



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**Datos de identificación**

Unidad académica: Facultad de Ciencias Marinas e Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa: Doctorado en Ciencias en Oceanografía Costera

Plan de estudios: 2021-1

Nombre de la unidad de aprendizaje: Temas Selectos de Química Analítica

Clave de la unidad de aprendizaje:

Tipo de unidad de aprendizaje: Optativa

Horas clase (HC):

3

Horas prácticas de campo (HPC):

0

Horas taller (HT):

0

Horas clínicas (HCL):

0

Horas laboratorio (HL):

2

Horas extra clase (HE):

3

Créditos (CR): 8

Requisitos:

**Perfil de egreso del programa**

El egresado del Programa de Doctorado en Ciencias en Oceanografía Costera, tendrá una formación que le permita desarrollar una línea de investigación en las ciencias del mar de manera original e independiente con alta capacidad técnica y metodológica. Su formación le permitirá contribuir al avance del conocimiento científico y la solución de problemas emergentes del medio ambiente marino. El egresado del Programa de Doctorado en Ciencias en Oceanografía Costera será capaz de:

Evaluar el comportamiento integral de las condiciones oceanográficas y climatológicas, mediante la aplicación profesional del método científico incluyendo el trabajo interdisciplinario y multidisciplinario, así como su análisis crítico, para la implementación de estrategias innovadoras que resuelvan problemáticas emergentes regionales y globales para el aprovechamiento y protección del medio ambiente marino, con honestidad, responsabilidad social y respeto al medio ambiente.

Evaluar los efectos de las variaciones físicas y climatológicas en las variables químico-biológicas que ocurren en el océano, mediante la generación y aplicación de metodologías y técnicas multidisciplinarias de análisis biogeoquímicos, para la implementación de acciones innovadoras e integrales de mitigación que permitan la protección y uso sostenible de los recursos naturales marinos, con una actitud propositiva e innovadora y de responsabilidad social y respeto al medio ambiente.

Evaluar los componentes biológicos de un ecosistema, su relación y adaptación a las variables fisicoquímicas del ambiente y sus variaciones antrópicas, mediante la participación en equipos interdisciplinarios y multidisciplinarios, así como la generación de herramientas biotecnológicas innovadoras, para contribuir a la implementación de medidas de conservación y manejo de los recursos marinos fundamentadas en el valor de los bienes y servicios ambientales que brindan a los ecosistemas, con una actitud propositiva e innovadora y de responsabilidad social y respeto al medio ambiente.

<b>Definiciones generales de la unidad de aprendizaje</b>	
<b>Propósito general de esta unidad de aprendizaje:</b>	La unidad de aprendizaje de Química Analítica es optativa. Se imparte a partir de segundo semestre y tiene el propósito de coadyuvar a evaluar los efectos de las variaciones físicas y climatológicas en las variables químico-biológicas que ocurren en el océano, mediante la generación y aplicación de metodologías y técnicas multidisciplinarias de análisis biogeoquímicos, para la implementación de acciones innovadoras e integrales de mitigación que permitan la protección y uso sostenible de los recursos naturales marinos.
<b>Competencia de la unidad de aprendizaje:</b>	Evaluar variables químicas orgánicas e inorgánicas en el ambiente a través de protocolos estándar de operación y de aseguramiento de la calidad de las mediciones ambientales, para entender su aplicación y poder estimar las posibles influencias de estas sustancias en el medio, con una actitud propositiva y de respeto al ambiente.
<b>Evidencia de aprendizaje (desempeño o producto a evaluar) de la unidad de aprendizaje:</b>	Portafolio de evidencias: 1) Cuatro reportes técnicos con formato científico (portada, introducción, metodología, resultados, discusión, conclusión y referencias). 2) Versión en archivo PDF de la presentación oral de cada reporte.

