilibrio en una serie de equilibrios homogéneos, heterogéneos y múltiples.</li> <li>• Calcular las concentraciones de las especies en la condición de equilibrio en una serie de reacciones químicas.</li> <li>• Indicar las características de los electrolitos débiles y fuertes.</li> <li>• Describir las propiedades de los ácidos y las bases.</li> <li>• Explicar el concepto de autoprotólisis.</li> <li>• Escribir las expresiones de las constantes de equilibrio de las reacciones en estudio.</li> <li>• Realizar cálculos de pH a partir de los datos de las titulaciones ácido-base.</li> <li>• Describir las propiedades de las soluciones amortiguadoras.</li> <li>• Realizar en la práctica, la preparación de una solución amortiguadora.</li> </ul>

autónoma.	
<b>3. Métodos Volumétricos</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Aplica principios básicos de los métodos volumétricos para establecer puntos de equivalencia en titulaciones ácido-base, precipitación y oxidación reducción.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para aplicar los indicadores más apropiados en reacciones de neutralización de precipitación y de oxidación reducción.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Promoción de valores.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<p>Realizar investigación en fuentes de Información sobre el concepto y clasificación de los métodos volumétricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los métodos utilizados para establecer los puntos de equivalencia en las titulaciones Ácido-Base.</li> <li>• Investigar qué características deben reunir los Indicadores Ácido-Base.</li> <li>• Construir curvas de titulación ácido-base.</li> <li>• Utilizar la ecuación de Henderson-Hasselbalch para el cálculo de pH de las soluciones.</li> <li>• Explicar el uso adecuado de los indicadores en las titulaciones ácido- base.</li> <li>• Resolver problemas sobre los diferentes métodos de valoración de normalidad y molaridad.</li> <li>• Realizar investigación en fuentes de información sobre el proceso de neutralización, punto de equivalencia, punto final de una valoración, curva de titulación e indicadores ácido-base.</li> </ul>
<b>4. Métodos Gravimétricos</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Identifica, comprende, aplica y relaciona los métodos electroquímicos de química analítica en la gestión de información en los procesos biotecnológicos.</p> <p>Realiza y aplica problemas en sistemas acuosos usando las concentraciones de sistemas biológicos, aplicando métodos electroquímicos.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para realizar determinaciones analíticas gravimétricas diversas.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> </ul>	<p>Relacionar correctamente cada uno de los siguientes términos con su significado: método electro analítico, celda galvánica o voltaica, celda electrolítica, batería, electrodo, electrodo indicador, electrodo metálico, electrodo selectivo de Iones, electrodo de referencia, puente salino, potencial estándar de reducción, ecuación de Nernst.</p> <p>Realizar ejercicios sobre determinación del agente oxidante o reductor, escritura de reacciones de media celda, cálculo del potencial estándar de reacción, cálculo de capacidad teórica de almacenamiento eléctrico.</p> <p>Realizar ejercicios que implican el uso de la ec. de Nernst (cálculo de E, relación de Eo y K, concentración de las especies químicas, Eo', curvas de titulación redox ). Desarrollar a través de un Seminario, una explicación detallada del fundamento de la operación y mantenimiento de un electrodo</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoción de valores.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<p>combinado de vidrio para medición del pH en el laboratorio y dentro de reactores biológicos (fermentadores), apoyándose en elementos teórico-prácticos.</p> <p>Interpretar los resultados alcanzados en la medición de conductividad y pH y el cálculo de resistividad, para definir el tipo de agua de laboratorio que se está utilizando de acuerdo a dos o tres de las especificaciones (conductividad, resistividad, pH), de la ASTM (American Society for Testing and Materials).</p>
---	---

## 5. Métodos Electroanalíticos

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Aplica los fundamentos de la instrumentación analítica para desarrollar análisis químicos en elementos y sustancias orgánicas e inorgánicas en la biotecnología e interpretar los datos y/o reportes generados.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para aplicar los diversos principios de la instrumentación analítica a los métodos instrumentales de análisis químico en el área de la biotecnología.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Promoción de valores.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar trabajo de investigación en equipo sobre conceptos de la radiación electromagnética y sus parámetros ondulatorios y cuánticos.</li> <li>• Realizar investigación sobre los conceptos y clasificación de Los métodos ópticos.</li> <li>• Realizar cálculos relacionados con la Ley de Bouguer-Beer y sus aplicaciones.</li> <li>• Comparar esquemas de los diferentes métodos ópticos e identificar los componentes que los conforman.</li> <li>• Aplicación de diversos métodos ópticos en el campo de la biotecnología.</li> <li>• Realizar investigación bibliográfica sobre los conceptos que sustentan los métodos cromatográficos y desarrollar esquemas de los instrumentos de los diferentes métodos cromatográficos y su funcionamiento.</li> <li>• Realizar investigación bibliográfica sobre los conceptos que sustentan los métodos electroanalíticos.</li> <li>• Realizar determinaciones de elementos y sustancias orgánicas relacionadas con la biotecnología utilizando espectrofotometría de absorción atómica, cromatógrafo de líquidos, potenciómetros, polarímetros, etc.</li> </ul>

## 8. Práctica(s)

- Elaboración de soluciones buffer.
- Determinación de pH en diversas soluciones.
- Determinaciones volumétricas.

- Determinaciones gravimétricas.
- Determinación de elementos y compuestos por espectrofotometría UV-Visible.
- Determinación cuantitativa de elementos por espectrofotometría de absorción atómica.
- Determinación de cloruros en una muestra de alimentos.
- Determinación de sólidos (totales, solubles, suspendidos, entre otros) en aguas, por métodos gravimétricos.
- Realizar un análisis general en tipos de aguas (Rio, Lagunas, Potable, Mar e Industrial, etc.) para relacionar los temas de Química Analítica

## 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

- Información obtenida durante las investigaciones documentales solicitadas plasmada por escrito, cotejando las fuentes bibliográficas incluyendo libros, revistas, artículos científicos, direcciones electrónicas.
- Reportes escritos de las prácticas laboratorio, así como de los resultados, observaciones y conclusiones obtenidas.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Portafolio de evidencia.





## 11. Fuentes de información

1. Ayres, G. H., *Análisis Químico Cuantitativo*, Ed. Harper and Row Pub, 1991.
2. Day, R. A. y Underwood. *Química Analítica Cuantitativa*. México: Prentice Hall, 5ta. edición, 1989.
3. Skoog, West, Holler, Crouch. *Química Analítica*. México: Mc Graw - Hill, 7a. edición, 2001.
4. Fritz, J. S.; Schenk, G. H., *Química Analítica Cuantitativa*, Ed. Limusa, 1993
5. Lindsay, S., *High Performance Liquid Chromatography*, Ed. John Wiley and Sons, 1992.
6. Maldonado, T. R., *Método universal para la preparación de soluciones nutritivas*, Universidad Autónoma de Chapingo, México, 1999.
7. Robinson, K. A., y Robinson, J. F., *Análisis Instrumental*, Ed. Prentice Hall, Madrid, 2001.
8. Skoog, D.; Leary J., *Análisis Instrumental*, Ed. Mc Graw-Hill, 2000.
9. Willard, H.H.; Merritt, L.L., y Dean, J.A., *Métodos Instrumentales de Análisis*, 7ª. Edición, Grupo Editorial Iberoamérica, 1991.
10. Green W. Don., Perry H. Robert. *Perry's Chemical Engineers' Handbook. Eighth Edition. 2007.*