



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: Química del Carbono y Acidificación del Océano

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 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 Química del Carbono y Acidificación del Océano tiene el propósito de evaluar los efectos de las variaciones físicas y climatológicas en las variables químico-biológicas que ocurren en el océano, mediante la

Universidad Autónoma de Baja California
 Coordinación General de Investigación y Posgrado

	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.
Competencia de la unidad de aprendizaje:	Aplicar las bases del conocimiento y las herramientas cuantitativas de frontera en el estudio del sistema del CO ₂ y la acidificación de la superficie del océano (AO), mediante estudios de caso y prácticas en el laboratorio, para comprender los ciclos biogeoquímicos en los distintos ambientes marinos, con una actitud propositiva y de cuidado al ambiente.
Evidencia de aprendizaje (desempeño o producto a evaluar) de la unidad de aprendizaje:	(a) Un reporte técnico por sesión de laboratorio. (b) Tres exámenes escritos durante la unidad de aprendizaje. (c) Un reporte técnico final del trabajo de campo donde el estudiante presente la resolución de un caso problema.

Temario	
I. Nombre de la unidad: Fundamentos del sistema de CO ₂ y sus parámetros analíticos	Horas: 4
Competencia de la unidad: Evaluar las bases químicas del sistema del CO ₂ en el medio ambiente marino, mediante referentes teóricos y estudios de caso, para apoyar a la comprensión de las ventajas y limitaciones según el campo de aplicación en el medio ambiente marino, con una actitud propositiva, innovadora y de respeto al ambiente.	
Tema y subtemas:	
1.1. Ciclo del carbono en el medio marino	
1.2. Escalas espaciales y temporales de los procesos oceanográficos en la zona costera	
Prácticas (laboratorio):	Horas: 0

II. Nombre de la unidad: Interacciones del ciclo del Carbono con otros ciclos biogeoquímicos	Horas: 4
Competencia de la unidad: Estudiar las relaciones entre el sistema del Carbono inorgánico con otros procesos biogeoquímicos en el ambiente marino costero mediante estudios de caso, con una actitud propositiva e innovadora y de respeto al ambiente.	
Tema y subtemas:	
2.1. Revisión de la variabilidad del sistema del CO ₂ en ambientes costeros	
2.2. Caso de estudio: Variabilidad temporal del sistema del CO ₂ en ambientes costeros influenciados por surgencias	
2.3. Caso de estudio: Variabilidad temporal del sistema del CO ₂ en arrecifes coralinos	
Prácticas (laboratorio):	Horas: 3
1. Revisión de datos históricos del sistema del CO ₂ para regiones oceánicas.	

III. Nombre de la unidad: Técnicas de medición de parámetros del CO ₂	Horas: 10
Competencia de la unidad: Capacitar al estudiante con las bases teóricas y técnicas para llevar a cabo la medición de parámetros del sistema del CO ₂ , para apoyar a la comprensión de las ventajas y limitaciones según el	

Universidad Autónoma de Baja California
 Coordinación General de Investigación y Posgrado

campo de aplicación en el medio ambiente marino con una actitud propositiva e innovadora y de respeto al ambiente.

Tema y subtemas:

- 3.1. Técnicas de colecta de agua para análisis de parámetros del CO₂
- 3.2. pH
- 3.3. Alcalinidad
- 3.4. Carbono inorgánico disuelto (CID)
- 3.5. Presión parcial del CO₂ (pCO₂)
- 3.6. Control de calidad de mediciones de parámetros del CO₂
- 3.7. Ventajas y desventajas de los métodos analíticos disponibles actualmente

Prácticas (laboratorio):

- 1. Conocer y aplicar las diferentes técnicas de medición de parámetros del CO₂.

Horas: 18

IV. Nombre de la unidad: Fundamentos del CO₂sys

Horas: 4

Competencia de la unidad: Aplicar el procesado de datos y cálculo de variables del sistema del CO₂ mediante referentes teóricos y prácticas de laboratorio, para apoyar a la comprensión de las ventajas y limitaciones según el campo de aplicación en el medio ambiente marino con una actitud propositiva e innovadora y de respeto al ambiente.

Tema y subtemas:

- 4.1. Introducción al uso del programa CO₂sys
- 4.2. Experimentos/escenarios teóricos con el CO₂sys

Prácticas (laboratorio):

- 1. Utilización del programa CO₂sys: 1) Calcular las diferentes especies del carbono en el agua de mar bajo diferentes escenarios de presión parcial del CO₂ atmosférico; 2) Evaluar los cambios de las especies del carbono debido a procesos de fotosíntesis, respiración, precipitación y disolución de carbonatos.

Horas: 9

V. Nombre de la unidad: Visualización de variables oceanográficas

Horas: 4

Competencia de la unidad: Interpretación de datos relacionados con el sistema del CO₂ mediante referentes teóricos y análisis de bases de datos, para apoyar a la comprensión de las ventajas y limitaciones según el campo de aplicación en el medio ambiente marino con una actitud crítica y honestidad.

