



ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO I  
QU-0246

I. GENERALIDADES

<b>CICLO</b>	IV Ciclo de carrera
<b>DEDICACIÓN DE TIEMPO</b>	4 horas de teoría-práctica
<b>CRÉDITOS</b>	3
<b>Nº DE GRUPO Y HORARIO</b>	Grupo 001 K y V 9:00 am a 10:50 am
<b>LÍNEA CURRICULAR</b>	Curso propio, básico.
<b>REQUISITOS</b>	QU-0106, QU-0107
<b>CORREQUISITO</b>	QU-0247
<b>PERÍODO</b>	II Ciclo 2018
<b>PROFESOR (A)</b>	Paola Fuentes S. Ofic. Teléfono: 2511 4505 <a href="mailto:paola.fuentes@ucr.ac.cr">paola.fuentes@ucr.ac.cr</a>

II. OBJETIVO(S) DEL CURSO

**OBJETIVO GENERAL**

Conocer los principios básicos de la Química Analítica Cuantitativa, para ser capaz de elegir las técnicas más adecuadas, de acuerdo con la naturaleza de la muestra y el problema de análisis químico que se presente. Obtener el resultado final de un análisis y aplicar los tratamientos estadísticos estudiados para concluir acerca de la validez de estos.

**OBJETIVOS ACTITUDINALES Al finalizar este curso el estudiante aprenderá a:**

1. Participar activamente en el proceso enseñanza-aprendizaje, para que pueda adoptar una actitud crítica ante los hechos que se presentan, razonar con rigurosidad y adquirir una actitud científica respecto a la Química Analítica y a la Química en general.
2. Motivarse para desarrollar investigación en el área de Química Analítica y su aplicación en la industria.
3. Desarrollar normas de trabajo que le permitan obtener disciplina, conocimiento, creatividad, ética, responsabilidad, pulcritud, nitidez y habilidad durante el análisis químico.
4. Identificar la importancia interdisciplinaria de la Química Analítica, dentro de la Química y otras ciencias conexas.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS Al finalizar este curso el estudiante será capaz de:**

1. Generar la capacidad de expresar el resultado de un análisis con el número correcto de cifras significativas, su incertidumbre de acuerdo con la Guía Eurachem 2012 y la precisión mediante algún criterio estadístico.
2. Aplicar los conocimientos de equilibrio químico a las técnicas de análisis gravimétrico, volumétrico y potenciométrico.
3. Realizar comparaciones de las diferentes técnicas en cuanto a precisión, exactitud y consumo de tiempo para realizar el análisis.

III. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

En este curso se enseña al estudiante a abordar un problema específico, como lo es la cuantificación de un analito mediante un método de ensayo, por lo tanto el estudiante debe aprender a plantear un problema sencillo, comprender los procesos químicos y matemáticos involucrados, interpretar los resultados obtenidos y realizar cálculos para poder obtener resultados apropiados. Los temas que se estudian en este curso sirven de base para otros cursos de la carrera y los conceptos que se

desarrollan son útiles para el futuro del estudiante. También se contará con el apoyo de la plataforma de mediación virtual, donde se colocará material de apoyo para las sesiones de clase. **Los temas generales son:**

El campo de la Química Analítica. Estadística básica aplicada a la Química Analítica. Estequiometría. Equilibrio químico: Ácido-base, Complejometría, Precipitación, Redox. Potenciometría.

