

# 4. Técnicas de análisis instrumental

## INTRODUCCIÓN

En este módulo, de 152 horas pedagógicas, se espera que los y las estudiantes desarrollen las herramientas necesarias en el manejo de instrumentos y equipos de laboratorio de análisis que son usados habitualmente en determinaciones físicas y químicas para muestras de distintos orígenes.

En este módulo serán abordados los conceptos teóricos necesarios que permitan a cada estudiante determinar de forma cuantitativa la composición de la materia, registrando los datos de las muestras y utilizando distintos métodos instrumentales, entre los que se pueden incorporar espectrofotometría y cromatografía.

La metodología empleada es fundamentalmente práctica. La realización de trabajos en el laboratorio resulta necesaria para comprender en profundidad los contenidos teóricos impartidos en el módulo, y así lograr desarrollar las destrezas necesarias.

Además, se sugiere emplear metodologías basadas en la resolución de problemas, estudio de casos prácticos, textos guía y realizar actividades de laboratorio o taller, en los cuales los y las estudiantes puedan llevar a cabo análisis para identificar las propiedades físicas y químicas de las sustancias estudiadas. También se recomienda efectuar reacciones simuladas en aplicaciones computacionales orientadas a procedimientos importantes dentro de un proceso de análisis químico, entre otras.

## APRENDIZAJES ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

MÓDULO 4 · TÉCNICAS DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL		152 HORAS	CUARTO MEDIO
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD			
<p><b>OA 4</b> Medir, registrar y verificar datos de los estados iniciales de las muestras, y de los cambios físicos y químicos ocurridos durante los ensayos y análisis, utilizando equipos e instrumentos apropiados y controlando las variables que pudieran afectar o sesgar las observaciones y mediciones.</p>			
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS	
<p><b>1.</b> Determina la conductividad, pH, turbidez, entre otros, en muestras de distinta naturaleza, siguiendo las instrucciones técnicas del procedimiento y/o protocolo de análisis.</p>	<p><b>1.1</b> Selecciona los instrumentos y materiales necesarios para realizar los análisis a la muestra problema, según los requerimientos solicitados y cumpliendo las normas de calidad.</p>	<b>B</b>	<b>C</b>
	<p><b>1.2</b> Analiza la muestra problema con la técnica correspondiente, vigilando el cumplimiento de los estándares de calidad del producto.</p>	<b>B</b>	<b>C</b>
	<p><b>1.3</b> Informa los resultados obtenidos de los análisis efectuados, para la aprobación del especialista.</p>	<b>H</b>	

4.

APRENDIZAJES ESPERADOS		CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS		
2.	Analiza muestras mediante cromatografía, siguiendo las instrucciones del método e informando resultados.	2.1 Selecciona los instrumentos y materiales necesarios para efectuar un análisis cromatográfico, siguiendo las instrucciones del procedimiento y de acuerdo a la sustancia estudiada.	B	C	
		2.2 Mide las distancias recorridas y la velocidad de migración de los componentes de las sustancias analizadas, registrando los valores en formatos preestablecidos.	A	C	
		2.3 Determina los componentes de la muestra en la proporción en que se encuentran, comparando los resultados con los rangos de referencia.	B	C	
		2.4 Redacta informe digital con los resultados obtenidos de la cromatografía, utilizando los recursos tecnológicos disponibles.	H		
3.	Determina la concentración de una muestra, por medio de espectrofotometría, siguiendo las instrucciones del procedimiento y comunicando los resultados obtenidos.	3.1 Clasifica los instrumentos y materiales necesarios para realizar el análisis de espectrofotometría, verificando la limpieza del equipo.	A	C	I
		3.2 Calibra el equipo antes de utilizarlo, según las instrucciones establecidas en el manual del fabricante.	B	C	
		3.3 Elabora una curva de calibración del equipo, empleando las soluciones con la concentración adecuada y buscando alternativas a las dificultades que se puedan presentar.	A	C	
		3.4 Obtiene la concentración de la muestra investigada, realizando los cálculos correspondientes al análisis instrumental efectuado.	C		
		3.5 Elabora un informe digital con los resultados obtenidos del análisis de espectrofotometría y según formato preestablecido.	H		

