

**PROGRAMA DE CURSO: LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN Y TÉCNICAS MODERNAS DE
ANÁLISIS
I SEMESTRE, 2024**

Datos Generales

Sigla: LQ-0055

Nombre del curso: Laboratorio de Instrumentación y Técnicas Modernas de Análisis

Tipo de curso: Práctico

Número de créditos: 2

Número de horas semanales presenciales: 4

Número de horas semanales de trabajo independiente del estudiante: 2

Requisitos: LQ00-29, LQ00-20

Correquisitos: LQ00-50

Ubicación en el plan de estudios: VII Ciclo

Horario del curso: Grupo 001: Jueves 13:00 a 16:50

Grupo 002: Miércoles 08:00 a 11:50

Suficiencia: No

Tutoría: No

Virtualidad: Bajo Virtual

Modalidad: Presencial

Datos del profesor

Nombre: Lic. Priscilla Rojas Alvarado

Correo electrónico: priscilla.rojasalvarado@ucr.ac.cr

Horario de consulta: Lunes 15:00 a 16:50; Jueves 10:00 a 11:50 (cita previa por virtual o presencial).

1. Descripción del curso

Es un curso práctico y de investigación, el cual pretende que el estudiante ponga en práctica lo aprendido a lo largo de la carrera, para investigar, razonar, decidir con criterio y proponer métodos de análisis en diferentes ítems de ensayo (alimentos, medicamentos, bebidas alcohólicas, productos de limpieza, entre otros) para analizar por Espectrofotometría Ultra Violeta Visible (UV), Espectroscopia de Absorción Atómica (AA), Cromatografía de gases (GC), Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), Cromatografía de Iones (CI), Espectroscopía de Infrarrojos (IR) y Ensayo de Disolución, según corresponda. El curso se manejará de manera presencial y tendrá modalidad bajo virtual, por lo que se utilizará la plataforma de Mediación Virtual para el intercambio de

todo el material relacionado con el curso (documentación, propuestas de análisis, preinformes, informes, entre otros).

2. Objetivo General

Crear en el estudiante un mayor grado de criterio a la hora de efectuar un análisis instrumental, empleando las destrezas aprendidas en cursos anteriores, de forma que el estudiante se pueda enfrentar de forma efectiva a la investigación, elaboración, modificación y ejecución de métodos de análisis empleando técnicas instrumentales analíticas y a su vez resaltar la importancia de estas técnicas en los procesos de calidad, investigación y el desarrollo de nuevos productos manufacturados en la industria actual.

3. Objetivos específicos

- Ayudar al estudiante a crear la experticia necesaria en el desenvolvimiento, durante la ejecución de un análisis instrumental.
 - Enseñar al estudiante a identificar y controlar los factores críticos de cada una de las técnicas instrumentales utilizadas en la investigación, el desarrollo de productos y el control de calidad de la industria actual.
 - Aplicar el uso de la tecnología, en el análisis instrumental de laboratorio, por medio del análisis de productos de consumo diario.
 - Identificar las ventajas y las limitaciones de algunos métodos de análisis, en los diferentes instrumentos analíticos.
 - Permitir al estudiante la interacción eficaz con el instrumento en estudio, para facilitarle la confianza en su correcta manipulación.
 - Permitir que el estudiante se enfrente a los diversos conflictos que el trabajar con técnicas instrumentales conlleva, de manera que pueda cuestionar y buscar soluciones por sí mismo y así generarle conocimiento.
 - Generar datos de análisis que demuestren estadísticamente el correcto desempeño del estudiante al frente de un análisis instrumental.
-

4. Contenidos

Se estudiará en detalle el funcionamiento práctico y el manejo del software respectivo de los instrumentos más utilizados en la industria actual, se evaluará el desenvolvimiento en la ejecución de análisis, considerando desde preparación de muestras hasta etapa de lectura en el instrumento, las técnicas analíticas que se van a estudiar son:

- Estación de Disolución para Medicamentos
- Espectroscopía Ultra Violeta Visible (UV-Vis)
- Espectroscopía de Absorción Atómica (AA)

- Cromatografía de gases (CG)
- Cromatografía líquida de Alta Resolución (HPLC)
- Cromatografía de Iones (CI)

5. Metodología

El estudiante contará con dos o tres semanas para desarrollar sus análisis con cada una de las técnicas instrumentales, hasta haber completado las técnicas mencionadas. Al final del curso presentarán ante sus compañeros un trabajo final de índole investigativo.