#### IV. CONTENIDOS

- **1.- El campo de la Química Analítica.** Las(os) estudiantes de la carrera de Bachillerato y Licenciatura en Química deben entender y aplicar:
  - Qué es la ciencia analítica. Los pasos de un análisis químico cuantitativo.
  - Las herramientas y las operaciones básicas de la Química Analítica: Materiales y reactivos, la balanza analítica, la cristalería volumétrica, las técnicas para calibrar herramientas analíticas, la preparación de disoluciones ácidas y básicas. Reactivos tipo primario y de calidad para análisis; disolución patrón primario y disolución patrón secundario; los reactivos más comunes utilizados bajo esta denominación para preparar las disoluciones de trabajo.
  - **2.- Estadística básica aplicada a la Química Analítica.** Las(os) estudiantes de la carrera de Bachillerato y Licenciatura en Química deben entender y aplicar:
    - Los conceptos de exactitud y precisión, errores sistemáticos y aleatorios, repetibilidad y reproducibilidad, veracidad, incertidumbres Tipo A y Tipo B, patrones certificados, y otros conceptos relacionados, cifras significativas, redondeo. Los criterios de rechazo de datos desviados, el procedimiento a seguir cuando un dato obtenido se desvía del resto de los datos: La prueba robusta
    - La teoría estadística relativa al tratamiento estadístico de grupos pequeños de datos (distribución *t* de Student); los límites de confianza y los elementos de garantía de la calidad de los resultados analíticos. Validación de métodos analíticos. Parámetros de mérito: Los conceptos de Límites de detección, límites de cuantificación. Sistema Nacional de Acreditación de protocolos en Química Analítica. Ética profesional.
    - Los conceptos de la incertidumbre estándar, la incertidumbre estándar combinada y la incertidumbre expandida, el resultado de un análisis químico cuantitativo. □ El ajuste de mínimos cuadrados lineales en las curvas de calibración. Los métodos de cuantificación por medio de estándares internos, externos y adiciones estándar. Las incertidumbres de la pendiente y del intercepto.
    - La teoría estadística de la Hipótesis nula, que compara promedios de resultados obtenidos por diferentes métodos, y determina si existe o no diferencia estadística significativa a un determinado nivel de confianza entre el resultado de un ensayo y un valor certificado.
    - **3.- Estequiometría.** Las(os) estudiantes deben: □
      - Entender y aplicar los conceptos relacionados con las definiciones de moles, dalton, y las maneras de expresar la composición de las disoluciones (concentraciones): molaridad, molalidad, normalidad, formularidad, partes por millón, partes por billón, y las conversiones entre ellas.
      - Entender la preparación de las disoluciones de concentración aproximada y las de concentración exacta.
      - Resolver el balanceo de ecuaciones químicas y dar solución a problemas que involucren la estequiometría de las reacciones de ácido-base, precipitación, formación de complejos, redox.
      - Entender y resolver problemas relacionados con determinaciones gravimétricas cuantitativas: el factor gravimétrico.
      - **4.- Equilibrio ácido-base, complejometría y precipitación.** Las(os) estudiantes deben:
        - Entender y explicar los diferentes tipos de equilibrio químico. La alteración o desplazamiento de los equilibrios: Le Châtelier, temperatura, presión, concentración, catalizadores.
        - Entender y aplicar los balances de masa y los balances de carga para resolver problemas químicos.
        - Conocer los conceptos de actividad, coeficiente de actividad y fuerza iónica.
        - Conocer las diversas teorías de ácido-base, la escala de pH.
        - Resolver problemas para determinar:
          - La concentración de las especies involucradas en los diversos equilibrios estudiados: ácidos y bases simples, débiles y fuertes, ácidos polipróticos, valoraciones.
          - La capacidad amortiguadora.
          - Las fracciones de especies disociantes a un pH dado. Valores alfa.

- Las concentraciones finales y el pH de las mezclas de ácidos y bases.
  - **5.- Redox y Métodos potenciométricos.** Las(os) estudiantes deben entender y:
- Aplicar los conceptos de equilibrio químico relacionados con los diferentes sistemas: ácido-base simples y polipróticos,  $K_a$ ,  $K_w$ , precipitación,  $K_{ps}$ ,  $K_{eq}$ .
- Explicar los conceptos fundamentales relacionados con la potenciometría, tales como celdas electroquímicas (electrolíticas y galvánicas), electrodos (clases de electrodos), potencial normal de electrodo, potencial de celda, ecuación de Nernst, convención de signos, clases de potenciometrías (directas e indirectas), y electrodos indicadores y de referencia.
- Resolver problemas de escogencia de electrodos indicadores y de referencia apropiados para las diferentes clases de potenciometrías.
- Resolver problemas de cálculo de potencial de electrodo y de la celda potenciométrica, dadas unas condiciones iniciales de concentración.
- Resolver problemas de cálculo de concentraciones a partir de los potenciales de la celda potenciométrica. Resolver problemas de cálculo de curvas de valoración potenciométricas.

## V. EVALUACIÓN

- Se realizarán al menos 3 pruebas cortas cortas 20% total.
- Se realizarán al menos 6 trabajos en clase y tareas con un valor de 20% total
- Se realizarán tres exámenes parciales con un valor de 10,0% cada uno, **la materia es acumulativa durante el semestre (30% total).**
- Se realizará un examen final que contempla TODOS los temas del curso, con un valor de 30%.
- NOTA: Si la nota de los quices de cada tema es superior en 10 o mas puntos a la nota promedio de las tareas de ese tema, se sustituye la nota de la tarea por la nota del quiz
- NOTA 2: Si la nota del examen parcial es superior en 10 o mas puntos a la nota del quiz del tema evaluado, se sustituye la nota del quiz por la nota del parcial
- NOTA 3: Si la nota de aprovechamiento (todas las notas promediadas según porcentajes, antes del examen final) es superior a 87,5 el estudiante se eximirá del examen final y se reportará la nota de aprovechamiento como nota final del curso.