Tema y subtemas:

- 5.1. Uso de bases de datos globales para el estudio del sistema del CO₂
- 5.2. Habilidades técnicas en el uso del OceanDataView®

Prácticas (laboratorio):

- 1. Interpretación de datos relacionados con el sistema del CO₂.

Horas: 9

VI. Nombre de la unidad: Acidificación del océano (AO)	Horas: 6
Competencia de la unidad: Establecer las bases teóricas y técnicas para entender las aproximaciones más adecuadas en el diseño de escenarios de AO, mediante referentes teóricos y estudios de casos con el fin de apoyar a la comprensión de las ventajas y sus limitaciones, con una actitud crítica y honestidad.	
Tema y subtemas:	
6.1. Generalidades de la AO: bases para entenderlo 6.2. Mediciones del sistema de carbono en experimentos 6.3. Diseño de experimentos manipulativos: Eligiendo los parámetros del CO ₂ idóneos para cada pregunta específica 6.4. Caso de estudio: Efecto de la AO en la fisiología en cnidarios	
Prácticas (laboratorio):	Horas: 9
1. Aplicar las diferentes técnicas de medición de parámetros del CO ₂ en experimentos para evaluar el efecto de OA.	

Estrategias de aprendizaje utilizadas:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Exposición de tópicos durante las sesiones teóricas. 2. Participación de los estudiantes durante las sesiones teóricas y prácticas. 3. Formación de grupos de trabajo para desarrollar las prácticas de laboratorio. 4. Tareas sobre tópicos abordados en las sesiones teóricas. 5. Exámenes escritos. 6. Escritura de ensayo.
Criterios de evaluación:
3 Exámenes escritos: 60% 7 Reportes de prácticas de laboratorio: 25% 1 Ensayo final: 15% Total: 100%
Criterios de acreditación:
<ul style="list-style-type: none"> ● 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:
Dickson, A.G, Sabine, C.L. & Christian, J.R (2007). Guide to Best Practices for Ocean CO ₂ Measurements. <i>PICES Special Publication</i> , 3, 191. [clásico]

Universidad Autónoma de Baja California
Coordinación General de Investigación y Posgrado

- Nisumaa, A.M., Pesant, S., Bellerby, R.G.J., Middelburg, J.J., Orr, J.C., Riebesell, U., Tyrrell, T., Wolf-Gladrow, D. & Gattuso, J.P. (2010). EPOCA/EUR-OCEANS data compilation on the biological and biogeochemical responses to ocean acidification. *Earth System Science Data*, 2, 167-175. [clásico]
- Pesant, S., Hook, L.A., Lowry, R., Nisumaa, A.M. & Pfeil, B. (2010). Safeguarding and sharing ocean acidification knowledge. En Riebesell, U., Fabry, V. J., Hansson, L. & Gattuso, J.P (eds.), *Guide to best practices for ocean acidification research and data reporting* (pp. 243-258). Luxembourg: Publications Office of the European Union. [clásico]
- Pörtner, H.O., Dickson, A. & Gattuso, J.P. (2010). Terminology and units for parameters relevant to the carbonate system. En Riebesell, U., Fabry, V. J., Hansson, L. & Gattuso, J.P (eds.), *Guide to best practices for ocean acidification research and data reporting* (pp. 18-19). Luxembourg: Publications Office of the European Union. [clásico]
- Dickson, A. (2010). The carbon dioxide system in seawater: equilibrium chemistry and measurements. En Riebesell, U., Fabry, V. J., Hansson, L. & Gattuso, J.P (eds.), *Guide to best practices for ocean acidification research and data reporting* (pp. 17-40). Luxembourg: Publications Office of the European Union. [clásico]
- Chester, R. & Jickells, T.D. (2012). *Marine Geochemistry* (3a. ed.). New Jersey: Wiley-Blackwell. [clásico]
- Bresnahan Jr, P.J., Martza, T.R., Takeshita, Y., Johnson, K.S. & La Shomba, M. (2014) Best practices for autonomous measurement of seawater pH with the Honeywell Durafet. *Methods in Oceanography*, 4, 44-60. [clásico]
- Orr, J.C., Epitalon, J.M. & Gattuso, J.P. (2015). Comparison of ten packages that compute ocean carbonate chemistry. *Biogeosciences*, 12, 1483-1510.
- Lorenzoni, L., Telszewski, M., Benway, H. & Palacz, A. (2017). *A User's guide for selected autonomous biogeochemical sensors. An outcome from the 1st IOCCP International Sensors Summer Course, June 22 – July 1, 2015.* Sweden: IOCCP Reports.
- Pearlman, J et al. (2019). Evolving and Sustaining Ocean Best Practices and Standards for the Next Decade. *Front. Mar. Sci*, 6, 277- 296.

Fecha de elaboración / actualización: Agosto, 2020.

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

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

Dr. Carlos Orión Norzagaray López
Investigador de Tiempo Completo
IIO, CA de Oceanografía química, biogeoquímica y contaminación del medio ambiente marino

Dr. José Martín Hernández Ayón
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

Universidad Autónoma de Baja California
Coordinación General de Investigación y Posgrado

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. Mónica Torres Beltrán
Profesor por Asignatura
UABC, Facultad de Ciencias Marinas