

## 1. DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Química Analítica**

Carrera: **Ingeniería Bioquímica**

Clave de la asignatura: **BQG-1021**

SATCA<sup>1</sup> **3-3-6**

## 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 interdisciplinario y multidisciplinario (reconocimiento y apreciación por la

---

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

multidisciplinaria 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, distinguen 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. COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar, comprender, aplicar y relacionar los fundamentos de química analítica.</li> <li>• Identificar, comprender, aplicar y relacionar los métodos volumétricos.</li> <li>• Identificar, comprender, aplicar y relacionar los métodos electroanalíticos.</li> <li>• Identificar, comprender, aplicar y relacionar los métodos gravimétricos.</li> </ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><b>Competencias genéricas:</b> El curso de Química Analítica I contribuye al desarrollo de las siguientes <b>competencias genéricas:</b></p> <p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><b>1.- Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Conocimientos generales básicos</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul>
--	---

	<p><b>2.-Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manifestación del compromiso ético, traducido entre otras acciones en el ejercicio diario, respetuoso de la autoría intelectual, evitando el plagio y privilegiando siempre la honestidad académica-</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas</li> <li>• Apreciación de la diversidad y multiculturalidad</li> <li>• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral</li> </ul> <p><b>3.-Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Conocimiento de culturas y costumbres de otros países</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor</li> <li>• Preocupación por la calidad</li> <li>• Búsqueda del logro</li> </ul>
--	---

#### 4.-HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 7 al 11 de septiembre del 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 de las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería en Industrias Alimentarias Análisis, enriquecimiento y

Instituto Tecnológico de Culiacán e Instituto Tecnológico de Veracruz	Representante de la Academia de Ingeniería Bioquímica	elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Bioquímica
Instituto Tecnológico de Celaya	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Culiacán, Durango, Mérida, Morelia, Tehuacan, Tijuana, Tuxtepec, Veracruz y Villahermosa	Reunión Nacional de Consolidación de las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería de Industrias Alimentarias .

### 5.-OBJETIVOS GENERAL

Identificar, interpretar, aplicar y relacionar los métodos volumétricos, electroanalíticos y gravimétricos utilizados para la evaluación de materiales, intermediarios y productos de procesos y recursos bióticos.

### 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

#### Matemáticas:

- Manejar operaciones algebraicas.
- Resolver ecuaciones de primer y segundo grado con una incógnita.
- Resolver ecuaciones simultáneas .
- Manejar Logaritmos
- Estadística medidas de tendencia central (conocimientos de nivel medio-superior suficientes)

#### Física :

- Principios básicos de Electricidad y Magnetismo

#### Química:

- 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 Ácido-Base.

### 7.-TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
--------	-------	----------

1	Fundamentos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. La Química Analítica en relación a los perfiles de los técnicos-as, científicos-as e ingenieros-as.</li> <li>1.2. Pasos generales en el análisis químico y utilización del reporte analítico. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.1. Muestreo.</li> <li>1.2.2. Preparación de la muestra.</li> <li>1.2.3. Determinación analítica o análisis.</li> <li>1.2.4. Elaboración del reporte.</li> <li>1.2.5. Interpretación del reporte y generación de las conclusiones relativas.</li> </ul> </li> <li>1.3. Errores y tratamiento estadístico de los datos analíticos. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.3.1. Concepto y clasificación de errores.</li> <li>1.3.2. Eliminación y control de errores.</li> <li>1.3.3. Cálculo del valor más probable y Límites de Confianza.</li> <li>1.3.4. Criterios estadísticos para rechazo de valores dudosos.</li> <li>1.3.5. Comparación entre medias y entre desviaciones estándar (prueba t de student y prueba de significancia)</li> </ul> </li> <li>1.4. Aplicación del Equilibrio Químico en diferentes sistemas. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.4.1. Equilibrio ácido-base mono, di y poliprótico.</li> <li>1.4.2. Solubilidad de compuestos iónicos. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.4.2.1. Producto de Solubilidad (Kps).</li> <li>1.4.2.2. Efecto del ión común.</li> </ul> </li> <li>1.4.3. Reacciones de un metal y un ligando <ul style="list-style-type: none"> <li>1.4.3.1. Constante de formación de complejos (Kf) o constante de estabilidad.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>1.5. Actividad. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.5.1. Fuerza iónica (concepto, cálculo, su efecto sobre la solubilidad de las sales).</li> <li>1.5.2. Coeficiente de actividad (concepto, cálculo, efecto de la fuerza iónica, la carga y el tamaño del ión sobre el, aplicaciones).</li> <li>1.5.3. Constante de Equilibrio en</li> </ul> </li> </ul>
---	--------------	---

