



**QUÍMICA ANALÍTICA CUANTITATIVA**  
**QU-0200**

**I. GENERALIDADES**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>DEDICACIÓN DE TIEMPO</b>  | 4 horas semanales de clases magistrales y 5 horas semanales de estudio extraclase  |
| <b>CRÉDITOS</b>              | 3 créditos   |
| <b>N° DE GRUPO Y HORARIO</b> | <u>Sede Rodrigo Facio:</u><br>Grupo 01 y 05 L y J: 09-10:50<br>Grupo 02 y 06 L y J: 17-18:50<br>Grupo 03 y 07 K y V: 09-10:50<br>Grupo 04 y 08 K y V: 13-14:30<br><u>Sede del Caribe:</u><br>Grupo 01 L: 8 - 11:50<br><u>Recinto de Tacaes:</u><br>Grupo 01 L y M: 10-11:50<br><u>Recinto de Liberia:</u><br>Grupo 01 K y V: 10-11:50  |
| <b>LÍNEA CURRICULAR</b>      | Curso de servicio para diferentes carreras   |
| <b>REQUISITOS</b>            | QU-0102 y QU-0103 o QU-0114 y QU-0115  |
| <b>CORREQUISITO</b>          | QU-0201 Laboratorio de Química Analítica Cuantitativa.   |
| <b>PERÍODO</b>               | I Ciclo 2018   |
| <b>PROFESOR (A)</b>          | <u>Sede Rodrigo Facio:</u><br>Grupos: 01 y 05: Dr. Max Chavarría.<br>Grupos: 02 y 06: Dr. Arnold Molina.<br>Grupos 03 y 07: M.Sc. Julio Otárola. (COORDINADOR)<br>Grupos 04 y 08: Lic. María Ester Chacón.<br><u>Sede del Caribe:</u><br>Grupo 01: B.Q. Pedro Calderón.<br><u>Recinto de Tacaes:</u><br>Grupo 01: Lic. Hans Zamora.<br><u>Recinto de Liberia:</u><br>Grupo 01: Lic. Francisco Casierra |

**II. OBJETIVO(S) DEL CURSO**

El objetivo general de este curso es:

Estudiar los principios de los métodos gravimétricos, volumétricos y de absorción visible, así como los cálculos involucrados, el error y precisión de estos para que el estudiante tenga el conocimiento necesario al momento de llevar a cabo un análisis químico.

Dentro de los objetivos específicos:

- Conocer el tratamiento estadístico básico del cálculo de incertidumbre mediante el desarrollo de problemas para que se analicen los resultados experimentales correctamente.
- Aprender el cálculo del pH de diferentes disoluciones ácido-base, así como sus constantes de equilibrio para poder llevar a cabo diferentes medidas analíticas.
- Reconocer los diferentes tipos de análisis clásicos e instrumentales usados en la determinación de un analito para su correcta aplicación.
- Determinar la solubilidad de diferentes compuestos a partir de la  $K_{ps}$  para definir el orden de precipitación.
- Estandarizar diferentes tipos de disoluciones acuosas para su aplicación en las valoraciones volumétricas.
- Identificar los procesos electroquímicos para su correcta interpretación en el estudio de valoraciones potenciométricos.
- Conocer los métodos espectroscópicos para la cuantificación de analitos.

### III. DESCRIPCION DEL CURSO

El curso está dirigido a disciplinas como Ingeniería Química, Microbiología, Agronomía, Biología y usuarias de la Química, que necesitan conocer los aspectos fundamentales de la Química Analítica.

El principal enfoque del curso es dar a conocer al estudiante los aspectos básicos de un análisis químico: fundamento teórico, cálculo de resultados, incertidumbre y parámetros estadísticos básicos, entre otros.

El fin de este curso es que el estudiante adquiera las herramientas básicas para llevar a cabo un análisis cuantitativo.

### IV. CONTENIDOS

#### **DESGLOSE DE LA MATERIA POR TEMAS.**

**D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler y S.R. Crouch. “Fundamentos de Química Analítica”. 9a. Ed., Editorial Cengage Learning, México, 2014.**

| Capítulo | Secciones | Tema                                      | Problemas recomendados |
|----------|-----------|---|------------------------|
| 1        | Completo  | Naturaleza Química Analítica              | No hay                 |
| 2        | Completo  | Sustancias químicas y aparatos            | No hay                 |
| 4        | Completo  | Cálculos en Química Analítica             | 1-4 y 7- 40            |
| 5        | Completo  | Errores en el análisis químico            | 1, 3 – 8, 10 – 12      |
| 6        | Completo  | Errores aleatorios                        | 3 y 7 – 12             |
| 7        | D1        | Prueba Q                                  | 30-32                  |
| 9        | Completo  | Disoluciones acuosas y equilibrio químico | 3-31                   |