Se trabajará en grupos (dos o tres), pero se evaluará en detalle el desempeño individual. Se le dará gran valor a la iniciativa del estudiante, a su interés por lo que hace y a su trabajo analítico. Se realizará un examen final de cada técnica analizada en el curso.

Simultáneo a cada sesión de trabajo, el estudiante deberá ir trabajando en la propuesta de análisis para las siguientes técnicas analíticas, de manera que presente su propuesta inmediatamente finalice con la técnica anterior, o en su defecto, se pueden presentar todas las propuestas desde el inicio del curso, según instrucciones del profesor y el cronograma definido.

6. Evaluación

<i>Descripción</i>		<i>Porcentaje</i>
Propuestas de Análisis		10%
Informes de laboratorio		20%
Trabajo de Laboratorio / Bitácora- Formatos		20%
Proyecto de Investigación:	Avance	10%
	Trabajo Escrito	20%
	Exposición	10%
Examen Final		10%
Total		100%

6.1. Consideraciones sobre la evaluación

6.1.1. Instrucciones para las propuestas de análisis

Presentar en la segunda semana al menos dos de las propuestas de análisis, según el cronograma propuesto. Si el grupo lo desea, puede plantear todas las propuestas simultáneamente.

Las propuestas deben estar basadas en un método de referencia de un artículo científico con buen respaldo bibliográfico o bien de una entidad oficial de métodos.

Primero deben realizar una propuesta verbal o vía email (previa verificación de existencias en el laboratorio, esto lo consultan con el encargado del laboratorio).

Una vez en acuerdo (profesor-estudiante), las propuestas serán por escrito en un documento PDF con la siguiente información:

- a) Nombre y carné
- b) Sustancia por analizar
- c) Producto comercial en estudio
- d) Técnica por utilizar
- e) Objetivos (general y tres específicos)
- f) Descripción del método de análisis (en prosa o esquema)
- g) Detalle de los parámetros del equipo (ej: flujo, columna, fase móvil, etc)
- h) Reactivos y concentraciones
- i) Constantes fisicoquímicas
- j) Material y equipo requerido
- k) Fuente de donde proviene el método

Nota: cualquier propuesta ya aprobada, podrá ser sometida a cambios (recomendados por el profesor), en el momento de ejecutar el análisis, para asegurarse el cuidado óptimo del equipo y las condiciones ideales para la operación del laboratorio. Si las propuestas no se suben a la plataforma de Mediación Virtual en la fecha y hora estipulada, se califica con Nota 0.

6.1.2. Elaboración de pre-informes y formatos

Manejar una libreta cocida y numerada o bien pueden manejarla digital (**por grupo de trabajo**), en la cual se evidencien pormenores de trabajo en el laboratorio, metodología detallada, cálculos previos al análisis y demás detalles que se consideren oportunos durante la realización de la práctica, de manera que se genere evidencia del trabajo realizado. Al finalizar cada sesión registrar nombre y firma de cada estudiante, indicando la hora de finalización de la práctica y someter a visto bueno del profesor mediante firma.

Diseñar previo a cada sesión de laboratorio un formato (por grupo) para la recolección de datos experimentales de cada sesión de laboratorio. El mismo debe contemplar los

cuadros necesarios para registrar las pesadas, diluciones, respuestas de equipo (áreas, absorbancias u otros). Debe darse el visto bueno de parte del profesor, antes de finalizar la sesión de laboratorio. Registrar cada formato con su código respectivo según instrucciones del profesor, en una matriz de documentos.

Al final del curso deben entregar el material completo al profesor.

