



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Análisis Instrumental
Clave de la asignatura:	BTF-1402
SATCA¹:	3 - 2 - 5
Carrera:	Ingeniería en Biotecnología

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Biotecnólogo la capacidad de evaluar la calidad de materias primas, productos intermedios y producto terminado, mediante métodos instrumentales de análisis, con el fin de controlar y/o optimizar bioprocesos.

También, será capaz de obtener información cuantitativa de muestras procedentes de suelo, cuerpos de agua, atmósfera y de cualquier efluente de un proceso biotecnológico en estudio. Así mismo, provee al Ingeniero Biotecnólogo de conocimientos para elegir el método instrumental de análisis espectrofotométrico, cromatográfico o potenciométrico apropiado para el desarrollo de una investigación básica y aplicada.

Esta asignatura tiene relación con Física, Química Inorgánica, Química Orgánica, Química Analítica, Estadística, Bioquímica, Electromagnetismo y mediciones eléctricas e Instrumentación y Control de Procesos.

Intención didáctica

Se organiza el temario en cuatro unidades: En el primer tema se aborda la clasificación de los métodos clásicos e instrumentales de análisis y se lleva al alumno hacia el uso de éstos para cuantificar un analito.

En el segundo tema se describen las propiedades de la radiación electromagnética, el fundamento, la instrumentación y las aplicaciones de la espectroscopia UV-Vis, Absorción Atómica e Infrarrojo.

El tercer tema aborda el fundamento, la instrumentación y las aplicaciones de la cromatografía de gases y de líquidos de alta resolución, así como su acoplamiento a masas.

El cuarto tema aborda otros métodos de análisis como electroforesis, potenciometría, nefelometría y Resonancia Magnética Nuclear de analitos, que también son utilizados en el campo de la biotecnología.

Se sugieren actividades integradoras del segundo al cuarto tema, para aplicar los métodos instrumentales estudiados. Esto permite dar un cierre a la materia mostrándola como útil por sí misma en el desempeño profesional, independientemente de la utilidad que representa en el tratamiento de temas en materias posteriores. El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; así mismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis, con la intención

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

de generar una actividad intelectual compleja y de trabajo en equipo; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado.

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: Toluca, Superior de Álamo Temapache, El Llano Aguascalientes y del Altiplano de Tlaxcala	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 de Nacional de Consolidación del Programa Educativo de Ingeniería en Biotecnología con enfoque en Competencias Profesionales Diseño Curricular.
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 los principios generales del uso de la radiación electromagnética, de los procesos químicos y físicos de separación, conoce los componentes básicos de los instrumentos de análisis, así como la obtención e interpretación de datos y aplica métodos analíticos para la identificación y cuantificación de sustancias en resolución de problemas toma de decisiones y trabajos de investigación del área biotecnológica.

5. Competencias previas

- Conoce e interpretar los principios de la teoría atómica, teoría de orbitales atómicos y moleculares y la teoría de hibridación.
- Diferencia la estructura y comportamiento químico de los compuestos orgánicos saturados, insaturados y aromáticos.
- Relaciona las propiedades ópticas, eléctricas y magnéticas de las radiaciones para la medición de concentraciones de analitos.
- Conoce, interpreta y aplica los métodos clásicos de Química Analítica para la extracción, purificación e identificación de sustancias orgánicas e inorgánicas.
- Identifica y diferencia las biomoléculas de las moléculas orgánicas por su composición, estructura, función y origen.
- Aplica métodos numéricos y estadísticos para el análisis de muestras poblacionales, así como para la generación de curvas estándares e interpolación de valores.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Principios del análisis instrumental	1.1. Introducción al análisis instrumental. 1.2. Métodos clásicos e instrumentales. 1.2.1. Clasificación de los métodos instrumentales. 1.2.2. Componentes de los instrumentos de medición. 1.3. Sensibilidad y límites de detección. 1.4. Tipos de señales. 1.4.1. Señales continuas y discretas (analógicas y digitales). 1.4.2. Fuentes de ruido. 1.4.3. Relación señal-ruido. 1.5. Calibración de los métodos instrumentales. 1.6. Curvas de calibración. 1.6.1. Método de estándar externo. 1.6.2. Método de estándar interno.
2	Métodos espectrofotométricos	2.1. Propiedades de la Radiación electromagnética. 2.1.1. Absorción de radiación. 2.1.2. Ley de Beer. 2.2. Espectroscopia de absorción en el rango ultra violeta y visible. 2.2.1. Fundamentos de la absorción de radiación UV-Vis. 2.2.2. Características generales de los instrumentos utilizados para