<b>Temario</b>	
<b>I. Nombre de la unidad:</b> Métodos que dependen de la interacción entre la energía y la materia.	<b>Horas: 12</b>
<b>Competencia de la unidad:</b> Distinguir los diferentes métodos relacionados con la interacción de la luz y la materia, a través de la revisión del marco teórico y el uso de distintas herramientas analíticas (UV-Vis, AA, MPAES y el analizador específico de Hg), para entender su aplicación y poder estimar las posibles influencias de sustancias químicas en el medio, con una actitud propositiva y de respeto al ambiente.	
<b>Tema y subtemas:</b>	
1.1. Naturaleza de la luz 1.2. Espectro electromagnético 1.3. Almacenaje de energía en átomos y moléculas 1.4. Mecánica clásica y cuántica 1.5. Absorbancia, Transmitancia 1.6. Espectroscopía UV-Visible (Uv-Vis) y el analizador elemental de mercurio (Hg) 1.7. Espectroscopía de Absorción Atómica (AA), Plasma de microondas y emisión atómica (MPAES) y Plasma de ionización acoplado (ICP) 1.8. Infrarrojo 1.9. Resonancia Magnética Nuclear	
<b>Prácticas (laboratorio):</b>	<b>Horas: 12</b>
1. Dos prácticas de laboratorio. El estudiante propondrá un caso de estudio para cada práctica, acorde con el uso de las herramientas analíticas disponibles (estándares y equipos analíticos), con el fin de reforzar los fundamentos de los métodos de análisis vistas en cada unidad. El estudiante contará con 6 sesiones de laboratorio para finalizar su parte experimental, la interpretación, el reporte escrito y presentación de trabajo.	

**Universidad Autónoma de Baja California**  
 Coordinación General de Investigación y Posgrado

<b>II. Nombre de la unidad:</b> Métodos que dependen de la partición entre fases	<b>Horas: 16</b>
<p><b>Competencia de la unidad:</b> Separar y cuantificar sustancias orgánicas contaminantes en los diversos componentes de los ecosistema, mediante el uso de técnicas cromatográficas y el uso de distintas herramientas analíticas, para distinguir las diferentes capacidades de las técnicas cromatográficas, instrumentos y detectores, para entender su aplicación y poder estimar las posibles influencias de sustancias químicas en el medio, con responsabilidad, actitud analítica y con respeto al ambiente.</p>	
<p><b>Tema y subtemas:</b></p> <p>2.1. La constante de partición</p> <p>2.2. Los platos teóricos y la ecuación de Van Deemter</p> <p>2.3. Procesos de ensanchado de picos cromatográficos</p> <p>2.4. Cromatografía de gases (GC)</p> <p>    2.4.1. Inyectores</p> <p>    2.4.2. Columnas</p> <p>    2.4.3. Detectores</p> <p>2.5. Cromatografía líquida (HPLC) y de alta presión (UPLC)</p> <p>    2.5.1. Sistemas isocráticos, binarios, ternarios cuaternarios</p> <p>    2.5.2. Bombas</p> <p>    2.5.3. Columnas</p> <p>    2.5.4. Detectores</p> <p>2.6. Cromatografía bidimensional</p>	
<p><b>Prácticas (laboratorio):</b></p> <p>1. Una práctica de laboratorio. El estudiante propondrá un caso de estudio acorde con el uso de las herramientas analíticas disponibles (estándares y equipos analíticos), con el fin de reforzar los fundamentos de los métodos de análisis vistas en cada unidad. El estudiante contará con 5 sesiones de laboratorio para finalizar su parte experimental, la interpretación, el reporte escrito y presentación de trabajo.</p>	<b>Horas:10</b>

<b>III. Nombre de la unidad:</b> Espectrometría de masas	<b>Horas:12</b>
<p><b>Competencia de la unidad:</b> Utilizar la técnica apropiada(alta o baja resolución, cuadrupolo o trampa iónica, tiempo de vuelo, masas/masas o sector magnético) a un caso de estudio, basado en los principios y fundamentos de la Espectrometría de Masas como herramienta analítica y el uso de distintas herramientas analíticas (cuadrupolo sencillo y triple cuadrupolo), con el fin de distinguir las capacidades de los diferentes instrumentos, entender su aplicación y poder estimar las posibles influencias de sustancias químicas en el medio, con responsabilidad, una actitud propositiva y con respeto al ambiente.</p>	
<p><b>Tema y subtemas:</b></p> <p>3.1. Elementos e isótopos</p> <p>3.2. Evidencias</p>	