6.1.3. Instrucciones para los informes (tipo artículo científico)

El informe debe llevar los siguientes apartados:

- a) Título: que revele el contenido de lo estudiado, breve y conciso.
- b) Autor (es): nombre, carné y correo electrónico.
- c) Resumen (5%): Breve reseña de lo realizado y obtenido (250 palabras máximo).
- d) Palabras clave: máximo cinco palabras que destaquen lo investigado.
- e) Introducción (10%): Antecedentes a nivel internacional y nacional de lo referente a lo investigado.
- f) Marco Teórico (10%): Sustento bibliográfico de aspectos de actualidad que tienen trascendencia en el análisis escogido que generen valor al informe (breve).
- g) Metodología (5%): Esquemas de procedimientos de manera cronológica, materiales, reactivos empleados, detalles del equipo.
- h) Resultados (20%): De las dos semanas por separado y en conjunto, con análisis estadístico. Cuadros comparativos e individuales. Incluir gráficos si los hay.
- i) Discusión (25%): De los resultados con respecto a las especificaciones, y análisis objetivo entre los resultados, posibles fuentes de error, aspectos críticos que pudieron influir, implicaciones en el mercado y en el ser humano, si el producto incumple por exceso o faltante con respecto a lo etiquetado. Análisis objetivo de acuerdo con lo obtenido, de si, el análisis es confiable o no. La relevancia de lo obtenido para la toma de decisiones a nivel industrial, considerando la normativa vigente. Otros aspectos que considere oportunos.
- j) Conclusiones (20%): Puntuales, acerca de lo obtenido en los análisis, lecciones aprendidas al efectuar el estudio. Mínimo dos conclusiones por estudiante.
- k) Bibliografía (5%): Mínimo 15 referencias bibliográficas (5 en inglés).

Nota: Si los informes no se suben a la plataforma de Mediación Virtual en la fecha y hora estipulada, se califica con Nota 0.

6.1.4. Instrucciones Proyecto de Investigación Final

- a) A más tardar en **semana 3**, presentar una propuesta de investigación en la que se emplee una técnica instrumental de las estudiadas a lo largo del curso (esta propuesta se trata de un comunicado ya sea verbal o por medio de correo electrónico del tema a investigar y metodología).

- b) Requisitos indispensables: *es indispensable que la investigación resuelva un problema real*, es decir, que aporte valor a la sociedad con los resultados y el aporte crítico de lo investigado. Adicional, *deben realizar los parámetros de desempeño necesarios*, además, deben *emplear análisis estadístico* que respalden la confiabilidad de los datos que obtengan en el laboratorio.
- c) Presentar como producto final, un artículo científico (paper) y realizar una presentación sobre el trabajo realizado.
Como ejemplos de temas investigativos: 1- “Estudio del contenido de acetaminofén en cinco marcas de tabletas de venta en Costa Rica, empleando UV-Vis”; 2- “Indagación por IC del contenido de nitritos en salchichas consumidas en el cantón de Grecia”; 3- Evaluación de la presencia de Calcio en agua de pozo del distrito de Tacaes y su posible efecto en la salud del consumidor”; 4- Determinación del contenido de metanol en guaro clandestino y su repercusión en la salud; 5- Análisis de clorotalonil por HPLC, en aguas de uso agrícola y su eventual repercusión en el ser humano.
- d) **El avance del trabajo final** se entrega en la fecha estipulada en el cronograma y este debe incluir lo siguiente: **titulo, autores, introducción, marco teórico, metodología y referencias (detalles en la sección de rúbricas).**
- e) **El trabajo escrito final** debe llevar estos mismos apartados (tomando en cuenta las correcciones y la retroalimentación dada por el docente) y además, **incluir resumen, palabras claves, resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones (detalles en la sección de rúbricas).**

