

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Química Analítica
Clave de la asignatura:	BQG-1021
SATCA¹:	3-3-6
Carrera:	Ingeniería Bioquímica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura.

La presencia de este curso de Química Analítica, disciplina perteneciente a las Ciencias Químicas, dentro de la retícula de planes de estudio como Ingeniería Bioquímica (IBQ), tiene el carácter de introductorio a sus fundamentos, tales como: compromisos de diferentes perfiles hacia la Química Analítica, pasos del análisis y el reporte analítico, errores y estadística en el tratamiento de los datos analíticos, aplicación del equilibrio químico a diferentes sistemas y actividad.

Los aprendizajes derivados de esta experiencia curricular apoyan la construcción de diferentes aspectos del perfil de la IBQ, como: el diseño, selección, adaptación y escalamiento de equipos y procesos en los que se aprovechen de manera sustentable los recursos bióticos, la identificación, prevención, control y solución a problemas de alta dirección dentro de la práctica de la Ingeniería Bioquímica, la identificación y aplicación de tecnologías emergentes, la participación en el diseño y aplicación de normas y programas de gestión y aseguramiento de la calidad, en empresas e instituciones, la formulación y evaluación de proyectos con criterios de sustentabilidad, la realización de investigación científica y tecnológica, así como la difusión de los resultados.

Intención didáctica

El curso consta de cuatro unidades en se identifican, comprenden, aplican y relacionan los fundamentos de Química analítica (primera unidad), métodos volumétricos (segunda unidad), métodos electroanalíticos (tercera unidad) y métodos gravimétricos (cuarta unidad), con el propósito de que: el estudiante de IBQ disponga de las bases tanto para el estudio de un curso secuencial de Análisis Instrumental, como para la realización de actividades experimentales en cursos del plan de estudio, como Bioquímica I y II, Microbiología, Cinética Química y Biológica, Físicoquímica, entre otros. Que el estudiante y el egresado de IBQ estén en capacidad de: interpretar los reportes analíticos que sobre los materiales, intermediarios y productos de procesos de fabricación sean generados por profesionales de la Química o Química-Biológica en los Laboratorios de Aseguramiento y Control de Calidad.

Que el estudiante se concientice de la necesidad de trabajar en un ambiente laboral

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

interdisciplinario y multidisciplinario (reconocimiento y apreciación por la multidisciplinariedad de profesiones que están involucradas con la Química Analítica y la relación de ésta con cada una de ellas) y capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas, distingan los elementos que dan soporte al estudio, reconozcan la importancia de la asignatura como elemento referente para atender necesidades de áreas como: farmacéutica, alimentaria, ambiental, energética, entre otras, desarrollen un pensamiento crítico, independiente que pueda ser aplicado a la resolución de nuevos problemas, manifiesten compromiso ético, traducido en un ejercicio diario, respetuoso de la autoría intelectual, evitando el plagio y privilegiando siempre la honestidad académica, desarrollen capacidad de organización en el trabajo individual y grupal, manejen las tecnologías de la información.

Para el alcance de estos propósitos didácticos, se requiere abordar los diferentes temas de manera teórico-práctica, con lo que se promueve un aprendizaje significativo al contrastar la experimentación con la teoría, además de promover el trabajo organizado en equipo, procesos mentales de inducción-deducción y de análisis- síntesis, que la extensión y profundidad de los temas se desarrolle para el nivel de licenciatura, con la realización de suficientes ejercicios lo que favorece la consistencia mínima deseable que asegura un aprendizaje significativo, que los estudiantes desarrollen las capacidades de recopilación de la información, organización, análisis, reflexión y síntesis de la misma. En esta última etapa es necesario orientar al estudiante en que es necesario aplicar sin excepción el reconocimiento a la autoría intelectual de las fuentes de información seleccionadas, que el Profesor-a del curso sea un excelente organizador que garantice en su instrumentación didáctica una planeación integral adecuada y que realice un correcto seguimiento del desempeño del estudiante.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 7 al 11 de septiembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Culiacán, Durango, Mérida, Morelia, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tuxtepec, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Instituto Tecnológico de Celaya del 8 al 12 de febrero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Culiacán, Durango, Mérida, Morelia, Tehuacán, Tijuana, Tuxtepec, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería

		Química e Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Instituto Tecnológico de Villahermosa, del 19 al 22 de marzo de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Acayucan, Calkiní, Celaya, Colima, Culiacán, Durango, Irapuato, La Paz, La Región Sierra, Los Ríos, Mazatlán, Mérida, Misantla, Morelia, Tijuana, Tuxtepec, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz, Villahermosa.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería en Industrias Alimentarias e Ingeniería Química, del SNIT.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura

Competencias específicas:

Comprender, aplicar y relacionar los fundamentos, métodos volumétricos, electros analíticos y gravimétricos de química analítica utilizados para la evaluación de materiales, intermediarios y productos de procesos industriales y recursos bióticos.

