



**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: Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera

Plan de estudios: 2021-1

Nombre de la unidad de aprendizaje: Métodos Analíticos Aplicados en Oceanografía Química

Clave de la unidad de aprendizaje:

Tipo de unidad de aprendizaje: Optativa

Horas clase (HC):

2

Horas prácticas de campo (HPC):

0

Horas taller (HT):

0

Horas clínicas (HCL):

0

Horas laboratorio (HL):

3

Horas extra clase (HE):

2

Créditos (CR): 7

Requisitos:

**Perfil de egreso del programa**

El egresado del Programa de Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera, tendrá una formación que le permita desarrollar una alta capacidad técnica y metodológica para la práctica de la investigación en las ciencias del mar. Su formación le permitirá contribuir a la solución de problemas específicos, al desarrollo científico y a la protección del medio ambiente marino. El egresado del Programa de Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera será capaz de:

Analizar el comportamiento de las condiciones oceanográficas y climatológicas, mediante la aplicación profesional del método científico incluyendo el trabajo multidisciplinario y su análisis crítico, para el desarrollo y la difusión del conocimiento que contribuya a la implementación de estrategias adecuadas a las condiciones regionales y globales para el aprovechamiento y protección de la zona costera, con honestidad, responsabilidad social y respeto al medio ambiente.

Analizar los efectos de las variaciones físicas y climatológicas en las variables químico-biológicas que ocurren en la zona costera, mediante la comprensión de conceptos y la aplicación multidisciplinaria de metodologías y técnicas de análisis biogeoquímicos, para proponer acciones 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.

Analizar 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 multidisciplinarios y el uso de herramientas biotecnológicas, para contribuir al desarrollo de medidas de conservación y manejo de los recursos marinos fundamentadas en el valor de los servicios ambientales que brindan a los ecosistemas, con una actitud propositiva e innovadora y de responsabilidad social y respeto al medio ambiente.

**Definiciones generales de la unidad de aprendizaje**

**Propósito general de esta unidad de aprendizaje:**

Organizar de manera sistemática los principales métodos analíticos utilizados en Oceanografía Química, para facilitar su ejecución experimental que permita desarrollar su capacidad técnica y metodológica para la práctica en la investigación de las ciencias del mar. Esta unidad de aprendizaje es de

## Universidad Autónoma de Baja California

Coordinación General de Investigación y Posgrado

	naturaleza teórico-práctico y pretende desarrollar conocimientos analíticos sobre temas relacionados a la química marina, por lo que es una unidad de aprendizaje de carácter optativa que se vincula a los conocimientos de oceanografía química y sienta las bases para el desarrollo experimental de los trabajos de tesis en esta área, con funcionamiento y operatividad actual.
<b>Competencia de la unidad de aprendizaje:</b>	Evaluar los métodos analíticos que se emplean en la actualidad en el campo de la oceanografía química, a través de la revisión del marco teórico y el uso directo de equipo analítico en los laboratorios, para explicar los procesos naturales y antropogénicos que se puedan presentar en el ambiente marino, con actitud propositiva, honestidad y responsabilidad social.
<b>Evidencia de aprendizaje (desempeño o producto a evaluar) de la unidad de aprendizaje:</b>	Entrega de siete reportes de laboratorio en forma colaborativa, con formato científico, correspondientes a las prácticas a realizar durante la unidad de aprendizaje y dos reportes de laboratorio en forma individual, con formato científico, de dos casos de estudio.

<b>Temario</b>	
<b>I. Nombre de la unidad:</b> Conceptos teóricos básicos para el análisis químico cuantitativo	<b>Horas: 6</b>
<b>Competencia de la unidad:</b> Analizar los conceptos teóricos básicos que se utilizan en la química analítica cuantitativa, a través de referentes teóricos y prácticas de laboratorio para la preparación de soluciones, para determinar la concentración de compuestos químicos (oxígeno, clorofila, nutrientes inorgánicos y metales traza) en muestras de agua de mar, con actitud propositiva y de cuidado al ambiente.	
<b>Tema y subtemas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Diferencias entre análisis cualitativo y cuantitativo</li> <li>1.2. Concentraciones químicas                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.1. Porcentaje</li> <li>1.2.2. Molaridad</li> <li>1.2.3. Molalidad</li> </ul> </li> <li>1.3. Métodos de calibrado                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1.3.1. Curva de calibración</li> <li>1.3.2. Curva de adición de estándar</li> </ul> </li> <li>1.4. Diferencias entre precisión y exactitud</li> <li>1.5. Validación de datos</li> <li>1.6. Normatividad</li> </ul>	
<b>Prácticas (laboratorio):</b>	<b>Horas: 9</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Uso de materiales y seguridad en el laboratorio.</li> <li>2. Preparación de soluciones químicas.</li> </ul>	