6.2. Observaciones sobre la evaluación del laboratorio

- a) Es obligatorio asistir a todas las sesiones de laboratorio.
- b) No habrá reposición de prácticas de laboratorio. (Sólo en casos calificados y bien justificados.)
- c) La nota mínima de aprobación es 70 (setenta, en escala de 1 a 100).
- d) Ninguna fecha adicional a la práctica, corrige una ausencia a una práctica correspondiente a la fecha obligatoria.
- e) Es obligación del alumno(a) llevar al laboratorio: gabacha, anteojos, encendedor, papel absorbente, jabón líquido, limpiadores, etiquetas, marcadores, además de las muestras y cualquier otro material que se le solicite para la realización de las prácticas de laboratorio.
- f) Al finalizar la sesión de trabajo de laboratorio, el alumno(a), debe tener debidamente firmada por parte del profesor la bitácora que con ese fin se llevará, en cada una de las fechas obligatorias de asistencia.
- g) QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO EL USO DE CELULARES ENCENDIDOS DENTRO DEL LABORATORIO, ASÍ COMO COMER, FUMAR Y RECIBIR VISITAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL PROFESOR.

7. Cronograma

SEMANA		ACTIVIDAD	Entregable
1	11-16 marzo	Instrucciones generales (Sincrónico) Elaboración Propuesta Técnica #1 (Sincrónico)	
2	18-23 marzo	1 ^{era} sesión de trabajo – Técnica 1	Propuesta Técnica #1
3	25-30 marzo	SEMANA SANTA	
4	01-06 abril	2 ^{da} sesión de trabajo – Técnica 1	Propuesta Técnica #2
5	08 -13 abril	1 ^{era} sesión de trabajo – Técnica 2	Informe #1
6	15-20 abril	2 ^{da} sesión de trabajo – Técnica 2	Propuesta Técnica #3 Avance Trabajo Final
7	22-27 abril	SEMANA UNIVERSITARIA	
8	29 abril- 04 mayo	FERIADO	
9	06-11 mayo	1 ^{era} sesión de trabajo – Técnica 3	Informe #2
10	13-18 mayo	2 ^{da} sesión de trabajo – Técnica 3	Propuesta Técnica #4
11	20 -25 mayo	1 ^{era} sesión de trabajo – Técnica 4	Informe #3
12	27 mayo al 01 junio	2 ^{da} sesión de trabajo – Técnica 4	Propuesta Técnica #5
13	03- 08 junio	1 ^{era} sesión de trabajo – Técnica 5	Informe #4
14	10 -15 junio	2 ^{da} sesión de trabajo – Técnica 5	
15	17 – 22 junio	1 ^{era} sesión de trabajo – Investigación Trabajo Final	Informe #5
16	24 - 29 junio	2 ^{da} sesión de trabajo – Investigación Trabajo Final	
17	01- 06 julio	Presentación del Trabajo Final	Entrega Trabajo Final
18	08 – 13 julio	Examen Final Entrega de promedios	

8. Rúbricas de evaluación:

A continuación, se presentan las rúbricas con las que se evalúan los entregables durante el curso, favor prestar atención a las mismas y ante cualquier duda consultarlo con el docente.

8.1. Rúbrica de evaluación del trabajo en el laboratorio

Trabajo de Laboratorio y Libreta						
Criterios	Puntos	Excelente (100%)	Muy bueno (90%)	Bueno (80%)	Regular (70%)	Deficiente (60%)
Puntualidad: llega a tiempo a la sesión de laboratorio.	5%					
Control del tiempo y planificación: finaliza la práctica en el tiempo establecido, elimina los tiempos muertos en la ejecución de tareas (esperas)	10%					
Materiales de trabajo: trae los materiales necesarios (pañó, jabón, servilletas, encendedor, pera, etiquetas, marcadores, etc).	5%					
Orden y Limpieza: mantiene limpia y ordenada el área de trabajo durante la práctica y al finalizarla. La cristalería está rotulada, toma y devuelve la cristalería que no se encuentra en su gaveta. Mantiene ordenado el cuarto de análisis instrumental, el cuarto de balanzas y/o la bodega de reactivos (el reactivo debe estar en el lugar que corresponde según la rotulación)	10%					
Control del desperdicio: prepara la cantidad justa de disolución que se va a emplear, así como minimiza el uso de patrones primarios.	10%					
Desechos: descarta los residuos en los lugares señalados por el encargado del laboratorio	10%					