|    |                                     |   |   |
|----|-------------------------------------|---|---|
| 12 | Completo                            | Métodos gravimétricos                       | 1, 4 y 9-33   |
| 13 | Excluir 13D                         | Valoraciones                                | 1, 3-23, 24a, 25, 27, 29 y 30                               |
| 14 | Excluir 14E                         | Principios valoración Ácido base            | 1, 3, 4, 10-18, 21 – 24, 27, 29, 30, 32 a y b, 33-38, y 41  |
| 15 | Excluir 15H                         | Sistemas acido- base complejos              | 1, 4, 5, 10-14, 15 b, c y d, 17- 32                         |
| 16 | Excluir B3 y B4                     | Aplicaciones de las valoraciones Ácido base | 1, 6, 8, 9, 12-16, 19-26, 29 – 35, 37, 42- 48               |
| 18 | Completo                            | Introducción a la electroquímica            | 1 – 12, 13 a, b y c, 14 a y b, 16-23                        |
| 19 | Completo (Excluir artículo 19.3)    | Aplicaciones de Potenciales de electrodo    | 1 – 14  |
| 20 | A-C3                                | Aplicaciones valoraciones redox             | 1, 3 – 12, 14, 16 – 27                                      |
| 21 | A-D3; F1*, F4-G1                    | Potenciometría                              | 1, 2, 4 - 6, 9, 13, 15-17, 19 – 22                          |
| 24 | A-C3                                | Introducción a los métodos espectroquímicos | 1 – 24; 27, 28 sin calcular desviaciones estándar           |
| 25 | A-A6; B1, B2                        | Instrumentos de espectrometría              | No hay  |
| 26 | A-A3 (Excluir a partir de pág. 735) | Espectrometría de absorción molecular       | 1, 3 – 8, 15 – 18, 26 a , 27, 28, 31 a, b y d, 32 a, b y d. |

\*Ecuaciones que rigen la potenciometría directa

**NOTA IMPORTANTE:** Además de los problemas incluidos en el cuadro de arriba, en cada capítulo hay preguntas y otros problemas que podrían ser resueltos por el estudiante si así lo desea. En caso de duda, se recomienda consultar con su profesor.

### **DESGLOSE DE LA MATERIA POR TEMAS.**

**D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler y S.R. Crouch. “Fundamentos de Química Analítica”. 8a. Ed., Editorial Thomson, México, 2005.**

| Capítulo | Secciones | Tema                            | Problemas recomendados |
|----------|-----------|---------------------------------|------------------------|
| 1        | Completo  | Naturaleza Química Analítica    | No hay                 |
| 2        | Completo  | Sustancias químicas y aparatos  | No hay                 |
| 4        | Completo  | Cálculos en Química Analítica   | 1-38                   |
| 5        | Completo  | Errores en el análisis químico  | 1, 3-8 y 10-12         |
| 6        | Completo  | Errores aleatorios              | 3 y 7-12               |
| 7        | D1        | Prueba Q                        | 31-33                  |
| 9        | Completo  | Disoluc. acuosas y eq. químicos | 4-30                   |

|           |   |   |  |
|-----------|---|---|--|
| <b>12</b> | Completo  | Métodos gravimétricos                       | 1, 4 y 9-33  |
| <b>13</b> | A-C3, E – E2  | Valoraciones                                | 2, 3, 5, 8-15, 21a, 22a y 25   |
| <b>14</b> | Excluir 14E   | Principios valorac. Ácido base              | 1, 3, 5, 10-14; 18,21-24, 27, 29 b,c y d, 30, 32 a y b, 33-38, 41 b y c, 42 a              |
| <b>15</b> | Excluir 15H   | Sistemas acido- base complejos              | 1, 2, 7 b y f, 8, 9 b, e y f, 10 a, b, c y d, 11 a, c, d y e, 12 b, c y d, 13 b y d, 14-28 |
| <b>16</b> | Excluir B3 y B4   | Aplicaciones de las valoraciones Ácido base | 2, 7, 8, 9, 12, 13, 14 b y c, 15 b y c, 16, 19-26, 29, 30 – 35, 37, 42- 48                 |
| <b>18</b> | Completo  | Introducción a la electroquímica            | 1 – 6, 7 – 12, 13 a, b y c, 14 a y b, 16-23  |
| <b>19</b> | Excluir recuadro 19.3   | Aplicac. Potenciales de electr.             | 1- 15  |
| <b>20</b> | Completo  | Aplicaciones valoraciones redox             | 1,3, 7, 8, 12 – 16, 18, 20, 22 – 26, 28 – 39, 41; 42 – 49, 51                              |
| <b>21</b> | A-D3; F1*, F4 – G1  | Potenciometría                              | 1, 2, 5, 6, 9, 13, 19, 15-17, 19 – 22, 24  |
| <b>24</b> | A-C3  | Introd. mét. espectroquímicos               | 1 – 24; 27, 28 sin calcular desviaciones estándar.   |
| <b>25</b> | A hasta la página 764, excluir rejillas cóncavas, A4, excluir a partir de celdas fotoconductoras A5, A6, B1 | Instrumentos de espectrometría              | No hay   |
| <b>26</b> | A, A1, A2, A3 excluir a partir de efecto de la incertidumbre instrumental                                   | Espectrometría de absorción molecular       | 3 – 8, 15 – 18, 26 a, 27, 31 a, b y d, 32 a, b y d.  |

