



**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: Seminario de Biogeoquímica Acuática

Clave de la unidad de aprendizaje:

Tipo de unidad de aprendizaje: Optativa

Horas clase (HC):

0

Horas prácticas de campo (HPC):

0

Horas taller (HT):

4

Horas clínicas (HCL):

0

Horas laboratorio (HL):

0

Horas extra clase (HE):

0

Créditos (CR): 4

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.

**Definiciones generales de la unidad de aprendizaje**

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

La unidad de aprendizaje de Temas Selectos de Seminario de Biogeoquímica Acuática tiene el propósito de analizar los efectos de las variaciones físicas y climatológicas en las variables químico-biológicas que ocurren en el océano,

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

	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. Esta unidad de aprendizaje es optativa y se imparte en cualquier semestre.
<b>Competencia de la unidad de aprendizaje:</b>	Exponer los procesos biogeoquímicos que ocurren en el ambiente acuático, a través de la comunicación oral de proyectos de investigación oceanográfica en desarrollo, para evaluar de manera crítica las investigaciones realizadas en el ambiente marino por estudiantes de posgrado y académicos, con una actitud propositiva y de respeto al ambiente.
<b>Evidencia de aprendizaje (desempeño o producto a evaluar) de la unidad de aprendizaje:</b>	Un video de presentación oral frente al grupo sobre los avances del anteproyecto de investigación relacionado con temas de biogeoquímica acuática y oceanografía química. Los temas a tratar dependerán de los trabajos de investigación que se encuentren desarrollando los estudiantes de posgrado. Cada presentación incluirá las siguientes secciones: Introducción, Antecedentes, Hipótesis, Objetivos, Descripción del área de estudio, Importancia o relevancia, y Análisis de información. Resúmenes de cada una de las presentaciones orales.

<b>Temario</b>	
<b>I. Nombre de la unidad:</b> Biogeoquímica del carbono, nitrógeno e hidrógeno	<b>Horas:</b>
<b>Competencia de la unidad:</b> Distinguir los diferentes procesos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno e hidrógeno en el ambiente marino, a través del análisis de avances en proyectos de investigación oceanográfica realizados en sistemas acuáticos, para evaluar las investigaciones realizadas por estudiantes de posgrado y académicos, con una actitud propositiva y de respeto al ambiente.	
<b>Tema y subtemas:</b> 1.1. Biogeoquímica del carbono y elementos asociados 1.2. Biogeoquímica del nitrógeno y elementos asociados 1.3. Biogeoquímica del hidrógeno y elementos asociados	
<b>Prácticas (taller, laboratorio, clínicas, campo):</b> 1. Presentación oral individual sobre algún tema relevante del trabajo de investigación del estudiante, en donde se evaluará el dominio del tema, la calidad de la presentación (orden y estructura, claridad y concisión, densidad informativa, tiempo de exposición, gestualidad, ritmo y pronunciación, sintaxis), y la organización y capacidad de respuesta a las preguntas realizadas por los asistentes al seminario. La presentación incluirá las siguientes secciones: Introducción, Importancia, Relevancia, Hipótesis, Objetivo Principal, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos. Para los estudiantes que asisten como audiencia, deberán elaborar un resumen sobre la presentación con una extensión máxima de una cuartilla.	<b>Horas: 32</b>

<b>II. Nombre de la unidad:</b> Biogeoquímica del oxígeno, azufre y fósforo	<b>Horas:</b>
<b>Competencia de la unidad:</b> Distinguir los diferentes procesos biogeoquímicos del oxígeno, azufre y fósforo en el ambiente marino, a través del análisis de avances en proyectos de investigación oceanográfica realizados en sistemas acuáticos, para evaluar las investigaciones realizadas por estudiantes de posgrado y académicos, con una actitud propositiva y de respeto al ambiente.	