Seguridad: trae y utiliza el equipo de protección (gabacha, lentes, guantes, etc.), demuestra conocer los riesgos de los materiales peligrosos que usa. Conoce los puntos de evacuación y donde se encuentran los extinguidores	10%					
Fundamentos teóricos: demuestra dominio de la teoría, es capaz de explicar la prueba que se lleva a cabo y por qué se realiza la prueba.	10%					
Libreta: esta completa y ordenada, con los cuadros correspondientes, los cálculos previos a la sesión.	10%					
Dominio de técnicas básicas de laboratorio: demuestra dominio de técnicas básicas como medición de volúmenes exactos, preparación de soluciones patrón, uso de balanza analítica, equipo instrumental, etc	10%					
Trata con respeto al docente, encargado del laboratorio y al asistente, acata las instrucciones que se le solicitan en todo momento.	10%					
Total	100%					
Nota:						

Nota: Es estudiante debe haber llevado a cabo el 100% de las prácticas de laboratorio realizadas para ese periodo, por lo que la asistencia es obligatoria, En caso de que queden áreas desordenadas o sucias después de la sesión de laboratorio, se hará un rebajo de la nota a todo el grupo

8.2. Rúbrica de evaluación de las propuestas de análisis.

Propuestas de análisis						
Criterios	Puntos	Excelente (100%)	Muy bueno (90%)	Bueno (80%)	Regular (70%)	Deficiente (60%)
Indica la sustancia por analizar y el producto comercial en estudio	10%					
Indica la técnica por utilizar	10%					

Indica los Objetivos (general y tres específicos). Los estudiantes son capaces de elaborar objetivos adecuados siguiendo la taxonomía de Bloom.	20%					
Descripción del método de análisis (en prosa o esquema). El procedimiento se detalla adecuadamente, los cálculos de las concentraciones que se utilizarán son correctos.	10%					
Detalle de los parámetros del equipo (ej: flujo, columna, fase móvil, etc)	10%					
Indica los reactivos y concentraciones	10%					
Constantes fisicoquímicas	10%					
Material y equipo requerido	10%					
Fuente de donde proviene el método	10%					
Total	100%					
Nota:						

8.3. Rúbrica para la evaluación de los informes

Informes						
Criterios	Puntos	Excelente (100%)	Muy bueno (90%)	Bueno (80%)	Regular (70%)	Deficiente (60%)
Resumen <i>Nota:</i> Los estudiantes realizan una breve reseña de lo realizado y obtenido, <u>esto incluye: qué se hizo, cómo se hizo y qué se obtuvo</u> (250 palabras máximo). Adicionalmente incluyen palabras clave: máximo cinco palabras que destaquen lo investigado.	5%					

<p>Introducción <i>Nota:</i> Los estudiantes son capaces de realizar una introducción adecuada, donde se agregan antecedentes a nivel internacional y nacional de lo referente (analítico, técnica) a lo investigado.</p>	10%					
<p>Marco Teórico Los estudiantes realizan un marco teórico donde se muestra el sustento bibliográfico de aspectos de actualidad que tienen trascendencia en el análisis escogido que generen valor al informe (breve máx 2 páginas).</p>	10%					
<p>Metodología Esquemas de procedimientos de manera cronológica, materiales, reactivos empleados, detalles del equipo.</p>	10%					
<p>Resultados Presentación: De las dos semanas por separado y en conjunto, con análisis estadístico. Cuadros comparativos e individuales. Incluir gráficos si los hay. Importante: Los estudiantes deben ser capaces de realizar descripciones de estos resultados (no es solo adjuntar los cuadros y gráficos).</p>	20%					
<p>Discusión De los resultados con respecto a las especificaciones, y análisis objetivo entre los resultados, posibles fuentes de error, aspectos críticos que pudieron influir, implicaciones en el mercado y en el ser humano,</p>	20%					