		<p>términos de actividad.</p> <p>1.5.4. Concepto de pH desde el punto de vista de la actividad.</p>
2	Métodos Volumétricos.	<p>2.1. Estandarización</p> <p>2.1.1. Concepto de estándar primario, estándar secundario y estandarización.</p> <p>2.1.2. Procedimientos y cálculo involucrados en la estandarización: alícuotas y pesadas individuales.</p> <p>2.2. Volumetría Acido-Base</p> <p>2.2.1. Titulaciones Acido Base en sistemas acuosos: curvas, detección del punto final (<i>indicadores, electrodo para medir pH</i>):</p> <p>2.2.1.1. Acido Fuerte-Base Fuerte</p> <p>2.2.1.2. Acido Débil-Base Fuerte</p> <p>2.2.1.3. Base Débil-Acido Fuerte</p> <p>2.2.1.4. Sistemas polipróticos.</p> <p>2.3. Volumetría en reacciones de formación de complejos.</p> <p>2.3.1. Complejos metal-quelato (ácidos y bases de Lewis) y efecto quelato</p> <p>2.3.2. Volumetría con AEDT : propiedades ácido-base, complejos con el AEDT, constante de formación condicional, curvas de titulación e indicadores.</p> <p>2.4. Volumetría en reacciones de formación de precipitados.</p> <p>2.4.1. Curva de titulación</p> <p>2.4.2. Estudio de algunas de las titulaciones importantes: a).- Método de Mohr, b).- Método de Volhard, c).- Método de Fajans.</p>

3	Métodos electroanalíticos.	<p>3.1. 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. <math>E^\circ</math> y la Constante de Equilibrio</p> <p>3.1.6. Celdas como Sondas Químicas</p> <p>3.1.7. La utilidad de <math>E^\circ</math></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</p> <p>3.4. Titulaciones Redox</p> <p>3.4.1. La forma de una curva de titulación redox.</p> <p>3.4.2. Sistemas para medir el punto final o el punto de equivalencia (<i>Indicadores, Soluciones titulantes autoindicadoras, Electroodos = potenciometría</i>)</p> <p>3.4.3. Estudio de determinaciones representativas de algunos de los siguientes métodos:</p> <p>3.4.3.1. con Yodo (Directos e Indirectos)</p> <p>3.4.3.2. con <math>KMnO_4</math></p> <p>3.4.3.3. con <math>K_2Cr_2O_7</math></p> <p>3.4.3.4. con <math>Ce^{+4}</math></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.-SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Realizar al inicio del curso, una visita al centro de Información de la Institución para orientar a los estudiantes en la búsqueda de material relacionado con la asignatura.
- Inducción a la investigación documental, de campo o experimental (desarrollar la inducción, deducción, síntesis y análisis para fomentar las cualidades de investigación

- Fomentar el uso de la tecnología de información, particularmente consultando material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico.
- Fomentar la discusión en clase de artículos científicos y de información de otras fuentes de la sociedad (libros, reportes, notas periodísticas, entre otras)
- Realizar talleres de solución de problemas (desarrollar la inducción, deducción, síntesis y análisis para fomentar las cualidades de investigación).
- Participación en seminarios (discutir en grupos para intercambiar ideas argumentadas así como analizar conceptos y definiciones).
- Trabajos en equipo (desarrollar prácticas de tal manera que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos y los relacionen con su carrera y con otras carreras de las Ingenierías y también de las ciencias).

### 8.-SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Resolución de problemas.
- Participación en seminarios (investigación documental, de campo y en algunos casos experimental) incluida la discusión grupal.
- Investigaciones en miniproyectos.
- 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 enlistadas.

