

**PROGRAMA CURSO: LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN Y TÉCNICAS MODERNAS DE ANÁLISIS**  
I Semestre, 2017

**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:** LQ-0029, LQ-0030

**Correquisitos:** LQ-0050

**Ubicación en el plan de estudio:** VII Ciclo

**Horario del curso:** Jueves 8:00 a 11:50 am

**Suficiencia:** No

**Tutoría:** No

**Datos del Profesor**

---

**Nombre:** Mag. Esteban Pérez López

**Correo Electrónico:** [estebanperezlopez@gmail.com](mailto:estebanperezlopez@gmail.com)

**Horario de Consulta:** J: 1:00 a 2:50 pm

---

**1. Descripción del curso**

Es un curso práctico e investigativo, donde al estudiante le corresponde poner en práctica lo aprendido a lo largo de la carrera, para proceder a investigar, razonar, decidir con criterio y así proponer métodos de análisis instrumentales, de cualquier tipo de productos de consumo diario (alimentos, medicamentos, bebidas alcohólicas, productos de limpieza, cosméticos, suelos y foliares, etc.) para analizar por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), Cromatografía de Gases (GC), Espectrofotometría de Absorción Atómica (AA) y Espectrofotometría Ultra Violeta Visible (UV), según corresponda, además de una práctica final por Cromatografía de Iones (IC); para ejecutarlos en el laboratorio con previa autorización del profesor y la supervisión del mismo durante el análisis. Las últimas sesiones del laboratorio serán dedicadas a la ejecución de un proyecto investigativo por parte de los estudiantes. Además, el programa de curso se descarga desde Mediación Virtual y el curso se manejará por la modalidad bajo virtual.

---

## 2. Objetivo General

Crear en el estudiante un grado mayor de criterio a la hora de efectuar un análisis instrumental, empleando las destrezas aprendidas en cursos anteriores, de forma tal que el educando se pueda enfrentar en forma efectiva a la elaboración, modificación y ejecución de métodos de análisis diversos empleando técnicas instrumentales analíticas.

---

## 3. Objetivos específicos

- a. Ayudar al estudiante a crear la experticia necesaria para garantizarle el éxito en su desenvolvimiento, en la ejecución de un análisis instrumental fino.
- b. Que el estudiante pueda identificar y controlar los factores críticos de cada una de las técnicas instrumentales en estudio, de forma tal, que tenga las herramientas necesarias para enfrentarse a la exigencia en investigación, desarrollo y control de calidad, de la industria de hoy en día.
- c. Aplicar y correlacionar, la tecnología de análisis instrumental de laboratorio, con el diario vivir de la industria en Costa Rica, por medio del análisis de productos de consumo diario.
- d. Identificar las ventajas y las limitaciones de algunos métodos de análisis en los diferentes instrumentos analíticos y buscar posibles soluciones para minimizar las limitaciones.
- e. Permitir al estudiante la interacción eficaz con el instrumento en estudio, para facilitarle la confianza en su manipulación correcta.
- f. 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.
- g. 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 las técnicas instrumentales principales de la industria de hoy en día, por medio de su manipulación en el laboratorio por cada uno de los estudiantes, y se evaluará el desenvolvimiento de cada estudiante a la hora de ejecutar un análisis desde la preparación de las muestras, hasta la etapa de lectura en el instrumento. Las técnicas analíticas a estudiar son:

- a) Cromatografía de Líquidos de alta Resolución (HPLC)

- b) Cromatografía de Gases (CG)
- c) Espectrofotometría de Absorción Atómica (AA)
- d) Espectrofotometría Ultra Violeta Visible (UV-Vis)
- e) Espectroscopía de Infrarojo por Transformada de Fourier (FTIR)
- f) Cromatografía de Iones (IC)
- g) Estación de Disolución para Medicamentos

## 5. Metodología

El estudiante tendrá dos semanas en cada técnica analítica instrumental para desarrollar sus análisis, hasta haber completado las cuatro técnicas mencionadas. Al final del curso presentarán y expondrán ante sus compañeros un trabajo final investigativo.

Se trabajará en grupos (dos o tres) pero se evaluará en detalle el trabajo desempeñado por cada estudiante en el laboratorio. Se le dará gran valor a la iniciativa del estudiante, a su interés por lo que hace y a su desempeño analítico.