<b>Tema y subtemas:</b>	
<p><b>2.1.</b> Biogeoquímica del oxígeno y elementos asociados</p> <p><b>2.2.</b> Biogeoquímica del azufre y elementos asociados</p> <p><b>2.3.</b> Biogeoquímica del fósforo y elementos asociados</p>	
<p><b>Prácticas (taller, laboratorio, clínicas, campo):</b></p> <p>1. Presentación oral individual sobre algún tema relevante del trabajo de investigación del estudiante, en donde se evaluará el dominio del tema, la calidad de la presentación (orden y estructura, claridad y concisión, densidad informativa, tiempo de exposición, gestualidad, ritmo y pronunciación, sintaxis), y la organización y capacidad de respuesta a las preguntas realizadas por los asistentes al seminario. La presentación incluirá las siguientes secciones: Introducción, Importancia, Relevancia, Hipótesis, Objetivo Principal, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos.          Para los estudiantes que asisten como audiencia, deberán elaborar un resumen sobre la presentación con una extensión máxima de una cuartilla.</p>	<b>Horas: 32</b>

<p><b>Estrategias de aprendizaje utilizadas:</b></p> <p>Elaboración, presentación y mejoramiento del trabajo de investigación del estudiante a través de su interacción con otros estudiantes e investigadores que trabajan en el área de biogeoquímica marina. La evaluación por pares representará un papel importante en esta estrategia de aprendizaje.</p>
<p><b>Criterios de evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Presentación (calidad: orden y estructura, claridad y concisión, densidad informativa, tiempo de exposición, gestualidad, ritmo y pronunciación, sintaxis): 50%</li> <li>● Profundidad del conocimiento a través de preguntas relevantes sobre el tema presentado: 25%</li> <li>● Resúmenes: 25%</li> <li>● Total: 100%</li> </ul> <p><b>Criterios de acreditación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● El estudiante debe cumplir con lo estipulado en el Estatuto Escolar vigente u otra normatividad aplicable.</li> <li>● Calificación en escala de 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70.</li> </ul>
<p><b>Bibliografía:</b></p> <p>Holland, H.D. &amp; Turekian, K.K. (2004). <i>Treatise on Geochemistry</i> (1a. ed.). Amsterdam; Boston: Elsevier/Pergamon. [clásico]</p> <p>Volume 1: Meteorites, comets, and planets</p> <p>1.1 - Classification of Meteorites and Their Genetic Relationships</p> <p>1.2 - Chondrites and Their Components</p> <p>1.3 - Calcium–Aluminum-Rich Inclusions in Chondritic Meteorites</p> <p>1.4 - Presolar Grains</p> <p>1.5 - Structural and Isotopic Analysis of Organic Matter in Carbonaceous Chondrites</p> <p>1.6 - Achondrites</p> <p>1.7 - Iron and Stony-Iron Meteorites</p> <p>1.8 - Early Solar Nebula Grains – Interplanetary Dust Particles</p> <p>1.9 - Nebular Versus Parent Body Processing</p> <p>1.10 - Condensation and Evaporation of Solar System Materials</p> <p>1.9. - Short-Lived Radionuclides and Early Solar System Chronology</p> <p>1.12 - Solar System Time Scales from Long-Lived Radioisotopes in Meteorites and Planetary</p> <p>1.13 - Cosmic-Ray Exposure Ages of Meteorites</p> <p>Volume 2: The Mantle and Core</p>

- 2.1 - Cosmochemical Estimates of Mantle Composition
- 2.2 - Geophysical Constraints on Mantle Composition
- 2.3 - Sampling Mantle Heterogeneity through Oceanic Basalts: Isotopes and Trace Elements
- 2.4 - Orogenic, Ophiolitic, and Abyssal Peridotites
- 2.5 - Mantle Samples Included in Volcanic Rocks
- 2.6 - The Formation and Evolution of Cratonic Mantle Lithosphere – Evidence from Mantle Xenoliths
- 2.7 - Noble Gases as Mantle Tracers
- 2.8 - Noble Gases as Tracers of Mantle Processes
- 2.9 - Volatiles in Earth's Mantle
- 2.10 - Melt Extraction and Compositional Variability in Mantle Lithosphere
- 2.9. - Trace Element Partitioning: The Influences of Ionic Radius, Cation Charge, Pressure, and
- 2.12 - Partition Coefficients at High Pressure and Temperature
- 2.13 - The Subduction-Zone Filter and the Impact of Recycled Materials on the Evolution of the Mantle
- 2.14 - Convective Mixing in the Earth's Mantle
- 2.15 - Experimental Constraints on Core Composition
- 2.16 - Compositional Model for the Earth's Core