\*Ecuaciones que rigen la potenciometría directa

**NOTA IMPORTANTE:** Además de los problemas incluidos en el cuadro de arriba, en cada capítulo hay preguntas y otros problemas que podrían ser resueltos por el estudiante si así lo desea. En caso de duda, se recomienda consultar con su profesor.

## **DESGLOSE DE LA MATERIA POR TEMAS.**

Guía CG 4 Eurachem/CITAC Guide: “Cuantificación de la Incertidumbre en Medidas Analíticas”; 3era ed.; S L R Ellison (LGC, UK), A Williams (UK) eds: Reino Unido, 2012

| Capítulo   | Temas  | Secciones           |
|------------|--|---------------------|
| 2          | Incertidumbre  | 2.1 a la 2.5        |
| 3          | Medida analítica e incertidumbre                       | 3.1.3 y 3.3         |
| 4          | El proceso de estimación de la Incertidumbre de medida | 4.1 y figura 1.     |
| 8          | Cálculo de la Incertidumbre Combinada                  | 8.1 a la 8.3        |
| 9          | Informe de la Incertidumbre                            | 9.1, 9.3 y 9.4      |
| Apéndice A | Ejemplos   | Ejemplo A1, A2 y A3 |
| Apéndice B | Definiciones   | Completo            |
| Apéndice C | Incertidumbres en procesos analíticos                  | Completo            |
| Apéndice D | Analizando fuentes de Incertidumbre                    | Completo            |

### V. EVALUACIÓN

- El sistema de evaluación consta de tres exámenes parciales, todos con igual valor.

| Parcial                | Fecha                                   | Porcentaje |
|------------------------|---|------------|
| I                      | Sábado 14 de abril 2018 a las 8 am.     | 33.33%     |
| II                     | Sábado 2 de junio 2018 a la 8 am        | 33.33%     |
| III                    | Sábado 7 de julio 2018 a la 8 am.       | 33.33%     |
| Reposición I, II y III | Miércoles 11 de julio 2018 a la 8:30 am | -          |
| Examen Ampliación      | Jueves 19 de julio 2018 a las 8:30 am   | -          |

- Los estudiantes cuyo promedio de exámenes parciales sea inferior a 7,0 pero igual o superior a 6,0, tendrán derecho al Examen de Ampliación.
- Si por una razón, debidamente justificada ante la Cátedra, el estudiante se ausenta a un examen parcial, deberá reponerlo en la fecha y hora que se indica en el cuadro anterior, previa aceptación de la justificación presentada. El estudiante que solicite la reposición de un parcial deberá consultar a la Cátedra la aceptación o no de la justificación 8 días hábiles después de entregada esta.
- Si por alguna razón el estudiante no entrega la justificación en el plazo indicado (5 días hábiles después del parcial) o no se le acepta la justificación, se le asignará en la nota de ese parcial un 0 (cero).
- **ESTUDIANTES QUE POR MOTIVOS RELIGIOSOS NO PUEDEN REALIZAR EXÁMENES LOS SÁBADOS:** Las fechas de reposición serán las siguientes:  
Reposición primer parcial: viernes 13 de abril del 2018 a las 2:00 PM  
Reposición segundo parcial: viernes 1 de junio del 2018 a las 2:00 PM  
Reposición tercer parcial: viernes 6 de julio del 2018 a las 2:00 PM