Durante el análisis mediante una técnica, ya el estudiante deberá ir investigando para las siguientes técnicas analíticas, de manera que presente su propuesta inmediatamente finalice con la técnica anterior. O en su defecto presentar las propuestas desde inicio del curso, según instrucciones del profesor y el cronograma definido.

## 6. Evaluación

| <i>Descripción</i>                      | <i>Porcentaje</i> |
|---|-------------------|
| Propuestas de Análisis                  | 15%               |
| Informes de Laboratorio (tipo artículo) | 30%               |
| Trabajo en Lab., Bitácora - Formatos    | 15%               |
| Trabajo Final (Exposición)              | 25%               |
| Examen Final                            | 15%               |
| <b>Total:</b>                           | <b>100%</b>       |

**Consideraciones sobre la evaluación:**

### 6.1 ELABORACIÓN DE BITÁCORA - FORMATOS

- Manejar una libreta cocida y numerada (por grupo de trabajo), en la cual se evidencien pormenores de trabajo en el laboratorio, 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.

## 6.2 INSTRUCCIONES PARA LAS PROPUESTAS DE ANÁLISIS

Presentar con al menos una semana de anticipación, la propuesta de análisis para la técnica correspondiente. O en su defecto, la segunda semana de clases se presentan todas según cronograma propuesto.

- Primero una propuesta verbal o vía email (previa verificación de existencias en el laboratorio).
- Cuando lleguemos a un acuerdo (profesor-estudiante), la propuesta formal por escrito:
  - a) Nombre y carné
  - b) Sustancia a analizar
  - c) Producto comercial en estudio (con etiquetado y especificaciones)
  - d) Técnica a utilizar
  - e) Objetivos: uno general y tres específicos
  - f) Descripción del método de análisis (paso por paso)
    - Con esquemas de dilución (o cuadros)
    - Nota: para efectos del curso **siempre se va a trabajar con curva de calibración** (mínimo 6 patrones) y mínimo tres muestras por producto.
  - g) Detalle de los parámetros del equipo (ej: flujo, columna, longitud de onda, fase móvil, etc.)
  - h) Reactivos y sus concentraciones
  - i) Constantes físico-químicas
  - j) Material y equipo requerido
  - k) Fuente de donde proviene el método

Notas: cualquier propuesta ya aprobada, podrá ser sometida a cambios (recomendados por el profesor) a la hora de ejecutar el análisis, para asegurarse el cuidado óptimo del equipo y las condiciones ideales para la operación del laboratorio. Si la propuesta no se entrega puntual no se califica (Nota 0.0).

## 6.3 INSTRUCCIONES PARA LOS INFORMES (tipo artículo científico)

- 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. (Máximo 250 palabras)
- d) Palabras Clave.  
Máximo cinco palabras que destaquen lo investigado.
- e) Introducción (10%)  
Indagación de 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 al análisis realizado y que generen valor al informe.

- g) Metodología (5%)  
De manera cronológica, esquema de procedimiento, datos preliminares, materiales, reactivos empleados y su concentración, equipos, etc.
  - 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 de las diferentes semanas, posibles fuentes de error, aspectos críticos que pudieron influir (lluvia de ideas o inteligencia grupal entre los estudiantes), 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 a lo obtenido, de si, su 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 2 conclusiones de peso por estudiante (poner el nombre entre paréntesis, de quien elaboró cada conclusión).
  - k) Bibliografía (5%)  
Mínimo 15 referencias bibliográficas, de las cuales 5 sean en inglés (todas referenciadas en el texto).
- Nota: Si el informe no se entrega puntual no se califica (Nota 0.0).

#### 6.4 INSTRUCCIONES TRABAJO FINAL

- a) A más tardar en semana 12, presentar una propuesta de trabajo investigativo novedoso en la que emplee alguna técnica instrumental de las vistas a lo largo de la carrera.
- b) Requisitos indispensables: aportar valor a la sociedad con los resultados y el aporte crítico de lo investigado. Emplear análisis estadístico que respalden la confiabilidad de los datos. Presentar como producto final un artículo científico según se indica en el apartado 6.3.
- c) 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.