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Técnicas de análisis instrumental
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Determinación de los componentes de una muestra por cromatografía
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	16 a 20 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p><b>2.</b> Analiza muestras mediante cromatografía, siguiendo las instrucciones del método e informando resultados.</p>	<p>2.1 Selecciona los instrumentos y materiales necesarios para efectuar un análisis cromatográfico, siguiendo las instrucciones del procedimiento y de acuerdo a la sustancia estudiada.</p> <p>2.2 Mide las distancias recorridas y la velocidad de migración de los componentes de las sustancias analizadas, registrando los valores en formatos preestablecidos.</p> <p>2.3 Determina los componentes de la muestra en la proporción en que se encuentran, comparando los resultados con los rangos de referencia.</p> <p>2.4 Redacta informe digital con los resultados obtenidos de la cromatografía, utilizando los recursos tecnológicos disponibles.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	<p>Texto guía</p> <p>Praáctica de laboratorio</p>

### DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

#### PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

##### Docente:

- › Elabora guía con los conceptos relevantes de cromatografía y expone a través de una presentación en formato digital las aplicaciones de las técnicas cromatográficas en la actualidad.
- › Entrega páginas de internet y bibliografía asociada para profundizar sobre: fase móvil y estacionaria, velocidad de migración, eluyente, adsorción, clasificación de técnicas cromatográficas, etc.
- › Elabora un glosario con aspectos técnicos de la unidad.
- › Efectúa una retroalimentación con el grupo curso.
- › Construye pauta de informe para que los estudiantes completen al terminar la actividad práctica.

##### Recursos:

- › Recursos multimedia.
- › Pauta técnicas de evaluación.
- › Pauta de informe.
- › Libros técnicos.

4.

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

<b>EJECUCIÓN</b>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Explica la técnica por medio de diagramas ilustrativos, permitiendo que sus estudiantes puedan realizar correctamente la cromatografía.</li><li>› Orienta sobre las mezclas de disolventes a emplear para obtener mejores resultados.</li><li>› Explica como calcular la velocidad de migración de la muestra, aplicando la fórmula correspondiente.</li><li>› Supervisa el trabajo de sus estudiantes para que indiquen las sustancias obtenidas, según el color de ellas.</li></ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Con apoyo de una guía, identifican los conceptos fundamentales de la técnica cromatográfica (concepto Rf, eluyente, factores que influyen en la separación, etc.).</li><li>› Prepara el lugar de trabajo para efectuar la cromatografía, para ello deben:<ul style="list-style-type: none"><li>- Preparar la muestra: en un mortero triturar una hoja de espinaca con hexano y etanol, transferir la muestra a un tubo de ensayo y mezclar con agua, eliminar la fase acuosa y lavar con agua para eliminar el etanol, transferir la fase orgánica a un tubo de ensayo y agregar sulfato sódico anhidro para eliminar el agua.</li><li>- Preparar la placa cromatográfica: marcar la muestra con un lápiz donde se depositará la muestra, y con un capilar agregar la muestra en tres puntos, según las indicaciones entregadas por el o la docente.</li><li>- Desarrollo de la placa: preparar varias mezclas de disolventes. En primera instancia, 10 ml de eluyente, según las instrucciones entregadas por el o la docente.</li><li>- Dibujar las distintas placas obtenidas.</li><li>- Calcular Rf de cada uno de los puntos obtenidos.</li><li>- Indicar los pigmentos según los colores de la placa.</li><li>- Explicar cuál es la mejor mezcla de disolvente a emplear.</li><li>- Con los antecedentes obtenidos, elaborar informe técnico según el formato entregado previamente.</li></ul></li></ul> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Insumos de laboratorio.</li><li>› Reactivos de laboratorio.</li><li>› Placa cromatográfica.</li><li>› Medios audiovisuales.</li><li>› Insumos de escritorio.</li></ul>
<b>CIERRE</b>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Retroalimenta a sus estudiantes sobre la aplicación de esta técnica en los laboratorio de química.</li></ul>