si el producto incumple por exceso o faltante con respecto a lo etiquetado. Análisis objetivo de acuerdo con lo obtenido, de si, el análisis es confiable o no. La relevancia de lo obtenido para la toma de decisiones a nivel industrial, considerando la normativa vigente. Otros aspectos que considere oportunos. Importante: incluir referencias en este apartado.						
Conclusiones Puntuales, <u>acerca de lo obtenido en los análisis, lecciones aprendidas al efectuar el estudio.</u> Mínimo dos conclusiones por estudiante.	20%					
Bibliografía Mínimo 15 referencias bibliográficas (5 en inglés).	5%					
Total	100%					
Nota:						

8.4. Rúbrica para la evaluación del avance del proyecto de investigación

Importante: La fecha de entrega del avance es la que se encuentra en el cronograma. La retroalimentación que se les brinde en este avance debe ser tomada en cuenta para efectos del trabajo escrito final.

Avance Proyecto						
Criterios	Puntos	Excelente (100%)	Muy bueno (90%)	Bueno (80%)	Regular (70%)	Deficiente (60%)
Introducción <i>Nota:</i> Los estudiantes son capaces de realizar una introducción adecuada, donde se agregan antecedentes a nivel internacional y nacional de lo referente (analito, técnica) a lo investigado.	25%					

Marco Teórico Los estudiantes realizan un marco teórico donde se muestra el sustento bibliográfico de aspectos de actualidad que tienen trascendencia en el análisis escogido que generen valor al informe (breve máx 2 páginas).	25%					
Metodología Esquemas de procedimientos de manera cronológica, materiales, reactivos empleados, detalles del equipo.	40%					
Bibliografía Mínimo 5 referencias bibliográficas (2 en inglés).	10%					
Total	100%					
Nota:						

8.5. Rúbrica para la evaluación del proyecto final de investigación

Trabajo escrito Proyecto						
Criterios	Puntos	Excelente (100%)	Muy bueno (90%)	Bueno (80%)	Regular (70%)	Deficiente (60%)
Resumen <i>Nota:</i> Los estudiantes realizan una breve reseña de lo realizado y obtenido, <u>esto incluye: qué se hizo, cómo se hizo y qué se obtuvo</u> (250 palabras máximo). Adicionalmente incluyen palabras clave: máximo cinco palabras que destaquen lo investigado.	5%					
Introducción <i>Nota:</i> Los estudiantes son capaces de realizar una introducción adecuada, donde se agregan antecedentes a nivel internacional	10%					

y nacional de lo referente (analito, técnica) a lo investigado.						
Marco Teórico Los estudiantes realizan un marco teórico donde se muestra el sustento bibliográfico de aspectos de actualidad que tienen trascendencia en el análisis escogido que generen valor al informe (breve máx 2 páginas).	10%					
Metodología Esquemas de procedimientos de manera cronológica, materiales, reactivos empleados, detalles del equipo.	10%					
Resultados Presentación: De las dos semanas por separado y en conjunto, con análisis estadístico. Cuadros comparativos e individuales. Incluir gráficos si los hay. Importante: Los estudiantes deben ser capaces de realizar descripciones de estos resultados (no es solo adjuntar los cuadros y gráficos).	20%					
Discusión De los resultados con respecto a las especificaciones, y análisis objetivo entre los resultados, posibles fuentes de error, aspectos críticos que pudieron influir, implicaciones en el mercado y en el ser humano, si el producto incumple por exceso o faltante con respecto a lo etiquetado. Análisis objetivo de acuerdo con lo obtenido, de si, el análisis es confiable o no. La	20%					

relevancia de lo obtenido para la toma de decisiones a nivel industrial, considerando la normativa vigente. Otros aspectos que considere oportunos. Importante: incluir referencias en este apartado.						
Conclusiones y Recomendaciones Puntuales, <u>acerca de lo obtenido en los análisis, lecciones aprendidas al efectuar el estudio.</u>	20%					
Bibliografía Mínimo 15 referencias bibliográficas (5 en inglés).	5%					
Total	100%					
Nota:						