## **DEBEN PRESENTAR CARTA DE SU GUÍA RELIGIOSO EN EL MES DE MARZO.**

- El estudiante deberá presentar una identificación con foto antes de realizar **cualquier examen.**
- Para reclamos en la calificación de exámenes, el estudiante deberá hacerlos por escrito ante su profesor(a), dentro de los siguientes 5 días hábiles después de la **entrega oficial** de resultados (Art. 22 del reglamento de régimen académico estudiantil). Previamente, se exhibirá la “resolución del examen” en donde se indicará la forma correcta de resolverlo y la distribución del puntaje.
- **No se atenderán reclamos en exámenes realizados con lápiz o cuando haya sobreescritura, SIN EXCEPCIÓN. Está terminantemente prohibido el uso de corrector o de lapiceros con tinta que se puede borrar. En caso de no respetar esta norma NO SE ACEPTAN RECLAMOS.**
- Los exámenes se entregarán únicamente a su dueño, o a un representante que porte una autorización por escrito y copia de cédula del interesado.
- **Para justificar la ausencia a un examen por “choque” con otro examen, el estudiante debe depositar en el casillero #71 (Prof. Julio Otárola) la correspondiente boleta firmada por el profesor del otro curso y con el sello de la otra Escuela. En caso de ausencia por enfermedad, deberá depositar el correspondiente certificado médico (NO SE ACEPTAN FOTOCOPIAS). Cuando la ausencia sea por otro motivo, el estudiante deberá entregar PERSONALMENTE a su profesor o al coordinador una nota breve en donde explique el motivo de su ausencia y adjuntar algún documento pertinente. Toda justificación debe presentarse en forma IMPRESA (NO se acepta mensajes ni documentos por correo electrónico)**
- Al estudiante que sea sorprendido “copiando” o procurarse de un medio ilícito (Art. 5 Reglamento de Orden y Disciplina Estudiantil) durante un examen, se le aplicarán las sanciones establecidas en el Capítulo III del Reglamento de Orden y Disciplina Estudiantil.

## **VI. METODOLOGÍA Y OBSERVACIONES**

- A) Se realizarán 4 horas de clases magistrales por semana, en donde se trabajará en la resolución de problemas de Química Analítica y la teoría relacionada con los mismos. En las clases se pueden emplear recursos audiovisuales, según criterio del profesor. Además, se contará con el apoyo de un **aula virtual** para ampliar la información relacionada con las actividades del curso. Para esto se debe ingresar a la página de **Mediación Virtual** y seguir las instrucciones que se indicarán el primer día de clase.

- B) Es responsabilidad del estudiante repasar todos los contenidos indicados en el siguiente apartado:
1. Conocer el nombre y escribir la fórmula de las sustancias químicas más comunes.
  2. Plantear y balancear diferentes tipos de ecuaciones químicas.
  3. Interpretar y utilizar adecuadamente las constante de equilibrio.
  4. Distinguir entre ácidos y bases fuertes y débiles.
  5. Saber realizar operaciones con logaritmos y antilogaritmos.
  6. Resolver problemas prácticos de las relaciones estequiométricas en sistemas de neutralización, redox y precipitación.
- C) El tiempo indicado para desarrollar cada tema en el cronograma de la página **9** es solamente una aproximación.
- D) La materia a evaluar en cada examen parcial será comunicada a los estudiantes con antelación y no necesariamente tiene relación con la distribución de materia según el cronograma.
- E) Los estudiantes contarán con un horario de atención por parte de cada profesor(a), el cual se comunicará en la primera semana de lecciones.
- F) El estudiante es responsable de realizar la lectura de las secciones que asigne el profesor en el libro de texto y de consultar sus dudas al respecto en las horas de atención a estudiantes establecidas por el profesor.
- G) El estudiante es responsable de resolver los problemas recomendados del libro de texto, indicados en la sección de IV-contenido (páginas **2, 3, 4 y 5** de este documento). Cualquier consulta con respecto a la resolución de los problemas deberá ser evacuada en las horas de atención de su profesor (a).
- H) El estudiante es responsable de estudiar los problemas resueltos y los ejercicios que cada profesor(a) pondrá a disposición de sus alumnos en forma virtual o física. Cualquier consulta con respecto a la resolución de los ejercicios deberá ser evacuada en las horas de atención de su profesor(a).
- I) En algunos de los temas del curso, se darán ejemplos complementarios durante el desarrollo de las clases, por lo cual se hace énfasis en la necesidad de que el estudiante asista a clases. Además, se podrán hacer modificaciones o correcciones de algunos conceptos, fórmulas y/o ejercicios incluidos en el libro de texto.

