



Universidad de Puerto Rico  
Vicepresidencia en Asuntos Académicos



**Comité Sistémico para el Mejoramiento de  
Programas Relacionados a la Química de la Universidad de Puerto Rico**

***Prontuario***

- I. Título del curso : Laboratorio Química Analítica
- II. Codificación : QUIM 3026
- III. Prerequisitos : QUIM 3002-3004  
Corequisito : QUIM 3025
- IV. Horas crédito : Cero (0)  
Tres (3) horas de laboratorio dos veces por semana
- V. Descripción del curso : Desarrollo de las destrezas prácticas en el área de análisis cuantitativo con énfasis en la determinación de analitos en muestras desconocidas a través de técnicas gravimétricas, volumetricas, potenciométricas y espectrofotométricas. Atención especial al tratamiento estadístico de los datos.
- VI. Objetivos generales : En este curso se pretende que el estudiante:
1. Desarrolle destrezas de manejo de equipo básico de laboratorio e instrumentación analítica.
  2. Aplique experimentalmente sus conocimientos teóricos en métodos de análisis.
  3. Ponga en práctica las reglas de seguridad de laboratorio.
  4. Evalúe estadísticamente resultados experimentales
  5. Desarrolle destrezas de redacción de informes técnicos

VII. Bosquejo de contenido y distribución del tiempo:

- |    |                              |           |
|----|------------------------------|-----------|
| A. | Análisis estadístico         | (9 hrs.)  |
| B. | Análisis gravimétrico        | (15 hrs.) |
| C. | Análisis volumétrico         | (36 hrs.) |
| D. | Análisis potenciométrico     | (15 hrs.) |
| E. | Análisis espectrofotométrico | (15 hrs.) |
| F. | Análisis cromatográfico      | (6 hrs.)  |

VIII. Experimentos sugeridos:

1. Análisis estadístico
2. Técnicas de laboratorio
3. Determinación gravimétrica de  $\text{SO}_4^{-2}$
4. Determinación gravimétrica de Ni.
5. Determinación volumétrica de KHP
6. Determinación volumétrica de  $\text{CO}_3^{-2}$
7. Determinación volumétrica de  $\text{Cl}^-$
8. Determinación volumétrica de  $\text{I}_2$
9. Determinación volumétrica de  $\text{C}_2\text{O}_4^{-2}$
10. Determinación volumétrica de dureza de agua
11. Determinación potenciométrica de  $\text{F}^-$
12. Determinación espectrofotométrica de Mn en Acero
13. Determinación espectrofotométrica de tinte
14. Determinación cromatográfica (GC, HPLC, ó columna)

\*cada profesor seleccionará los que se ajusten a las necesidades de sus estudiantes.

VIII. Estrategias Instruccionales

Las estrategias instruccionales ha realizarse serán las siguientes:

- a. Conferencias dictadas por el profesor o la profesora.
- b. Discusión en grupo de temas asignados y presentados en clases.
- c. Prácticas de laboratorio, evaluadas en el curso de laboratorio.
- d. Demostraciones de laboratorio
- e. Estudio independiente de temas asignados para la búsqueda en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Internet.
- f. Módulos instruccionales
- g. Instrucción asistida por computadoras.

IX. Recursos de Aprendizaje

- A. Instrumentación y equipo  
Cristalería común de laboratorio, equipo volumétrico, balanza mecánica, balanza analítica, potenciómetro, electrodo selectivo, plancha de calentamiento y agitación, purificador de agua,

bombas de vacío, espectrofotómetro UV-VIS, celdas espectrofotométricas y computadoras.

B. Reactivos

Para las experiencias de laboratorio se utilizarán diversas sales inorgánicas, ácidos y bases. Se utilizarán también tintes vegetales. Todos los reactivos serán provistos por la Institución.

C. Materiales a ser adquiridos por los estudiantes

Bata de laboratorio, gafas de seguridad, lápiz de cera, jabón de fregar, papel toalla, papel de aluminio, calculadora científica.

X. Estrategias de Evaluación:

El desempeño del estudiante será evaluado mediante la siguiente distribución porcentual:

* Informes	50 – 60 %
* Ejecutoria	10 – 15 %
* Libreta de laboratorio	10 – 15 %
* Pruebas cortas o exámenes	10 – 20 %

Evaluación diferenciada disponible a estudiantes con necesidades especiales conforme a la Ley 51 de 17 de junio de 1996.

X. Sistema de calificación:

El laboratorio será el 40% del valor de la clase. Cuatro ausencias en el laboratorio implica F en el curso.

XI. Referencias:

1. Christian, G. D. *Analytical Chemistry* (6<sup>ta</sup> ed.); John Wiley & Sons: New York, 2003.
2. De Jesús Cardona, Héctor; Manual de Repaso de Química Analítica, 1999.
3. De Jesús Cardona, Héctor; Manual de Acompañamiento del curso de Química Analítica, 1999.
4. Ebbing, D. E. and Gammon, S. D. *General Chemistry* (9<sup>na</sup> ed.); Brooks Cole: USA, 2007.
5. Harris, D.C. *Quantitative Chemical Analysis* (7<sup>ta</sup> ed.) W.H. Freeman & Co. Ltd. New York, 2006.