### 9.-UNIDADES DE APRENDIZAJE

#### Unidad 1: Fundamentos.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar, comprender, aplicar y relacionar los fundamentos de química analítica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 multidisciplinarios.</li> <li>• Diferenciar claramente los fines y pasos del análisis químico y del reporte analítico.</li> <li>• Explicar la diferencia entre errores determinados o sistemáticos y errores al azar o indeterminados y podrá ejemplificar o identificar a cada uno.</li> <li>• Utilizar a la Estadística o Microestadística para el tratamiento de datos analíticos.</li> <li>• Interpretar el comportamiento del equilibrio químico en:               <ul style="list-style-type: none"> <li>a).- sistemas ácido-base monopróticos (casos hidrólisis y soluciones amortiguadoras), dipróticos (caso <i>aminoácidos</i>) y polipróticos, a través del cálculo de: pH, <math>[H^+]</math> y de la composición de las</li> </ul> </li> </ul>



	<p>soluciones (concentración de las especies que las constituyen),</p> <p><b>b).</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><b>c).</b>- 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"> <li>• Calcular e interpretar la influencia de los siguientes parámetros en el sistema o condición que se trate (solubilidad de un compuesto iónico, pH, K): Fuerza Iónica, Actividad,</li> <li>• Coeficiente de Actividad</li> </ul>
--	--

**Unidad 2: Métodos Volumétricos.**

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar, comprender, aplicar y relacionar los métodos volumétricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar términos comunes en Métodos Volumétricos con su concepto: volumetría, alícuota, titulación, estandarización, estandar primario y secundario, soluciones estandar primaria y secundaria, curva de titulación, punto de equivalencia, punto final, indicador, titulación por retroces, entre otros.</li> <li>• 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.</li> <li>• Desarrollar un miniproyecto 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.</li> </ul> <p>Incluirá investigación sobre manejo</p>

	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
--	---

**Unidad 3: Métodos Electroanalíticos.**

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar, comprender, aplicar y relacionar los métodos electroanalíticos.</li> </ul>	<p>Relacionar correctamente cada uno de los siguientes términos con su significado:</p> <p>método electroanalítico, 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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 ).</li> <li>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.</li> <li>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).</li> </ul>

	Desarrollar experiencias electroforéticas.
--	--

#### Unidad 4: Métodos Gravimétricos.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar, comprender, aplicar y relacionar los métodos gravimétricos.</li> </ul>	<p>Relacionar correctamente cada uno de los siguientes términos con su significado:</p> <p>método o análisis gravimétrico, absorción, adsorción, agente desecante, agente enmascarante, agente precipitante, coloide, co-precipitación, post-precipitación, digestión, doble capa eléctrica, calcinación, nucleación, solución sobresaturada, humedad, sólidos totales, agua no esencial, peso constante, análisis termogravimétrico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar ejercicios sobre cálculos gravimétricos e interpretación de las condiciones de realización de estos métodos.</li> </ul>

#### 10.-FUENTES DE INFORMACIÓN DE TEXTO.-

- Alexeiev, V.N. (1976) *Análisis Cuantitativo*, 1ª. ed., Mir, Moscú.
- Bard, A.J. (1970) *Equilibrio Químico*, 1ª. ed., del Castillo, S.A. Madrid.
- Brewer, S. (1987) *Solución de Problemas de Química Analítica*, 1ª. ed., Limusa, México, D.F.
- Day, R.A. y Underwood A.L. (1989) *Química Analítica Cuantitativa* 5ª. ed., Prentice Hall México, D.F.(\*\*\*)
- Harris, D.C. (2006) *Quantitative Chemical Analysis*, 7ª. ed., W.H. Freeman, Nueva York.(\*\*\*)
- Harris, D.C. (2007) *Análisis Químico Cuantitativo*, 6ª. ed. en Inglés, 3ª.en Español., Reverté, Barcelona.(\*\*\*)
- 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.
- 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 (\*\*\*)
- Skoog, D.A., D.,M. West, F.J. Holler y S.R. Crouch (2005) *Fundamentos de Química Analítica* 8ª. ed. Thomson, (\*\*\*)
- Skoog, D.A., West D.,M.,. Holler F.J y. Crouch S.R (1997) *Química Analítica*, 7ª. ed., McGraw-Hill, México, D.F. (\*\*\*)
- Yaroslávtssev, A.A. (1981) *Colección de Problemas y Ejercicios de Química Analítica*, 1ª. ed., Mir, Moscú.
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX)
- American Society for Testing and Materials (2009) *Annual Book of ASTM Standards*, ASTM, Pennsylvania.