## VII. BIBLIOGRAFIA

### TEXTOS:

D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler y S.R. Crouch. “Fundamentos de Química Analítica”. 9a. Ed., Editorial Cengage Learning, México, 2014.

D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler y S.R. Crouch. “Fundamentos de Química Analítica”. 8a. Ed., Editorial Thomson, México, 2005.

### **REFERENCIAS:**

1. Material didáctico preparado por la Sección de Química Analítica de la UCR.
2. Manual de Laboratorio de Química Analítica Cuantitativa. Sección de Química Analítica, UCR.
3. Chacón, J. Prácticas recomendadas para determinar y reportar la incertidumbre de las mediciones en Química Analítica. Editorial UCR, Costa Rica, 2004.
4. Guía CG 4 **Eurachem**/CITAC Guide: “Cuantificación de la Incertidumbre en Medidas Analíticas”; 3era ed.; S L R Ellison (LGC, UK), A Williams (UK) eds: Reino Unido, 2012.

### **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.

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Primera prioridad es salvaguardar la integridad de las personas.</b></li><li>2. <b>Segunda prioridad es rescatar los bienes de la Universidad.</b></li></ol> |
|--|

### **SE DEBEN SEGUIR LOS SIGUIENTES PASOS:**

- De tener un teléfono a la mano, informar a la Secretaría de la Escuela de Química (2511-8520) de la situación o problema. En caso de no obtener respuesta llamar directamente al 2511-4911.
- 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 N° 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 N° 2, ubicado en las zonas verdes (segundo farol), contiguo al pasillo que comunica la Escuela de Química con la Escuela de Estudios Generales.
- 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                  | TÍTULO   | EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES                                     |
|--------|-----------------|---------------------------|--|--|
| 1      | 12-16 marzo     | 1<br>2<br>5<br>Eurachem   | Naturaleza de la Química Analítica<br>Las sustancias químicas y los aparatos.<br>Errores en el análisis químico. |  |
| 2      | 19-23 marzo     | Eurachem<br>6,7<br>Ref. 2 | Errores Aleatorios. La prueba Q.<br>Prueba robusta ( <b>Folleto de Laboratorio</b> ).                            |  |
|        | 26-30 marzo     | -                         | <b>SEMANA SANTA</b>  |  |
| 3      | 2-6 abril       | 4                         | Cálculos en Química Analítica  |  |
| 4      | 9-13 abril      | Apénd. 7                  | Normalidad. ( <b>Todo cap. 4 y ap.7 es materia acumulativa</b> )<br><b>REPASO PARCIAL 1</b>                      | <b>Miércoles 11 de abril Feriado I Parcial S 14 abril 8 am</b> |
| 5      | 16-20 abril     | 12                        | Métodos de análisis gravimétrico (Inicia)  |  |
| 6      | 23-27 abril     | 12<br><br>13              | <b>SEMANA UNIVERSITARIA</b><br>Métodos de análisis gravimétricos (continuación)<br>Valoraciones                  |  |
| 7      | 30 abril-4 mayo | 9                         | Disoluciones acuosas y equilibrio químico (Inicio)   | <b>Martes 1 de mayo Feriado</b>                                |
| 8      | 7-11 mayo       | 9                         | Disoluciones acuosas y equilibrio químico (Continuación)   |  |
| 9      | 14-18 mayo      | 14                        | Principios de valoraciones de neutralización   |  |
| 10     | 21-25 mayo      | 15<br>16                  | Sistemas ácido- base complejos.<br>Aplicaciones de valoraciones de neutralización.                               |  |
| 11     | 28 mayo-1 junio | 18                        | Introducción a la electroquímica.(inicia)<br><b>REPASO PARCIAL 2</b>   | <b>II Parcial S 2 junio 8 am</b>                               |
| 12     | 4-8 junio       | 18<br>19                  | Introducción a la electroquímica.<br>Aplicaciones de potenciales de electrodo.                                   |  |
| 13     | 11-15 junio     | 20<br>21                  | Aplicaciones de valoraciones redox.<br>Potenciometría  |  |
| 14     | 18-22 junio     | 24                        | Introducción a los métodos espectroquímicos  |  |
| 15     | 25-29 junio     | 25<br>26                  | Instrumentos de espectrometría óptica.<br>Espectrometría de absorción molecular                                  |  |
| 16     | 2-6 julio       |                           | <b>REPASO PARCIAL 3</b>  | <b>III Parcial S 7 julio 8 am.</b>                             |