5. Competencias previas

Capacidad de análisis y síntesis

Conocimientos generales básicos

- Estructura atómica y propiedades periódicas.
- Enlace, estructura y propiedades en compuestos químicos inorgánicos.
- Estequiometría.
- Unidades Físicas y Químicas para expresar la concentración de soluciones.
- Introducción al Equilibrio Químico Acido-Base.

Conocimientos básicos de la carrera

Maneja operaciones algebraicas.

- Resuelve ecuaciones de primer y segundo grado con una incógnita.
- Resuelve ecuaciones simultáneas.

Habilidades básicas de manejo de la computadora

Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Fundamentos.	1.1. La Química Analítica en relación a los perfiles de los técnicos-as, científicos-as e ingenieros-as. 1.2. Pasos generales en el análisis químico y utilización del reporte analítico.

		<p>1.2.1. Muestreo. 1.2.2. Preparación de la muestra. 1.2.3. Determinación analítica o análisis. 1.2.4. Elaboración del reporte. 1.2.5. Interpretación del reporte y generación de las conclusiones relativas. 1.3. Errores y tratamiento estadístico de los datos analíticos. 1.3.1. Concepto y clasificación de errores. 1.3.2. Eliminación y control de errores. 1.3.3. Cálculo del valor más probable y Límites de Confianza. 1.3.4. Criterios estadísticos para rechazo de valores dudosos. 1.3.5. Comparación entre medias y entre desviaciones estándar (prueba t de student y prueba de significancia) 1.4. Aplicación del Equilibrio Químico en diferentes sistemas. 1.4.1. Equilibrio ácido-base mono, di y poliprótico. 1.4.2. Solubilidad de compuestos iónicos. 1.4.2.1. Producto de Solubilidad (Kps). 1.4.2.2. Efecto del ión común. 1.4.3. Reacciones de un metal y un ligando 1.4.3.1. Constante de formación de complejos (Kf) o constante de estabilidad. 1.5. Actividad. 1.5.1. Fuerza iónica (concepto, cálculo, su efecto sobre la solubilidad de las sales). 1.5.2. Coeficiente de actividad (concepto, cálculo, efecto de la fuerza iónica, la carga y el tamaño del ión sobre el, aplicaciones). 1.5.3. Constante de Equilibrio en términos de actividad. 1.5.4. Concepto de pH desde el punto de vista de la actividad.</p>
2	Métodos Volumétricos.	<p>2.1. Estandarización 2.1.1. Concepto de estándar primario, estándar secundario y estandarización. 2.1.2. Procedimientos y cálculo involucrados en la estandarización: alícuotas y pesadas individuales. 2.2. Volumetría Acido-Base 2.2.1. Titulaciones Acido Base en sistemas acuosos: curvas, detección del punto final (<i>indicadores, electrodo para medir pH</i>): 2.2.1.1. Acido Fuerte-Base Fuerte</p>

		<p>2.2.1.2. Acido Débil-Base Fuerte 2.2.1.3. Base Débil-Acido Fuerte 2.2.1.4. Sistemas polipróticos. 2.3. Volumetría en reacciones de formación de complejos. 2.3.1. Complejos metal-quelato (ácidos y bases de Lewis) y efecto quelato 2.3.2. Volumetría con AEDT : propiedades ácido-base, complejos con el AEDT, constante de formación condicional, curvas de titulación e indicadores. 2.4. Volumetría en reacciones de formación de precipitados. 2.4.1. Curva de titulación 2.4.2. Estudio de algunas de las titulaciones importantes:a).- Método de Mohr, b).-Método de Volhard, c).- Método de Fajans. 2.5. Titulaciones Redox 2.5.1. La forma de una curva de titulación redox. 2.5.2. Sistemas para medir el punto final o el punto de equivalencia (<i>Indicadores, Soluciones titulantes autoindicadoras, Electroodos = potenciometría</i>) 2.6.3. Estudio de determinaciones representativas de algunos de los siguientes métodos: 2.6.3.1. con Yodo (Directos e Indirectos) 2.6.3.2. con KMnO_4 2.6.3.3. con $\text{K}_2 \text{Cr}_2\text{O}_7$ 2.6.3.4. con Ce^{+4}</p>
--	--	--