8.6. Rúbrica para la evaluación de la exposición del proyecto final

Exposición Trabajo Final						
Criterios	Puntos	Excelente (100%)	Muy bueno (90%)	Bueno (80%)	Regular (70%)	Deficiente (60%)
Introducción: comunica de manera adecuada la introducción al tema en estudio.	10%					
Marco teórico: comunica de manera adecuada los conceptos de los temas relacionados (analito y técnica en estudio).	10%					
Metodología: Indican adecuadamente todos los pasos a seguir en el método realizado, además referencian de donde se toma el método.	10%					
Resultados: Indican todos los resultados obtenidos, además realizan análisis estadístico adecuado para el manejo de los datos obtenidos.	10%					

Discusión: realizan la investigación adecuada para la discusión de los resultados obtenidos en el estudio realizado, no solo mencionan lo obtenido si no que lo comparan con otros autores y además indican la repercusión en la sociedad de lo obtenido.	20%					
Conclusiones: Son objetivas y concisas, solamente referente a los resultados obtenidos. <u>Realizan recomendaciones</u>	20%					
Referencias: min 15 (5 en inglés).	10%					
Individual: Manejo del tema, no lee las diapositivas, responde adecuadamente las preguntas de sus compañeros y docente.	10%					
Total	100%					
Nota:						

9. Bibliografía

- Álvares, G. E., & Pérez, M. J. M. (2005). Manual de análisis químico cuantitativo para ingenieros forestales. La Habana, CU: Editorial Félix Varela.
- Bailey, C. L. E., Gallego, P. A., & Picón, Z. D. (2011). Introducción a la experimentación en química física y química analítica. Madrid, ES: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Basulto, L. Y., Estévez, T. B., & Bernal, M. M. A. (2009). La solución de problemas experimentales en los laboratorios docentes de química, asistido por el método heurístico. Revista Cubana de Química, Vol. XVIII, No 2, 2006. La Habana, CU: Editorial Universitaria.
- Dean, J. A. M., Settle, L. L., Willard, F. A., & Hobart, H. (1990). Métodos instrumentales de análisis. Compañía Editorial Continental.
- Faraldos, M. & Goberna, C. (2009). Técnicas de análisis y caracterización de materiales (2a. ed.). Madrid, ES: Editorial CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Guzmán, D. D., Zamubio, J. R., & Polanco, H. V. M. (2010). Introducción a la técnica Instrumental. México, D.F., MX: Instituto Politécnico Nacional.
- Harris, D. (1992). Análisis Químico Cuantitativo. Editorial Iberoamericana. México.
- Marín, G. M. L. (2004). Análisis químico de suelos y aguas. Transparencias y problemas. Valencia, ES: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Rodríguez, A. J. J. (2014). Química y análisis químico. Barcelona, ES: Cano Pina.

- Rouessac, F., & Rouessac, A. (2003). Análisis químico: métodos y técnicas instrumentales modernas. McGrawHill Interamericana de España.
- Rubinson, K. & Rubinson, J. (2001). Análisis Instrumental. Editorial Pearson educación S.A. Madrid.
- Sánchez, R. J., & Villalobos, G. M. (2010). Tratamiento de los resultados analíticos: aplicación de la estadística en el laboratorio. Barcelona, ES: Cano Pina.
- Schenk G.H, Hahn R.B, Hartkopf A.V. (1984). Química Analítica Cuantitativo. Editorial Continental. México.
- Sierra, I., Pérez, D., & Morante, S. (2008). Prácticas de análisis instrumental. Madrid, ES: Dykinson.
- Skoog D.A, Holler F.J & Nieman T.A. (2001). Principios de Análisis Instrumental. 5ta edición. Editorial Mc GrawHill. Madrid.
- Walton, H. F., & Reyes, J. (1983). Análisis químico e instrumental moderno. Reverté.
- Willard Meritt, Dean y Settle. (1991). Métodos Instrumentales de Análisis. Editorial Iberoamericana. México.