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Técnicas de análisis instrumental
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Curva de calibración para espectrofotometría
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	16 a 20 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p><b>3.</b> Determina la concentración de una muestra por medio de espectrofotometría, siguiendo las instrucciones del procedimiento y comunicando los resultados obtenidos.</p>	<p>3.1 Clasifica los instrumentos y materiales necesarios para realizar el análisis de espectrofotometría, verificando la limpieza del equipo.</p> <p>3.2 Calibra el equipo antes de utilizarlo, según las instrucciones establecidas en el manual del fabricante.</p> <p>3.3 Elabora una curva de calibración del equipo, empleando las soluciones con la concentración adecuada y buscando alternativas a las dificultades que se puedan presentar.</p> <p>3.4 Obtiene la concentración de la muestra investigada, realizando los cálculos correspondientes al análisis instrumental efectuado.</p> <p>3.5 Elabora un informe digital con los resultados obtenidos del análisis de espectrofotometría y según formato preestablecido.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADA	<p>Texto guía</p> <p>Práctica de laboratorio</p>

### DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

#### PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

##### Docente:

- › Elabora una guía teórica que incorpore conceptos de molaridad y su aplicación con la Ley de Lambert-Beer.
- › Contextualiza a sus estudiantes sobre el campo de aplicación de este tipo de técnicas y su importancia en los laboratorios de análisis, control de calidad, etc.
- › Por medio de la elaboración de una presentación en formato digital, aborda aspectos teóricos de la espectrofotometría y conceptos fundamentales como absorbancia, transmitancia, espectro, longitud de onda, espectro electromagnético, Ley de Lambert-Beer, aplicaciones en la industria química y en el campo de la investigación, etc.
- › Realiza ejercicios simples sobre la Ley de Lambert-Beer y curvas de calibración.
- › Construye pauta de trabajo para que sus estudiantes elaboren el informe técnico.

##### Recursos:

- › Recursos multimedia.
- › Libros técnicos.
- › Pauta de apreciación técnica.
- › Pauta de informe.
- › Guía de apoyo teórica para estudiantes.

4.

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

<b>EJECUCIÓN</b>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Mediante una presentación o con una demostración, explica la correcta forma de operar el equipo.</li><li>› Entrega las concentraciones que se deben emplear para realizar la curva de calibración.</li><li>› Orienta sobre la construcción de la curva y la información que entrega en la determinación posterior de la concentración de una sustancia.</li><li>› Supervisa de manera permanente la realización de la experiencia de laboratorio.</li></ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Mediante una guía de laboratorio, trabajan los conceptos de espectrofotometría UV, molaridad, diluciones, etc.</li><li>› Preparan las disoluciones de distinta concentración de una sustancia determinada, por ejemplo, sulfato cúprico pentahidratado. Aplican conocimientos de unidades de concentración química y realizan las diluciones correspondientes.</li><li>› Posteriormente, preparan la solución que será utilizada como blanco, y para ello siguen las instrucciones entregadas por el o la docente.</li><li>› Bajo la supervisión constante del o la docente, eligen la longitud de onda a la cual se realizará la medida de absorbancia.</li><li>› Miden la absorbancia de cada dilución preparada en el espectrofotómetro UV.</li><li>› Representan la recta de calibrado a través de la absorbancia v/s longitud de onda.</li><li>› Elaboran un informe técnico y concluyen sobre la recta obtenida.</li></ul> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Espectrofotómetro UV-Vis.</li><li>› Balanza analítica.</li><li>› Insumos de laboratorio: matraces de aforo, pipetas aforadas, vasos precipitados, varillas de agitación, espátulas, etc.</li><li>› Reactivos de laboratorio.</li><li>› Manuales y libros técnicos.</li><li>› Elementos de protección personal.</li></ul>
<b>CIERRE</b>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Revisa la curva de calibración y aclara consultas de sus estudiantes.</li></ul>

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

NOMBRE DEL MÓDULO		Técnicas de análisis instrumental	
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR	
2. Analiza muestras mediante cromatografía, siguiendo las instrucciones del método e informando resultados.	<p><b>2.3</b> Determina los componentes de la muestra en la proporción en que se encuentran, comparando los resultados con los rangos de referencia.</p>	<b>B</b>	Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas, legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral.
	<p><b>2.4</b> Redacta informe digital con los resultados obtenidos de la cromatografía, utilizando los recursos tecnológicos disponibles.</p>	<b>C</b>	Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.
		<b>H</b>	Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como para comunicar resultados, instrucciones, ideas.