		<p>espectroscopia de absorción en UV-Vis.</p> <p>2.3 Espectroscopia de absorción atómica.</p> <p>2.3.1 Instrumentación y aplicación.</p> <p>2.3.2 Técnicas analíticas.</p> <p>2.4 Espectroscopia de absorción en el rango infrarrojo.</p> <p>2.4.1 Fundamentos de la absorción de radiación infrarroja.</p> <p>2.4.2 Características e instrumentación de los espectrofotómetros FTIR y RAMAN.</p> <p>2.4.3 Manejo de muestras para la generación de espectros de absorción IR.</p> <p>2.4.4 Interpretación de espectros de absorción IR de compuestos sencillos.</p>
3	Métodos cromatográficos y espectrometría de masas	<p>3.1 Introducción.</p> <p>3.1.1 Concepto y desarrollo histórico de la cromatografía.</p> <p>3.1.2 Conceptos de fase estacionaria y de fase móvil.</p> <p>3.1.3 Clasificación de los métodos cromatográficos.</p> <p>3.2 Cromatografía de gases.</p> <p>3.2.1 Instrumentación.</p> <p>3.2.2 Desarrollo de métodos.</p> <p>3.3 Cromatografía de líquidos de alta resolución.</p> <p>3.3.1 Instrumentación.</p> <p>3.3.2 Desarrollo de métodos.</p> <p>3.4 Espectrometría de masas.</p> <p>3.4.1 Instrumentación.</p> <p>3.4.2 Cromatografía de gases acoplada a masas CG/EM.</p> <p>3.4.3 Cromatografía de líquidos acoplada a masas HPLC/EM.</p>
4	Otros métodos instrumentales de aislamiento, separación y análisis	<p>4.1 Electroforesis de ADN y proteínas.</p> <p>4.2 Conceptos fundamentales de la electroquímica..</p> <p>4.2.1 Fundamentos e instrumentación de los métodos potenciométricos.</p> <p>4.2.2 Fundamentos e instrumentación de la nefelometría.</p> <p>4.3 Principios de espectroscopia de resonancia magnética nuclear.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Principios del análisis instrumental	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprende los conceptos básicos del análisis instrumental. 	<ul style="list-style-type: none"> Explicar las diferencias entre los métodos clásicos y los métodos Instrumentales de análisis.

<ul style="list-style-type: none"> • Identifica los componentes de un instrumento para el análisis químico. • Determina la sensibilidad y el límite de detección de una determinación analítica. • Determina el ruido de una determinación analítica. • Conoce los métodos utilizados para la calibración de los métodos instrumentales <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos generales básicos de análisis instrumental • 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. • Capacidad crítica y autocrítica • Compromiso ético. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Iniciativa y espíritu emprendedor 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los conceptos de sensibilidad y límite de detección de un instrumento analítico. • Describir la relación señal ruido en el análisis instrumental. • Explicar los métodos cuantitativos en el análisis instrumental
--	---

2. Métodos Espectrofotométricos

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce los fundamentos de los métodos ópticos basados en la absorción de energía por electrones y en la absorción molecular de radiaciones UV, visible e infrarrojo, así como de la espectrofotometría de absorción atómica • Aplica la instrumentación de los métodos ópticos basados en la absorción de energía por electrones y en la absorción molecular de radiaciones UV, visible e infrarrojo, así como de la espectrofotometría de absorción atómica • Analiza muestras de analitos e interpreta resultados. <p>Genéricas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar las partes fundamentales de los equipos de análisis. • Realizar prácticas para conocimiento y operación de equipos de análisis por UV, visible, infrarrojo y absorción atómica. • Realizar curvas de calibración • Realizar determinaciones de analitos en equipos UV, visible, infrarrojo y de absorción atómica. • Resolver problemas de ajuste de equipo, dilución de muestras, interferencias y cálculos de concentraciones. • Realizar visitas industriales a empresas y centros de investigación