14. Horowitz, W. ed. (2006) Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists AOAC International, 18<sup>a</sup>. ed. Rev. 1, AOAC, Washington, D.C.
15. Eaton, A.D., Clesceri, L.S., Rice, E.W., Greenberg, A.E., y Franson, M.A.H. eds., (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21a. ed., American Public Health Association, American Water Works Association y Water Pollution Control Federation, Washington, D.C.
16. Kirk, R.E., Othmer D.F., Kroschwitz J.I. y Howe-Grant, M.eds., (2004) Encyclopedia of Chemical Technology 5<sup>a</sup>. ed., John Wiley & Sons, Nueva York.
17. Kieslich, K. (1984) Biotechnology, 1<sup>a</sup>. ed., Verlag Chemie, Weinheim.
18. Kolthoff, I.M., Sandell, E.B Meehan E.J. y Bruckenstein, S.(1969) Quantitative Chemical Analysis, 4<sup>a</sup>. ed., TheMacmillan Co., Nueva York. S
19. Lide, D.R. ed. (2008-2009) CRC Handbook of Chemistry and Physics, 89<sup>a</sup>. ed., CRC Press, Boca Ratón, Fl.
20. Miller J.N. y Miller J.C. (2002) Estadística y Quimiometría para Química Analítica, 4<sup>a</sup>. ed., Prentice Hall-Pearson, Madrid.
21. Green, D.W y Perry, R.H. eds., (2008) Perry's Chemical Engineers' Handbook 8<sup>a</sup>. ed., McGraw Hill, Nueva York.
22. Shugar, G.J., Ballinger J. T. y Dawkins L.M. eds. (1996) Chemical Technician's Ready Reference Handbook, 4<sup>a</sup>. ed., McGraw-Hill, Nueva York.
23. Skoog, D. A.; Leary, J. J.; Nieman, T. A. (1998) Principles of Instrumental Analysis, 5a.ed.; Harcourt Brace: Orlando, Fl;
24. Skoog, D.A. Holler, F.J., Leary J.J., y Nieman, T.A (2001). Principios de Análisis Instrumental 5a. ed., McGraw-Hill,, Madrid.
25. United States Pharmacopeial Convention (2010) The United States Pharmacopeia 33<sup>a</sup>. ed., The National Formulary 28<sup>a</sup>. ed., USP Convention, Inc., Rockville, Md.
27. Angelo, T.A. (1995) "Aplicación intencional de habilidades racionales de alto orden, tales como el análisis, la síntesis, el reconocimiento y solución de problemas, la inferencia y la evaluación" Beginning the dialogue: Thoughts on promoting critical thinking: classroom assessment for critical thinking. Teaching of Psychology 22 (1): 6-7

#### **Publicaciones Periódicas:**

SQM Revista de la Sociedad Química de México

#### **Publicaciones de ACS:**

Journal of Chemical Education  
 Biotechnology Progress  
 Analytical Chemistry

#### **Bases de datos de patentes:**

De los E.U.A: <http://www.uspto.gov>  
 -De Europa: <http://ep.espacenet.com>  
 -De México: <http://www.impi.gob.mx/banapanet>

#### **11.-PRÁCTICAS PROPUESTAS**

1. Prácticas o Talleres de análisis sobre procedimientos de Estandarización de soluciones utilizadas en métodos volumétricos: (*Ácido-Base, Formación de Precipitados, Formación de Complejos, Redox*).

2. Taller de análisis de literatura sobre determinaciones volumétricas en muestras de diferente origen, entre otros: *fármacos, alimentos, bebidas, plantas o sus componentes, solventes*.
3. Algunas aplicaciones de Volumetría Ácido-Base en muestras de diferente origen:
  - a).- Determinación de ácido acético en un vinagre.
  - b).- Determinación de ácido láctico en leche.
4. Determinación de cloruros en una muestra de alimentos.
5. Determinación de sólidos (totales, solubles, suspendidos, entre otros) en agua, por métodos gravimétricos.