6. McMurray, J. and Fay, R.C. *Chemistry*, 4<sup>ta</sup> ed.; Prentice Hall, New Jersey, 2004.
7. Rivera S. y Ruiz, C. *Manual de Laboratorio de Química Analítica*, UPR Aguadilla, 2003.
8. Skoog, D. A.; West, et.al. *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 8<sup>va</sup> ed.; Thomson Learning, Fort Worth, 2004.
9. Skoog, D. A. *Química Analítica* (7<sup>ma</sup> ed.); McGraw Hill: México, 2001.
10. Skoog, D. A. and West, D. M. *Introducción a la Química Analítica*. Reverté, 2008.
11. Skoog, D. A., Holler, F. J., Crouch, S. R. *Principles of Instrumental Analysis* (6<sup>ta</sup> ed.); Brooks Cole, USA, 2006.
12. Torres, Luz M. *Estrategias de Intervención para la Inclusión*. Isla Negra, Río Piedras, 2002.
13. Torres, Luz M. *Asistencia Tecnológica Derecho de Todos*. Isla Negra, Río Piedras, 2002.
14. Wang, J. *Analytical Electrochemistry*; (3<sup>ra</sup> ed.) Wiley-VCH: New York, 2006.

\* Esta bibliografía es sugerida. Cada profesor seleccionará las que se ajusten a las necesidades de sus estudiantes, considerando su disponibilidad en el Centro de Recursos para el Aprendizaje de su unidad, y las actualizará con regularidad.

*Aquellos estudiantes que requieran acomodo razonable y equipo asistido necesario conforme a las Personas con Impedimentos (OAPI) deben notificarlo e evidenciarlo en la Oficina de Ley 51 y/o en la Oficina de Servicios Médicos. Estas oficinas se encargarán de establecer un plan de acción con el profesor(a) a cargo del curso y/o laboratorio.*

*Versión revisada por el Comité Sistémico para la Aprobación de Programas de Química por la ACS en mayo 2009. Los miembros del Comité que participaron en estos trabajos fueron:*

<i>Dra. Sonia Rivera</i>	<i>UPR Aguadilla</i>
<i>Profa. Sylka Torre, Profa. Cándida Peña</i>	<i>UPR Arecibo</i>
<i>Dra. María Añeses</i>	<i>UPR Bayamón</i>
<i>Profa. Marta Arroyo</i>	<i>UPR Carolina</i>
<i>Prof. Mayra Pagán</i>	<i>UPR Cayey</i>
<i>Dr. David Santiago</i>	<i>UPR Humacao</i>
<i>Profa. Ivelisse Padilla</i>	<i>UPR Mayagüez</i>
<i>Prof. Jaime García</i>	<i>UPR Ponce</i>
<i>Dr. Francisco Echeagaray</i>	<i>UPR Río Piedras</i>
<i>Dra. Ingrid Montes</i>	<i>UPR Río Piedras</i>
<i>Prof. Celia R. Quiñones Seigle</i>	<i>UPR Utuado</i>

*Versión inicial trabajada por el Comité Sistémico de Química Analítica en reunión celebrada el 10 de junio de 2005 en UPR Cayey. Los miembros del Comité que participaron en estos trabajos fueron:*

<i>Dr. Raúl J. Castro Santiago</i>	<i>UPR Cayey</i>
<i>Dr. Héctor De Jesús Cardona</i>	<i>UPR Bayamón</i>
<i>Prof. Jaime García</i>	<i>UPR Ponce</i>
<i>Dra. Aminda Sierra</i>	<i>UPR Bayamón</i>
<i>Prof. Celia R. Quiñones Seigle</i>	<i>UPR Utuado</i>

## UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

### ***Objetivos operacionales para el Laboratorio de Química Analítica***

#### A. Análisis estadístico

Al finalizar el estudio de esta unidad, el estudiante debe:

1. Medir usando el número correcto de cifras significativas.
2. Identificar los errores determinados, indeterminados y/o crasos en el análisis de una muestra de la cual conocemos los valores de las réplicas y el valor real.
3. Expresar de resultados de cálculos con el número correcto de cifras significativas.
4. Evaluar de la precisión de una serie de réplicas utilizando cualquiera de los siguientes parámetros:
  - a. desviación
  - b. desviación estándar
  - c. varianza
  - d. coeficiente de varianza
  - e. desviación estándar relativa
5. Evaluar de la exactitud de un análisis calculando el:
  - a. error absoluto
  - b. error relativo
  - c. intervalo de confianza a cierto grado de probabilidad
6. Calcular de propagación de errores para la determinación de la magnitud de la incertidumbre de un valor obtenido mediante cálculos usando datos experimentales.
7. Determinar de si un valor sospechoso en una serie de réplicas puede ser rechazado utilizando la Prueba Q.
8. Construir una gráfica de línea recta con datos experimentales y determinación de la ecuación que mejor describe ésta mediante cálculos de cuadrados mínimos.
9. Redactar un informe técnico.