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos generales básicos de análisis instrumental • 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. • Capacidad crítica y autocrítica • Compromiso ético. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Iniciativa y espíritu emprendedor 	
3. Métodos cromatográficos y espectrometría de masas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce los fundamentos de la cromatografía de gases y líquidos de alta resolución, así como de espectrometría de masas • Aplica la instrumentación de la cromatografía de gases y líquidos de alta resolución, así como de espectrometría de masas • Analiza muestras de analitos e interpreta resultados. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos generales básicos de análisis instrumental • 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. • Capacidad crítica y autocrítica 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y exponer en equipo los principales conceptos de la cromatografía de gases y líquidos de alta resolución, así como de espectrometría de masas • Investigar las partes y el funcionamiento de cromatografos de gases y de líquidos, así como de espectrómetro de masas • Realizar curvas de calibración mediante el uso de patrones • Realizar determinaciones de analitos en equipos de la cromatografía de gases y líquidos de alta resolución, así como de espectrometría de masas • Resolver problemas de ajuste de equipo, dilución de muestras, interferencias y cálculos de concentraciones • Usar simuladores de los equipos instrumentales e interpretar resultados • Realizar visitas industriales a empresas y centros de investigación

<ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para trabajar en un ambiente laboral • Compromiso ético. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Iniciativa y espíritu emprendedor 	
4. Otros métodos instrumentales de aislamiento y separación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica otros métodos instrumentales de análisis de muestras • Conoce los fundamentos de las separaciones electroforéticas • Comprende los fundamentos de la electroquímica aplicada al análisis instrumental • Aplica los fundamentos de los métodos potenciométricos y nefelométricos • Conoce los fundamentos y la instrumentación de la espectroscopia de resonancia magnética nuclear. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos generales básicos análisis instrumental • 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. • Capacidad crítica y autocrítica • Compromiso ético. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Iniciativa y espíritu emprendedor 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar las separaciones electroforéticas, los métodos de análisis potenciométricos, nefelométricos y de resonancia magnética nuclear. • Participar en clase dando ejemplos de la aplicación de la electroforesis, el análisis electroquímico y la espectroscopia de resonancia magnética nuclear • Realizar determinaciones potenciométricas y nefelométricas • Usar simuladores de los equipos instrumentales e interpretar resultados

8. Práctica(s)

- Determinación de la concentración de un analito mediante uso del espectrofotómetro UV-Vis (colorante en una bebida, fruta, vegetal, proteínas, fósforo, etc.).
- Determinación de grupos funcionales en una muestra mediante el uso del FT-IR (fermentación alcohólica, adulteración en cereales, pesticidas en alimentos, etc.).
- Determinación de metales por espectrofotometría de absorción atómica.(alimentos enlatados, aguas naturales y residuales, productos vegetales y animales, etc.).
- Determinación de gases por cromatografía de gases (subproductos de la biodegradación aeróbica y anaeróbica, productos de biosíntesis, etc.).
- Determinación de componentes por cromatografía de líquidos de alta resolución de materia prima o productos procedentes de bioprocesos (pesticida, metabolitos, azúcares, proteínas, etc.).
- Desarrollo de una celda electroquímica acoplada a potenciometría.
- Determinación de concentraciones mediante potenciómetros y nefelómetros en procesos biotecnológicos (pH, O₂ disuelto, iones selectivos, concentración de biomasa, etc.).

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto para esta asignatura deberá contemplar el “Aislar, purificar e identificar un analito en un proceso biotecnológico que impacten en la Región”; de esta manera el docente que imparta esta asignatura, demostrará el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura con este proyecto, 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

- Exposiciones en forma individual y grupal de las investigaciones documentales realizadas
- Elaboración de mapas conceptuales de los temas vistos
- Participación en clase y actitud
- Entrega de tareas
- Exámenes escritos y orales
- Resolución de problemas
- Reporte escrito de las prácticas de laboratorio
- Reporte de visitas industriales

- Se sugiere la elaboración de un Proyecto, el cual deberá contemplar el “Aislar, purificar e identificar un analito en un proceso biotecnológico que impacten en la Región”.