#### 6.5 OBSERVACIONES SOBRE LA EVALUACIÓN DEL LABORATORIO

- a) Es requisito indispensable asistir a todas las sesiones de laboratorio.
- b) Se calificará rigurosamente el llegar puntual a cada sesión programada.
- c) No habrá reposición de prácticas de laboratorio (solo si hay casos calificados y bien justificados).
- d) La nota mínima de aprobación es 70 (setenta, en escala de 1 a 100)
- e) Es obligación del estudiante traer al laboratorio: gabacha, anteojos, jabón, encendedor, papel toalla, marcadores y cualquier otro material que se necesite para la realización de las prácticas de laboratorio.
- f) La pérdida de una de las partes de la práctica sin justificación alguna, por alguno de los estudiantes, da por perdido en forma automática el curso.
- g) Al finalizar la sesión de trabajo de laboratorio, el estudiante debe tener debidamente firmada por el profesor, la bitácora que con ese fin se llevará, para cada una de las fechas obligatorias de asistencia.

- h) Ninguna fecha adicional a la práctica, corrige una ausencia a una práctica correspondiente a la fecha obligatoria.  
i) QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO EL USO DE CELULARES DENTRO DEL LABORATORIO, ASÍ COMO COMER, FUMAR Y RECIBIR VISITAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL PROFESOR.

## 7. Cronograma

| SEMANA    |                     | ACTIVIDAD  |
|-----------|---------------------|--|
| <b>1</b>  | 13 - 17 marzo       | Instrucciones generales  |
| <b>2</b>  | 20 - 24 marzo       | Presentar y defender PROPUESTAS de trabajo en laboratorio                      |
| <b>3</b>  | 27 - 31 marzo       | 1ª Sesión de Trab. Invest. - Técnica 1 + IR (polímeros) los de UV              |
| <b>4</b>  | 3 - 7 abril         | 2ª Sesión de Trab. Invest. - Técnica 1 + Disolución (dimenhidrinato) los de UV |
| <b>5</b>  | 10 - 14 abril       | <b>SEMANA SANTA</b>  |
| <b>6</b>  | 17 - 21 abril       | 3ª Sesión de Trab. Invest. - Técnica 2 - <i>Presentar Informe 1.</i>           |
| <b>7</b>  | 24 - 28 abril       | <b>SEMANA UNIVERSITARIA</b>  |
| <b>8</b>  | 1 - 5 mayo          | 4ª Sesión de Trab. Invest. - Técnica 2, <i>Feria Vocacional SO.</i>            |
| <b>9</b>  | 8 - 12 mayo         | 5ª Sesión de Trab. Invest. - Técnica 3 - <i>Presentar Informe 2.</i>           |
| <b>10</b> | 15 - 19 mayo        | 6ª Sesión de Trab. Invest. - Técnica 3   |
| <b>11</b> | 22 - 26 mayo        | 7ª Sesión de Trab. Invest. - Técnica 4 - <i>Presentar Informe 3.</i>           |
| <b>12</b> | 29 - 2 junio        | 8ª Sesión de Trab. Invest. - Técnica 4   |
| <b>13</b> | 5 - 9 junio         | 9ª Sesión - Cromatografía de Iones - <i>Presentar Informe 4</i>                |
| <b>14</b> | 12 - 16 junio       | 10ª Sesión - Laboratorio para investigación final                              |
| <b>15</b> | 19 - 23 junio       | 11ª Sesión - Laboratorio para investigación final                              |
| <b>16</b> | 26 - 30 junio       | 12ª Sesión - Laboratorio para investigación final                              |
| <b>17</b> | 3 - 7 julio         | Presentación del Trabajo Final - <i>Presentar Artículo-Investigación</i>       |
| <b>18</b> | 10 julio - 14 julio | Examen ( <u>13 de julio, 8 am</u> ). Se eximen con 90.                         |

## 8. 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. McGraw-Hill 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. 5<sup>ta</sup> edición. Editorial Mc Graw-Hill. 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.

### Otras referencias

The United States Pharmacopeia Convention. USP 34 - NF 29: Farmacopea de los Estados Unidos de América. Rockville, Maryland: The United States Pharmacopeial Convention. 2011.

Official Methods of Analysis 20th Edition. (2016). Print. Dr. George Latimer, Jr. Editor.

Métodos de análisis instrumentales, aplicados en las diferentes industrias del país.

---