### Selección de cómo evaluar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SELECCIONADOS
<p>Actividad práctica:</p> <p>Los y las estudiantes efectúan una técnica cromatográfica en una muestra de un vegetal (hoja), identifican sus principales componentes reportando los resultados en un informe digital.</p> <p>Docente evalúa el proceso y el producto obtenido mediante una lista de cotejo o la escala de apreciación.</p>	<p>Escala de apreciación sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Comunicación.</li> <li>› Trabajo en equipo.</li> <li>› Responsabilidad.</li> <li>› Uso de manuales y bibliografía.</li> <li>› Seguridad.</li> <li>› Organización y desarrollo del trabajo, entre otros.</li> </ul> <p>Lista de cotejo sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Montaje del equipo.</li> <li>› Resultado de la muestra.</li> <li>› Registra los valores, etc.</li> </ul>

4.

## BIBLIOGRAFÍA

**Hernández, H. L. y González, P. C.** (2002). *Introducción al análisis instrumental*. Barcelona: Ariel.

**Skoog, D. A., Holler, F.J., Nieman, T. A., & Martín, G. M. C.** (2001). *Análisis instrumental*. Madrid: McGraw-Hill.

**Valcárcel, C. M. y Gómez, H. A.** (2003). *Técnicas analíticas de separación*. Barcelona: Reverté.

**Mauri, A.** (2010). *Laboratorio Análisis Instrumental*. Barcelona: Reverté.

**Harris, D. C.** (2010). *Análisis químico cuantitativo*. Barcelona: Reverté.

**Higson, S., Balderas, P. y González, P. V.** (2007). *Química analítica*. Ciudad de México: McGraw-Hill.

**Vogel, A. I.** (1991). *Química analítica cualitativa*. Buenos Aires: Kapelusz.

**Bailey, P. S. y Bailey, C. A.** (1998). *Química orgánica: Conceptos y aplicaciones*. Ciudad de México: Pearson Educación.

**Morrison, R. T. y Boyd, R. N.** (1998). *Química orgánica*. Ciudad de México: Addison Wesley.

## Sitios web y enlaces recomendados

### **Cromatografía**

[http://tv.upc.edu/contenidos/cromatografia-en-capa-fina-es?set\\_language=es](http://tv.upc.edu/contenidos/cromatografia-en-capa-fina-es?set_language=es)

[http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio//es\\_ES//investigacion/cromatografia/principios\\_de\\_cromatografia.pdf](http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio//es_ES//investigacion/cromatografia/principios_de_cromatografia.pdf)

### **pH**

[http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf)

<http://www.lenntech.es/ph-y-alcalinidad.htm>

### **Conductividad**

<http://arturobola.tripod.com/conducti.htm>

### **Espectrofotometría**

<http://www.slideshare.net/asaor/espectrofotometria-presentation>

[http://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08\\_ESPECTROFOTOMETR%C3%8DA.pdf](http://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETR%C3%8DA.pdf)

[http://www.uam.es/docencia/qmapcon/QUIMICA\\_GENERAL/Practica\\_4\\_Colorimetria\\_Ley\\_de\\_Lambert\\_Beer.pdf](http://www.uam.es/docencia/qmapcon/QUIMICA_GENERAL/Practica_4_Colorimetria_Ley_de_Lambert_Beer.pdf)

[http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1321/1/6\\_Fundamentos\\_de\\_Espectrofotometria\\_8269.pdf](http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1321/1/6_Fundamentos_de_Espectrofotometria_8269.pdf)

(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en agosto de 2014).