#### Volume 3: The Crust

- 3.1 - Composition of the Continental Crust
- 3.2 - Constraints on Crustal Heat Production from Heat Flow Data
- 3.3 - Continental Basaltic Rocks
- 3.4 - Volcanic Degassing: Process and Impact
- 3.5 - Timescales of Magma Transfer and Storage in the Crust
- 3.6 - Fluid Flow in the Deep Crust
- 3.7 - Geochemical Zoning in Metamorphic Minerals
- 3.8 - Thermochronology in Orogenic Systems
- 3.9 - Subduction of Continental Crust to Mantle Depth
- 3.10 - U–Th–Pb Geochronology
- 3.9. - Growth and Differentiation of the Continental Crust from Isotope Studies of Accessory Minerals
- 3.12 - Physics and Chemistry of Deep Continental Crust Recycling
- 3.13 - Composition of the Oceanic Crust
- 3.14 - The Lower Oceanic Crust
- 3.15 - Melt Migration in Oceanic Crustal Production: A U-Series Perspective
- 3.16 - Chemical Fluxes from Hydrothermal Alteration of the Oceanic Crust
- 3.17 - The Chemical Composition of Subducting Sediments
- 3.18 - Oceanic Plateaus
- 3.19 - Devolatilization During Subduction
- 3.20 - Chemical and Isotopic Cycling in Subduction Zones
- 3.21 - One View of the Geochemistry of Subduction-Related Magmatic Arcs, with an Emphasis on Primitive Andesite and Lower Crust

#### Volume 4: The Atmosphere

- 4.1 - Ozone, Hydroxyl Radical, and Oxidative Capacity
- 4.2 - Tropospheric Halogen Chemistry
- 4.3 - Global Methane Biogeochemistry
- 4.4 - Tropospheric Aerosols
- 4.5 - Biomass Burning: The Cycling of Gases and Particulates from the Biosphere to the Atmosphere
- 4.6 - Mass-Independent Isotopic Composition of Terrestrial and Extraterrestrial Materials
- 4.7 - The Stable Isotopic Composition of Atmospheric CO<sub>2</sub>
- 4.8 - Water Stable Isotopes: Atmospheric Composition and Applications in Polar Ice Core Studies
- 4.9 - Radiocarbon
- 4.10 - Natural Radionuclides in the Atmosphere
- 4.9. - Carbonaceous Particles
- 4.12 - Ocean-Derived Aerosol and Its Climate Impacts
- 4.13 - Aerosol Hygroscopicity: Particle Water Content and Its Role in Atmospheric Processes
- 4.14 - The Stable Isotopic Composition of Atmospheric O<sub>2</sub>
- 4.15 - Studies of Recent Changes in Atmospheric O<sub>2</sub> Content
- 4.16 - Fluorine-Containing Greenhouse Gases

#### Volume 5: Surface and ground water, weathering, and soils

- 5.1 - Soil Formation
- 5.2 - Modeling Low-Temperature Geochemical Processes
- 5.3 - Reaction Kinetics of Primary Rock-Forming Minerals under Ambient Conditions
- 5.4 - Natural Weathering Rates of Silicate Minerals
- 5.5 - Geochemical Weathering in Glacial and Proglacial Environments
- 5.6 - Chemical Weathering Rates, CO<sub>2</sub> Consumption, and Control Parameters Deduced from the
- 5.7 - Trace Elements in River Waters
- 5.8 - Dissolved Organic Matter in Freshwaters
- 5.9 - Environmental Isotope Applications in Hydrologic Studies
- 5.10 - Metal Stable Isotopes in Weathering and Hydrology
- 5.9. - Groundwater Dating and Residence-Time Measurements
- 5.12 - Cosmogenic Nuclides in Weathering and Erosion
- 5.13 - Geochemistry of Saline Lakes
- 5.14 - Deep Fluids in Sedimentary Basins
- 5.15 - Deep Fluids in the Continents

Zar, J.H. (2014). *Biostatistical analysis* (5a. ed.). New Jersey: Prentice Hall. [clásico]

Nota: Esta bibliografía representa una sugerencia de títulos que pueden apoyar al estudiante, ya que cada uno de ellos se encuentra realizando diferentes proyectos de investigación, por lo que el profesor deberá actualizar la bibliografía cada semestre.

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

**Perfil del profesor:** Grado de Doctorado y con experiencia mínima de dos años en Biogeoquímica Marina u Oceanografía Química.

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

Dr. Miguel Ángel Huerta Díaz  
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. Vinicio Macías Zamora  
Investigador de Tiempo Completo  
IIO, CA de Química Ambiental, Contaminación y Toxicología

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