<b>II. Nombre de la unidad:</b> Métodos analíticos para la determinación de parámetros químico-biológicos	<b>Horas: 10</b>
<b>Competencia de la unidad:</b> Estimar las concentraciones de los parámetros químico-biológicos en el agua de mar, mediante el uso de métodos analíticos manuales e instrumentación <i>in situ</i> , para la determinación de las variables de apoyo a la investigación de los ciclos biogeoquímicos de C, N y elementos traza en el ambiente marino, con actitud propositiva y de cuidado al ambiente.	

<b>Tema y subtemas:</b>	
<p><b>2.1.</b> Colecta y preservación de muestras para la cuantificación de oxígeno, pH, alcalinidad y clorofila en agua de mar</p> <p><b>2.2.</b> Manejo de sonda multiparamétrica en la cuantificación <i>in situ</i> de oxígeno, pH y clorofila</p> <p><b>2.3.</b> Métodos para la determinación de pH y alcalinidad total</p> <p><b>2.4.</b> Métodos para la determinación de oxígeno disuelto</p> <p><b>2.5.</b> Métodos para la determinación de clorofila</p>	
<b>Prácticas (laboratorio):</b>	<b>Horas: 15</b>
<p>1. Calibración y acondicionamiento de sensores para la determinación de oxígeno, pH y clorofila.</p> <p>2. Uso de sensores y toma de muestras para la determinación de oxígeno, pH y clorofilas en pozas de cultivo de macroalgas.</p> <p>3. Determinación de oxígeno disuelto en agua de mar por el método Winkler y clorofila por el método espectrofotométrico.</p> <p>4. Determinación del pH y alcalinidad total en agua de mar.</p> <p>5. Estimación de las variables del sistema de carbonatos: introducción al software CO2SYS.</p>	

<b>III. Nombre de la unidad:</b> Método de inyección de flujo continuo segmentado para cuantificación de nutrientes inorgánicos disueltos.	<b>Horas: 6</b>
--	-----------------

**Competencia de la unidad:** Evaluar el método de inyección de flujo continuo segmentado en muestras de agua de mar, a través del uso del equipo analítico, para la cuantificación de la concentración de nutrientes inorgánicos disueltos a niveles submicromolar, con actitud propositiva, honestidad y de cuidado al ambiente.

<b>Tema y subtemas:</b>	
<p><b>3.1.</b> Recolección de las muestras</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>3.1.1.</b> Métodos para la recolección de muestras en aguas costeras</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>3.1.2.</b> Métodos para la recolección de muestras en aguas oceánicas</p> <p><b>3.2.</b> Preparación de las muestras</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>3.2.1.</b> Métodos de preservación y almacenamiento de las muestras</p> <p><b>3.3.</b> El método de análisis por inyección en flujo continuo y la diferencia con otros métodos para la determinación de nutrientes inorgánicos disueltos en agua de mar</p>	

<b>Prácticas (laboratorio):</b>	<b>Horas: 9</b>
<p>1. Cuantificación de nitrato en agua de mar, utilizado como caso de estudio, a través de los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Preparación de materiales y reactivos para la determinación de nitrato en agua de mar.</li> <li>● Preparación de columnas de reducción y acondicionamiento de equipo para la determinación de nitrato en agua de mar.</li> </ul>	

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantificación de nitrato mediante el uso de un analizador de flujo continuo segmentado AA3-HR.</li> </ul>	
---	--

<b>IV. Nombre de la unidad:</b> Espectrofotometría de absorción atómica: análisis de metales traza en agua de mar	<b>Horas: 10</b>
---	------------------

**Competencia de la unidad:** Evaluar el método de espectrofotometría de absorción atómica en agua de mar, mediante el uso del equipo analítico, para la cuantificación de la concentración de metales disueltos a niveles ultratrazas, con actitud propositiva, honestidad y de cuidado al ambiente.