- 3.3. Primeros equipos
- 3.4. El camino medio libre de las moléculas y de los iones
- 3.5. Papel del vacío
- 3.6. La fuente
  - 3.6.1. Cuadrupolo
  - 3.6.2. Trampa iónica
  - 3.6.3. QQQ
  - 3.6.4. TOF
  - 3.6.5. Sector Magnético y doble sector
- 3.7. Los "lentes"
  - 3.7.1. La óptica y los diseños
  - 3.7.2. Separadores de iones.
- 3.8. ¿Qué son los neutros?
- 3.9. Escalas relativas
- 3.10. Interpretación de espectros de masas.
  - 3.10.1. Masas nominales
  - 3.10.2. Masas exactas

**Prácticas (laboratorio):**

1. Una práctica de laboratorio. El estudiante propondrá un caso de estudio acorde con el uso de las herramientas analíticas disponibles (estándares y equipos analíticos), con el fin de reforzar los fundamentos de los métodos de análisis vistos en cada unidad. El estudiante contará con 5 sesiones de laboratorio para finalizar su parte experimental, la interpretación, el reporte escrito y presentación de trabajo.

**Horas:10**

**IV. Nombre de la unidad:** Técnicas que dependen de la transferencia de electrones

**Horas: 8**

**Competencia de la unidad:** Distinguir los procesos fundamentales que ocurren en solución acuosa que involucran el intercambio o transferencia de electrones entre sustancias, que condiciona el uso de técnicas electroquímicas (voltimetría y la voltimetría anódica con pulso diferencial), a través de la revisión del marco teórico e identificar las distintas herramientas analíticas, para reconocer las capacidades de los diferentes instrumentos, entender su aplicación en el medio, con actitud analítica y responsabilidad.

**Tema y subtemas:**

- 4.1. Iones en solución
- 4.2. Soluciones ideales
- 4.3. Soluciones electrolíticas
- 4.4. Debye-Huckel

- 4.5. Celdas electrolíticas
- 4.6. La doble Capa
- 4.7. Trabajo electroquímico
- 4.8. Ecuación de Nernst
- 4.9. Procesos Faradaicos y no Faradaicos
- 4.10. Polarografía
  - 4.10.1. La gota de mercurio (DME)
  - 4.10.2. Capa de mercurio (TFME)
- 4.11. Voltametría
  - 4.11.1. Anódica
  - 4.11.2. Catódica
  - 4.11.3. Adsorptiva
- 4.12. Potenciometría
  - 4.12.1. Electrodo de referencia
  - 4.12.2. Electrodo indicadores

**Prácticas:**

**Horas:**

**Estrategias de aprendizaje utilizadas:**

Participación con preguntas de los estudiantes, presentaciones de lectura de artículos clásicos y actuales, así como la resolución de problemas de tareas.

Los exámenes, tres en total, representan una ayuda al aprendizaje al requerir revisión de fundamentos en cada parte del contenido de la Unidad de Aprendizaje.

Las estrategias en la parte experimental que se utilizan son de carácter práctico, uso directo de los equipos y de las diferentes técnicas analíticas dentro de los temas que contiene esta unidad de aprendizaje. Así también se fomenta la capacidad de generación de ideas, mediante el planteamiento de preguntas que terminan en el diseño de un experimento que les permitirá tener una respuesta a su planteamiento.

**Criterios de evaluación:**

3 Exámenes: 37.5%

Tareas: 2.5%

Presentaciones: 10 %

4 Reportes técnicos: 50%

Total 100%

La parte teórica tiene un valor total de 50% de la calificación final y el 50% restante, corresponde a la evaluación de los trabajos de la parte práctica experimental. La evaluación de la parte teórica consistirá de tres (3) exámenes parciales que equivale a 75% de la calificación teórica, presentaciones orales (trabajos clásicos) con un 20 % y 5 % a las tareas. La parte experimental, se evaluará mediante el trabajo realizado en

**Universidad Autónoma de Baja California**  
Coordinación General de Investigación y Posgrado

el laboratorio. Para ello el estudiante realizará 4 prácticas, que tendrá que formular y diseñar en conjunto con el profesor responsable para responder a alguna pregunta particular. La calificación es el promedio de los reportes técnicos y su presentación en Power Point (o similares).