11. Fuentes de información

- Skoog, D. A., Holler, J. H., Nieman, T. A. (2001). *Principios de Análisis Instrumental*. España: McGraw Hill. Madrid, España.
- Robinson, K. A., Robinson, J. F. (2001). *Análisis Instrumental*.: Pearson Educación. S.A. Madrid, España
- Willard, H. H., Merrit, L. Jr., Dean, J. A., Settle, F. A. (1991). *Métodos Instrumentales De Análisis*. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F.
- Silverstein, R.M., Webster, F.X., Kiemle, D.J. (2005). *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. John Wiley and sons. Séptima Ed. ISBN 0-471-39362-2. EUA.
- Lambert, J. B., Shurvell, H.F., Lightner, D., y Cooks, R.G. (2010). *Organic Structural Spectroscopy*, 2da. Ed. ISBN: 978-0321592569.
- Christy, A. A., Ozaki, Y., Gregoriou, V. G. (2001). *Modern Fourier Transform Infrared Spectroscopy. Comprehensive Analytical Chemistry Ser.*, Vol. 35. Elsevier Science. ISBN: 0444500448. New York, USA.
- Dennis G. Peters, Hayes, J. M., Hieftje, G. M. (1974). *Chemical separations and measurements. Theory and practice of Analytical Chemistry*. Saunders Golden Series. ISBN: 0721672035
- Gary, C. D. (2003). *Analytical Chemistry*. 6th. Edition. John Wiley and Sons. Hoboken, USA.
- Robards, K., Jackson, P., Patsalides, E., Haddad, P. (1994). *Principles and Practice of Modern Chromatography*. Academic Press, Inc. ISBN:0125895704. San Diego, USA
- Handley, A. J., Adlard, E. (2001). *Gas Chromatographic Techniques and Applications*. Sheffield Analytical Chemistry Ser., Vol. 5. Sheffield Academic Press, Ltd. Sheffield, GBR. ISBN: 0849305217.
- Meyers, R. A. (2000). *Encyclopedia of Analytical Chemistry, Applications, Theory, and Instrumentation*. John Wiley & Sons, Incorporated. ISBN: 978-0-471-97670-7. Hoboken, USA.
- Skoog, D. A., Holler, J. H., Nieman, T. A. (2001). *Principios de Análisis Instrumental*. 5^o Edición. McGraw Hill. ISBN: 84-481-2775-7. Madrid, España.
- Dunnivant F.M. (2004). *Environmental Laboratory Exercises for Instrumental Analysis and Environmental Chemistry*. Wiley-Interscience. ISBN: 978-0-471-48856-9.
- Willard, H. H., Merrit, L. L. Jr., Dean, J. A., Settle, F. A. Jr. (1991). *Métodos Instrumentales de Análisis*. Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2000). *Official Methods of Analysis*. 17th. Edition.
- Aurand, L. W., Woods, A. E., Wells, M. R. (1987). *Food Composition and Analysis*. AVI. Van Nostrand Reinhold Co. New York, USA.
- Egan, H., Kirk, R. S., Sawyer, R. (1988). *Análisis Químico de Alimentos Pearson*. C.E.C.S.A. México.
- Hollas, J. M. (2002). *Basic Atomic and Molecular Spectroscopy (Basic Concepts in Chemistry)*. Wiley-RSC. ISBN: 085404667-4. Milton Road, Cambridge, U.K.
- Sommer, L., Purkine, J. (1989). *Analytical Absorption spectrophotometry in the visible and ultraviolet the principles*. Elsevier. ISBN: 0444-98882-3. New York, USA.
- Walton H.F., Reyes J. (2005). *Análisis químico e instrumental moderno*. Barcelona, España: Reverte. ISBN: 8429175199
- Pasto D.J. y Johnson C.R. (1981). *Determinación de estructuras orgánicas*. Barcelona, España: Reverté. ISBN: 8429174699.
- Freifelder D. (2003). *Técnicas de Bioquímica y Biología Molecular*. Reverté. ISBN: 8429118195. Barcelona, España.
- Cook, T. D., Reichardt, C. S. (1986). *Métodos Cualitativos y Cuantitativos en Investigación Educativa*. Morata. Madrid, España.
- Dabrio, M. V. (2000). *Cromatografía y Electroforesis en Columna*. Springer-Verlag Ibérica. ISBN 9788407005033. Barcelona, España.



- Tranchant, J., Bunzon J. (1972). *Manual Práctico de Cromatografía en Fase Gaseosa*. Toray-Mason. España.
- Storch de Gracia, J. M. (1975). *Fundamentos de la Cromatografía de Gases*. 2ª Edición. Serie Química. Colección Exedra, Editorial Alhambra. España.