**Tema y subtemas:**

**4.1. Recolección de las muestras**

**4.1.1. Métodos para la recolección de muestras en aguas costeras**

**4.1.2. Métodos para la recolección de muestras en aguas oceánicas**

**4.2. Preparación de las muestras**

**4.2.1. Preconcentración de metales por el método de extracción con disolventes**

**4.2.2. Preconcentración de metales por el método con resina de intercambio iónico**

**4.3. Cuantificación de los elementos traza por espectrofotometría de absorción atómica**

<b>Prácticas (laboratorio):</b>	<b>Horas: 15</b>
1. Cuantificación de un metal traza específico, utilizado como caso de estudio, a través de los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de materiales y reactivos utilizando el método de ultra-limpieza para la determinación de metales traza.</li> <li>• Colecta y preservación de una muestra marina costera para la determinación de metales traza.</li> <li>• Preparación de la muestra a través del método de preconcentración por el método de extracción con disolventes.</li> <li>• Cuantificación por medio de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito.</li> </ul>	

**Estrategias de aprendizaje utilizadas:**

Se utiliza el método de aprendizaje basado en la investigación, reflexión individual y colaborativa, realizando discusiones sobre los conceptos teóricos, resolución de ejercicios numéricos y aplicación del conocimiento teórico en la realización de las prácticas de laboratorio, y apoyados en la búsqueda documental.

**Criterios de evaluación:**

1 Examen correspondiente al contenido de la unidad 1: 10%

1 Examen correspondiente al contenido de la unidad 2: 5%

7 Prácticas de laboratorio: 35%

2 Prácticas de laboratorio como resolución de casos: 50%

Total 100%

**Criterios de acreditación:**

- El estudiante debe cumplir con lo estipulado en el Estatuto Escolar vigente.

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

- La calificación mínima aprobatorias es de 70 en una escala de 0 al 100.

**Bibliografía:**

Becker, S et al. (2018). *DRAFT FOR COMMUNITY COMMENT. Update by SCOR WG 147 of The GO-SHIP Repeat Hydrography Manual: Determination of Dissolved Nutrients (N, P, SI) in Seawater With High Precision and Inter-Comparability Using Gas-Segmented Continuous Flow Analysers*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory.

Grasshoff, K., Kremling, K. & Ehrhardt, M. (eds.). (1999). *Methods of seawater analysis* (3a. ed.). Nueva York: Wiley-VCH. [clásico] GC101.2 M48 1999

Hood, E.M. et al. (2010). *The GO-SHIP Repeat Hydrography Manual: A Collection of Expert Reports and Guidelines* (IOCCP Report Number 14, ICPO Publication Series Number 134). Francia: GO-SHIP Investigations Program [clásico]

Skoog, D.A. et al. (2015). *Fundamentos de química analítica* (9a. ed.). México: Cengage Learning Inc.

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

**Perfil del profesor:** El académico debe poseer al menos una Maestría en Ciencias con conocimiento en el área de la Química de Sistemas Acuáticos y con mínimo un año de experiencia laboral en este campo.

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

M.C. Eunise Vanessa Torres Delgado  
Técnico de Tiempo Completo  
IIO, Oceanografía Química

Dra. María del Carmen Ávila López  
Técnico de Tiempo Completo  
IIO, Geociencias ambientales

Dr. Francisco Delgadillo Hinojosa  
Investigador de Tiempo Completo  
IIO, CA de Oceanografía Química, Biogeoquímica y Contaminación del Medio Ambiente Marino

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

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. José Martín Hernández Ayón  
Investigador de Tiempo Completo  
IIO, CA de Oceanografía Química, Biogeoquímica y Contaminación del Medio Ambiente Marino

Dr. Víctor Froylan Camacho Ibar  
Investigador de Tiempo Completo  
IIO, CA de Oceanografía Química, Biogeoquímica y Contaminación del Medio Ambiente Marino