Examen	Fecha
<b><i>I PARCIAL: C:1-4, Eurochem. Lecturas.</i></b>	<b><i>Viernes 21 de septiembre, 9 a.m.</i></b>
<b><i>II PARCIAL: C:5-9. Lecturas. (C:1-4)</i></b>	<b><i>Viernes 26 de octubre, 9 a.m.</i></b>
<b><i>III PARCIAL: C:10-14. Lecturas. (C:1-9)</i></b>	<b><i>Sábado 1 de diciembre, 9 a.m.</i></b>
<b><i>Examen final: Todos los contenidos</i></b>	<b><i>Lunes 10 de diciembre, 9 a.m.</i></b>

e. En el caso de faltar a alguno de los exámenes parciales, se podrá reponerlo si presenta la debida justificación ante la Cátedra. La reposición se realizará de forma escrita, en un día miércoles a convenir, posterior a la fecha del examen.

f. Los(as) estudiantes cuyo promedio sea inferior a 7,0 y superior o igual a 6,0, tendrán derecho a un examen de ampliación.

Para todos los efectos, se aplicarán las disposiciones vigentes en el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil, publicado en la Gaceta Universitaria el 9 de mayo de 2001.

El examen de ampliación será el Miércoles 19 de diciembre de 2018 a las 9 am.

## VI. METODOLOGÍA Y OBSERVACIONES

A) El curso tiene dos períodos de dos horas lectivas cada uno, donde se expondrán mediante clases expositivas y prácticas los fundamentos teóricos que gobiernan los métodos de análisis químico. Durante las

clases se emplearán recursos audiovisuales, sesiones de práctica y resolución de problemas, según el criterio del profesor.

Las(os) estudiantes de este curso pueden hacer uso de la plataforma de mediación virtual para enriquecer la comunicación profesor-estudiante. Con este recurso se pueden asignar trabajos o tareas y poner a disposición del(a) estudiante material de interés.

B) Es responsabilidad del estudiante repasar todos los contenidos indicados en el siguiente apartado:

1. Plantear y balancear diferentes tipos de ecuaciones químicas.
2. Interpretar y utilizar adecuadamente las constante de equilibrio para diferentes tipos de ecuaciones.
3. Escribir fórmulas de las sustancias químicas más comunes en el laboratorio químico.
4. Saber realizar operaciones con logaritmos y antilogaritmos.
5. Resolver problemas prácticos de las relaciones estequiométricas en sistemas de neutralización, redox y formación de complejos, precipitación.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- **Libros de texto:**
- **Christian, G. D.** "Química Analítica". 6a ed. Editorial Mc Graw Hill: México, 2009.
- **Skoog, D. A.; West, D. M.; Holler, F. H. y Crouch, S. R.** "Fundamentos de Química Analítica". 9<sup>a</sup> ed.; Editorial Thomson: México, 2005. **Chacón, Jorge.** "Prácticas recomendadas para determinar y reportar la incertidumbre de las mediciones en Química Analítica"; Editorial Universidad de Costa Rica: Costa Rica, 2004.
- **Folleto de Laboratorio:** Manual de Laboratorio de Química Analítica Cuantitativa I. Suministrado por la Sección de Química Analítica. Universidad de Costa Rica. **Eurachem/EUROLAB, CITAC/Nordtest/AMC Guide:** "Measurement uncertainty arising from sampling: a guide to methods and approaches Eurachem"; M H Ramsey and S L R Ellison (eds.): Reino Unido, 2007. **Eurachem/CITAC Guide:** "Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement"; 2<sup>a</sup> ed.; S L R Ellison (LGC, UK). M Rosslein (EMPA, Switzerland), A Williams (UK) eds: Reino Unido, 2000.
- **Libros de Consulta:** **Day, R. A.; Underwood, A. L.** "Química Analítica Cuantitativa". 5<sup>a</sup> ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1989. **Harris, Daniel C.** "Análisis Químico Cuantitativo" 3<sup>a</sup> ed.; Grupo Editorial Iberoamericana, S.A. de C. V., México, 1992. **Harvey, D.** "Química Analítica Moderna". McGraw-Hill/ Interamericana: España, 2002. **Miller, J.; Miller, J.** "Estadística y Quimiometría para Química Analítica"; 4<sup>o</sup> edición. Ed. Prentice Hall: Madrid, 2002. **Silva-Trejos, M.** "Buenas prácticas de laboratorio en Química Analítica Cuantitativa". 18 Serie Química. Ed. Universidad de Costa Rica, San José, 2009. **Skoog, D. A.; West, D. M.; Holler, F. H. y Crouch, S. R.** "Fundamentos de Química Analítica". 8a. ed.; Editorial Thomson: México, 2005. **Skoog, D. A.; West, D. M.; Holler, J. F.** "Fundamentos de Química Analítica". 4ta ed.; Editorial Reverté, S.A.: Barcelona, 1997.