3	Métodos Electroanalíticos	<p>3.1. Fundamentos de Electroquímica</p> <p>3.1.1. Conceptos básicos</p> <p>3.1.2. Diferenciación entre Celdas Electroquímicas: Celdas galvánicas y celdas electrolíticas.</p> <p>3.1.3. Potenciales Estándar</p> <p>3.1.4. Ecuación de Nernst</p> <p>3.1.5. E° y la Constante de Equilibrio</p> <p>3.1.6. Celdas como Sondas Químicas</p> <p>3.1.7. La utilidad de E°</p> <p>3.2. Electroodos y Potenciometría</p> <p>3.2.1. Electroodos de Referencia e Indicadores.</p> <p>3.2.2. Potencial de unión</p> <p>3.2.3. Medición de pH con un electrodo de vidrio,(fundamento, alcances).</p> <p>3.2.4. Electroodos selectivos de iones</p> <p>3.3. Electroodos y Conductimetría</p> <p>3.3.1. Aplicaciones de Electroquímica.</p>
4	Métodos Gravimétricos	<p>4.1. Concepto y clasificación</p> <p>4.2. Métodos Gravimétricos por Precipitación</p> <p>4.3. Métodos Gravimétricos por Volatilización.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Fundamentos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica y relaciona los fundamentos de química analítica en las necesidades del uso de patrones químicos y su significado en los análisis de los procesos Industriales. • Comprende la importancia de la toma de muestra para la emisión e interpretación de un resultado analítico. • Identifica: las bases para cuestionar en forma crítica un resultado analítico en cuanto a validez y fiabilidad. <p>Genéricas:</p>	<p>Identificar los compromisos-capacidades que el estudio de la Química Analítica les otorga a técnicos-as, científicos-as e ingenieros-as, en la realización de trabajos multidisciplinares.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar claramente los fines y pasos del análisis químico y del reporte analítico. • Explicar la diferencia entre errores determinados o sistemáticos y errores al azar o indeterminados y podrá ejemplificar o identificar a cada uno. • Utilizar a la Estadística o microestadística para el tratamiento de datos analíticos. • Interpretar el comportamiento del equilibrio químico en: <p>a).- sistemas ácido-base monopróticos (casos hidrólisis y soluciones amortiguadoras), dipróticos (caso</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis para la interpretación de los resultados obtenidos de las muestras analizadas. • Capacidad de organizar y planificar las practicas del laboratorio • Trabajo critico para el desarrollo de las conclusiones de la práctica realizada. • Trabajo de equipo en las actividades del aula y del laboratorio aplicando los conocimientos de muestreo y equilibrio químico. 	<p>aminoácidos) y polipróticos, a través del cálculo de: pH, $[H^+]$ y de la composición de las soluciones (concentración de las especies que las constituyen),</p> <p>b).-soluciones de sales escasamente solubles a través del cálculo de la composición de las soluciones (concentración de las especies que las constituyen), y del efecto del ión común sobre esta composición,</p> <p>c).- reacciones entre un metal y el ligando (formación de complejos), a través. del cálculo de la composición de las soluciones (concentración de las especies que las constituyen).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcular e interpretar la influencia de los siguientes parámetros en el sistema o condición que se trate (solubilidad de un compuesto iónico.
<p>Métodos Volumétricos</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> •Identifica, comprende, aplica y relaciona los métodos volumétricos de química analítica en la gestión de información en los procesos industriales. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de aplicar los conocimientos de los métodos volumétricos en las prácticas. • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas 	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar términos comunes en métodos volumétricos con su concepto: volumetría, alícuota, titulación, estandarización, estándar primario y secundario, soluciones estándar primaria y secundaria, curva de titulación, punto de equivalencia, punto final, indicador, titulación, entre otros. • Resolver ejercicios sobre cálculo de concentración de la especie química buscada, cuando se utiliza un método volumétrico ácido-base, de formación de complejos y de formación de precipitados. • Desarrollar un mini proyecto teórico-práctico relacionado con el uso de método(s) volumétrico(s) (ácido-base, formación de complejos, formación de precipitados) en controles de materias primas, productos o procesos, presentando sus resultados en un seminario. Incluirá investigación sobre manejo de residuos específicos según el caso tratado en el miniproyecto y aplicar la estrategia más adecuada (orientado por su Profesor-a) para los residuos que se generen en el desarrollo del mismo

Métodos Electroquímicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica, comprende, aplica y relaciona los métodos electroquímicos de química analítica en la gestión de información en los procesos industriales. <p>Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) para Realiza y aplicar problemas en concentraciones de soluciones y Toma de decisiones para métodos electroquímicos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos generales básicos • Comunicación oral y escrita en su 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>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).</p> <p>Desarrollar a través de un Seminario, una explicación detallada del fundamento de la operación y mantenimiento de un electrodo 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>
Método Gravimétrico	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica, comprende, aplica y relaciona los métodos gravimétricos de química analítica en los procesos industriales, 	<p>Relacionar correctamente cada uno de los siguientes términos con su significado: Método o análisis gravimétrico, absorción, adsorción, agente desecante, agente enmascarante, agente precipitante, coloide,</p>