**Criterios de acreditación:**

- El estudiante debe cumplir con lo estipulado en el Estatuto Escolar vigente u otra normatividad aplicable.
- Calificación en escala de 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70.

**Bibliografía:**

- Cook, C.S., Erkkila, B., Chakraborty, S., Tipple, B.J., Thure, E. Cerling, T.E. & Ehleringer, J.R. (2017). *Stable Isotope Biogeochemistry and Ecology: Laboratory Manual*. USA: Independently Published.
- Gross, J. H. (2011). *Mass Spectrometry: A Textbook*. Berlin: Springer. [clásico]
- Harvey, D. V. (2000). *Modern analytical chemistry*. USA: McGraw-Hill. [clásico]
- De Hoffmann, E. V. (2009). *Mass spectrometry principles and applications*. USA: John Wiley & Sons Ltd. [clásico]
- Hoffmann, E. & Stroobant, V. (2007). *Mass spectrometry. Principles and applications* (3a. ed.). USA: John Wiley & Sons Ltd. [clásico]
- Marshall, A.G., Hendrickson, C. L. & Jackson, G. S. (1998). *Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry: A primer*. *Mass Spectrometry Reviews*, 17(1), 1–35. [clásico]
- Meier-Augenstein, W. (2017). *Stable Isotope Forensics: Methods and Forensic Applications of Stable Isotope Analysis* (2a. ed.). USA: John Wiley & Sons Ltd.
- Muenster, H. & Taylor, L. (2009). *Resolution and Resolving Power*. USA: Thermo Scientific. [clásico]
- Skoog, D. A. (2018). *Principles of instrumental analysis*. USA: Cengage Learning.
- Whiteside, J. H., Olsen, P. E., Eglinton, T., Brookfield, M. E. & Sambrotto, R. N. (2010). *Compound-specific carbon isotopes from Earth's largest flood basalt eruptions directly linked to the end-Triassic mass extinction*. *PNAS*, 107 (15) 6721-6725. [clásico]
- Se utiliza extensivamente referencias que aparecen en revistas electrónicas que actualmente se pueden consultar en la red de la UABC.

**Fecha de elaboración / actualización:** Agosto, 2020.

**Perfil del profesor:** Preferentemente debe tener Doctorado en un área tal como Química, Geoquímica o Doctorado en alguna área afín, con experiencia en el uso de sistemas o herramientas analíticas modernas.

Nombre(s) y firma(s) de quién(es) diseñó(aron) el Programa de Unidad de Aprendizaje:

Dr. José Vinicio Macías Zamora  
Investigador de Tiempo Completo  
IIO, CA de Química Ambiental, Contaminación y Toxicología

Dra. Nancy Ramírez Álvarez  
Investigador de Tiempo Completo  
IIO, CA de Química Ambiental, Contaminación y Toxicología

Nombre y firma de quién autorizó el Programa de Unidad de Aprendizaje:

Dra. Lus Mercedes López Acuña  
Directora de la Facultad de Ciencias Marinas  
Profesor de Tiempo Completo  
FCM, CA de Biotecnología Acuícola Animal

**Universidad Autónoma de Baja California**  
Coordinación General de Investigación y Posgrado

Dr. Alejandro Cabello Pasini  
Director del Instituto de Investigaciones Oceanológicas  
Investigador de Tiempo Completo  
IIO, CA de Botánica Marina

Nombre(s) y firma(s) de quién(es) evaluó/revisó(evaluaron/ revisaron) de manera colegiada el Programa de Unidad de Aprendizaje:

Dr. Luis Walter Daesslé Heuser  
Investigador de Tiempo Completo  
IIO, CA de Agua y Ambiente

Dra. Natalie Millán Aguiñaga  
Profesor de Tiempo Completo  
FCM, CA de Nanobiotecnología Marina