## VIII. En CASO DE EMERGENCIA, como:

Incendio que no puede ser controlado mediante el uso de extintores. Fuga de gas inflamable o tóxico de fuente no identificada o a gran escala. Sismo que provoque daños estructurales en columnas o techo de las instalaciones. Presencia de personas armadas o pandillas que puedan ser una amenaza. Cualquier otra situación que ponga en riesgo la seguridad de los ocupantes del edificio.

DEBEN SEGUIR LOS SIGUIENTES PASOS:

De tener un teléfono a la mano, informar a la Secretaría de la Escuela de Química (5370) de la situación o problema. En caso de no obtener respuesta llamar directamente al 4911. En caso de que la emergencia represente un riesgo, se deben activar las dos alarmas de evacuación ubicadas en el sótano y contiguo a la Secretaría de la Escuela.

Las personas que vienen del primer y segundo piso de la Escuela, se deben reunir en el punto de encuentro No 1, frente a la Facultad de Microbiología, sobre la acera y **no** sobre el parqueo. Las personas que se encuentran en el sótano deben trasladarse al punto de encuentro No 2, ubicado en las zonas verdes (segundo farol), contiguo al pasillo que comunica la Escuela de Química con la Escuela de Estudios

Generales.

1. Primera prioridad es salvaguardar la integridad de las personas.
2. Segunda prioridad es rescatar los bienes de la Universidad.
3. El personal docente (profesores y asistentes) y administrativos deben mantener la calma y guiar a los estudiantes a los puntos de encuentro.

## IX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL CURSO

SEMANA	FECHA	CAPÍTULO <sup>1</sup>	CAPÍTULO <sup>2</sup>	TÍTULO
1	13-17 Agosto	1, 2	1, 5	Introducción a la Química Analítica, herramientas y operaciones básicas
2	20-24 Agosto	3	5,6,7	Manejo de datos, errores y principios de estadística
3	27-31 Agosto	4 y guía Eurachem 2000	7 y guía Eurachem Falta Validación	Certeza en la calidad de las mediciones, Prueba robusta. Incertidumbre.
4	03-07 Setiembre	Guía Eurachem 2000	Guía Eurachem 2000	Incertidumbre estándar. Tratamiento y evaluación de datos estadísticos. Prueba robusta.
5	10-14 Setiembre	5	4 y 13	Cálculos estequiométricos y expresión de la concentración Normalidad Disoluciones acuosas y equilibrio químico
6	17-21 Setiembre	6	9,10	Conceptos generales de equilibrio químico
7	24-28 Setiembre	6 y 7	9,10	Efecto de los electrolitos en los equilibrios químicos Resolución de problemas de equilibrio en sistemas complejos. Equilibrio ácido base
8	01-05 Octubre	7	14,	Equilibrio ácido base
9	08-12 Octubre	8	15, 16	Valoraciones ácido base
10	15-19 Octubre	8	15, 16	Valoraciones ácido base para especies polipróticas

11	22-26 Octubre	9	17	Reacciones y valoraciones de formación de complejos
12	29 Octubre- 02 noviembre	10 y 11	12	Análisis gravimétrico y equilibrio de precipitación
13	05 Octubre – 09 Noviembre	10 y 11	11, 12	Análisis gravimétrico y equilibrio de precipitación y Valoraciones
14	12-16 Noviembre	12	18,	Introducción a la electroquímica
15	19-24 Noviembre	13	19, 20, 21	Potenciometría
16	27 Noviembre-1 diciembre	14	19, 20, 21	Valoraciones potenciométricas y REDOX
17	4 - 8 dic	Repaso		

<sup>1</sup> Libro de texto Química Analítica Gary Christian, 6 edición.

<sup>2</sup> Libro de texto Fundamentos de Química Analítica de Skoog y West, novena edición.

Este cronograma es una guía. Las horas de desarrollo de cada tema son una buena aproximación.