<p>para realizar ejercicios sobre cálculos gravimétricos e interpretación de las condiciones de realización de estos métodos</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Habilidades de investigación</p> <p>Capacidad de aprender</p> <p>Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</p> <p>Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</p> <p>Liderazgo</p> <p>Conocimiento de culturas y costumbres de otros países</p> <p>Habilidad para trabajar en forma autónoma</p> <p>Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</p> <p>Iniciativa y espíritu emprendedor</p> <p>Preocupación por la calidad</p>	<p>co-precipitación, post-precipitación, digestión, doble capa eléctrica, calcinación, nucleación, solución sobresaturada, humedad, sólidos totales, agua no esencial, peso constante, análisis termo-gravimétrico.</p> <p>• Realizar ejercicios sobre cálculos gravimétricos e interpretación de las Condiciones de realización de estos métodos.</p>
--	--

8. Práctica (s)

<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los pasos de las técnicas de muestreo para el análisis químico y el reporte analíticos. • Realizar prácticas de preparación de soluciones (Concentraciones físicas y químicas) • Prácticas o Talleres de análisis sobre procedimientos de Estandarización de soluciones utilizadas en métodos volumétricos: (<i>Ácido-Base, Formación de Precipitados, Formación de Complejos, Redox</i>). • Taller de análisis de literatura sobre determinaciones volumétricas en muestras de diferente origen, entre otros: <i>fármacos, alimentos, bebidas, plantas o sus componentes, solventes</i>. • Algunas aplicaciones de Volumetría Ácido-Base en muestras de diferente origen: <ol style="list-style-type: none"> a).- Determinación de ácido acético en un vinagre. b).- Determinación de ácido láctico en leche. • 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 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.
- **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

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

- Resolución de problemas.
- Participación en seminarios (investigación documental, de campo y en algunos casos experimentales) incluida la discusión grupal.
- Investigaciones en mini proyectos.
- Desarrollo de prácticas de laboratorio y talleres. Considerando actitudes: éticas en el trabajo experimental, puntuales y de calidad en los compromisos contraídos, de limpieza y orden en áreas de trabajo.
- Reporte de prácticas en laboratorio y de talleres.
- Exámenes escritos
- Uso de tecnologías de información asociada a las actividades en listadas.

11. Fuentes de información

1. Alexeiev, V.N. (1976) Análisis Cuantitativo, 1a. ed., Mir, Moscú.
2. Bard, A.J. (1970) Equilibrio Químico, 1a. ed., del Castillo, S.A. Madrid.
3. Brewer, S. (1987) Solución de Problemas de Química Analítica, 1a. ed., Limusa, México, D.F.
4. Day, R.A. y Underwood A.L. (1989) Química Analítica Cuantitativa 5a. ed., Prentice Hall México, D.F.(***)
5. Harris, D.C. (2006) Quantitative Chemical Analysis, 7a. ed., W.H. Freeman, Nueva York.(***)
6. Harris, D.C. (2007) Análisis Químico Cuantitativo, 6a. ed. en Inglés, 3a.en Español., Reverté, Barcelona.(***)
7. Kellner, R., Mermet J.M, Otto M.y. Widmer H.M (1998) Analytical Chemistry.- The Approved Text to the Federation of European Chemical Societies FECS, 1a. ed., Wiley-VCH, Weinheim.
8. Skoog, D.A., D.,M. West, F.J. Holler y S.R. Crouch (2003) Fundamentals of Analytical Chemistry, 8a. ed., Brooks/Cole Pub. Co., Pacific Grove, California (***)
9. Skoog, D.A., D.,M. West, F.J. Holler y S.R. Crouch (2005) Fundamentos de Química Analítica 8a. ed. Thomson, (***)
10. Skoog, D.A., West D.,M.,. Holler F.J y. Crouch S.R (1997) Química Analítica, 7a. ed., McGraw-Hill, México, D.F.
11. Yaroslávsev, A.A. (1981) Colección de Problemas y Ejercicios de Química Analítica, 1a. ed., Mir, Moscú.
12. Rubinson, J.F. Rubinson. K. A. (2000) Química Analítica Contemporánea, Pearson Educación, 1ª edición, México.
13. Orosco, F. 1982 Análisis Químico Cuantitativo. Porrúa, México:
14. Santillán, Márquez J. L. 2001 Cálculos Químicos para la preparación de Soluciones: Editorial Trillas, México.
15. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX)
16. American Society for Testing and Materials (2009) Annual Book of ASTM Standards, ASTM, Pennsylvania.