#### B. Análisis gravimétrico

Al finalizar el estudio de esta unidad, el estudiante debe:

1. Ejecutar correctamente los pasos experimentales que componen un análisis gravimétrico:
  - a. pesada por diferencia
  - b. preparación de muestra
  - c. precipitación
  - d. digestión (coagulación)
  - e. filtración
  - f. lavado
  - g. secado a peso constante
2. Determinar de la concentración de un analito usando los datos experimentales y estequiometría.

### C. Análisis volumétricos

Al finalizar el estudio de esta unidad, el estudiante debe:

1. Practicar los procesos y destrezas relacionados a las determinaciones volumétricas:
  - a. secado de muestras en el horno
  - b. uso del desecador
  - c. uso de la balanza analítica
  - d. pesada por diferencia
  - e. uso de la bureta
2. Titular una muestra usando indicador visual.
3. Valorar una solución del titulante usando un estándar primario. (Calcular la concentración de una solución de titulante utilizando: la masa del estándar primario, el porcentaje de pureza del estándar primario, el volumen de la solución que fue consumido y la ecuación química balanceada.)
4. Determinar el porcentaje de un analito en una muestra utilizando la masa de la muestra, el volumen y concentración de titulante y la ecuación química balanceada.
5. Llevar a cabo un análisis estadístico de la determinación.
6. Redactar un informe técnico.

### D. Análisis potenciométrico

Al finalizar el estudio de esta unidad, el estudiante debe:

1. Practicar los procesos y destrezas relacionados a una determinación potenciométrica:
  - a. secado de muestra en el horno
  - b. uso del desecador
  - c. uso de balanza analítica
  - d. pesada por diferencia
  - e. transferencia cuantitativa
  - f. uso de pipeta y bureta
  - g. preparación de solución partiendo del soluto sólido de pureza conocida
  - h. preparación de solución por dilución
2. Usar un potenciómetro para determinar el potencial de una celda.
3. Construir una curva de calibración ( $E_{\text{celda}}$  vs  $pX$ ) en una hoja de cálculos utilizando los datos experimentales obtenidos.
4. Determinar la ecuación de la línea recta que mejor describe el comportamiento experimental observado utilizando una hoja de cálculos.
5. Calcular la concentración del analito en la muestra utilizando la ecuación de la línea recta que describe la curva de calibración y cálculos de dilución.
6. En caso de realización de una titulación potenciométrica:
  - a. Calibrar y utilizar de un potenciómetro.

- b. Construir una curva de titulación con datos experimentales utilizando un programa de hojas de cálculos.
  - c. Construir una curva de la primera derivada versus el volumen añadido del titulante utilizando un programa de hojas de cálculos.
  - d. Determinar el punto final de la titulación a partir de la gráfica.
7. Redactar un informe técnico.

#### E. Análisis espectrofotométrico

Al finalizar el estudio de esta unidad, el estudiante debe:

1. Usar el espectrofotómetro UV-Vis para generar un espectro de absorción.
2. Construir de una curva de calibración utilizando datos experimentales basada en la ley de Beer-Lambert.
3. Determinar la pendiente y el intercepto, junto con sus errores, de la línea recta que mejor representa los datos experimentales en la curva de calibración.
4. Calcular la concentración de un analito utilizando la ecuación de la mejor línea recta de la curva de calibración.
5. Determinar el error de la concentración determinada por curva de calibración.
6. Redactar un informe técnico.

#### F. Análisis cromatográfico

Al finalizar el estudio de esta unidad, el estudiante debe:

1. Describir los principios que rigen el método utilizado.
2. Identificar y describir el tipo de cromatografía utilizada en términos de componentes del sistema, aspectos cuantitativos y aplicaciones.
3. Redactar un informe técnico.

*Versión revisada por el Comité Sistémico para la Aprobación de Programas de Química por la ACS en **mayo 2009**. Los miembros del Comité que participaron en estos trabajos fueron:*

<i>Dra. Sonia Rivera</i>	<i>UPR Aguadilla</i>
<i>Profa. Sylka Torre, Profa. Cándida Peña</i>	<i>UPR Arecibo</i>
<i>Dra. María Añeses</i>	<i>UPR Bayamón</i>
<i>Profa. Marta Arroyo</i>	<i>UPR Carolina</i>
<i>Dra .Mayra Pagán</i>	<i>UPR Cayey</i>
<i>Dr. David Santiago</i>	<i>UPR Humacao</i>
<i>Dra. Ivelisse Padilla</i>	<i>UPR Mayagüez</i>
<i>Dr. Jaime García</i>	<i>UPR Ponce</i>
<i>Dr. Francisco Echegaray</i>	<i>UPR Río Piedras</i>
<i>Dra. Ingrid Montes</i>	<i>UPR Río Piedras</i>
<i>Prof. Celia R. Quiñones Seiglie</i>	<i>UPR Utuado</i>