



**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: Química Acuática

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):

2

Horas clínicas (HCL):

0

Horas laboratorio (HL):

0

Horas extra clase (HE):

3

Créditos (CR): 8

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:**

Integrar los contenidos conceptuales, relacionados a la química del agua, como base para la comprensión de los ciclos biogeoquímicos marinos, que permitan proponer acciones integrales de mitigación para la protección y uso sostenible de

## Universidad Autónoma de Baja California

Coordinación General de Investigación y Posgrado

	los recursos naturales marinos, con actitud propositiva, responsabilidad social y respeto al medio ambiente. Esta unidad de aprendizaje es de naturaleza teórica que permite desarrollar conocimientos en la comprensión de los procesos químicos naturales, que ocurren en el ambiente marino. Es una unidad de aprendizaje de carácter optativa para la Maestría en Oceanografía Costera que permite reforzar los conocimientos adquiridos en los programas de unidad de aprendizaje de Oceanografía Costera: Química, Geoquímica de Sedimentos y Métodos Analíticos Aplicados en Oceanografía Química, además, es útil como base para Temas Selectos de Contaminación y los Seminarios de Biogeoquímica Acuática I y II.
<b>Competencia de la unidad de aprendizaje:</b>	Analizar los principios y fundamentos de la química del agua, a través del estudio de un marco teórico y de la resolución cuantitativa de problemas en este campo del conocimiento, para adquirir la capacidad de modificar procesos analíticos en laboratorio, así como la comprensión de los procesos biogeoquímicos en el ambiente marino con una actitud propositiva, creativa, y con responsabilidad social.
<b>Evidencia de aprendizaje (desempeño o producto a evaluar) de la unidad de aprendizaje:</b>	Portafolio de evidencias en forma individual que integra 12 tareas, uno por cada taller realizado más 3 ejercicios de cálculos numéricos, uno por cada unidad revisada. Cada actividad presentará el análisis de la información y la conclusión del problema.

<b>Temario</b>	
<b>I. Nombre de la unidad:</b> Estructura atómica y molecular del agua	<b>Horas: 12</b>
<b>Competencia de la unidad:</b> Analizar los principios y fundamentos del comportamiento químico del agua, mediante la revisión de la literatura científica y la resolución cuantitativa de problemas para comprender las causas de su impacto sobre el clima, la vida y los ciclos biogeoquímicos en el planeta, con un sentido propositivo, práctico y respetuoso del ambiente.	
<b>Tema y subtemas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. El método científico</li> <li>1.2. Las mediciones en la ciencia                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.1. Sistema internacional de medidas</li> <li>1.2.2. Precisión y exactitud</li> </ul> </li> <li>1.3. Teoría atómica</li> <li>1.4. Expresiones de concentración</li> <li>1.5. El ciclo del agua y las características “anómalas” del agua</li> <li>1.6. Estructura molecular del agua</li> <li>1.7. La curva de calentamiento y la capacidad calorífica del agua</li> <li>1.8 Propiedades físicas de las disoluciones                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1.8.1. Efecto de la temperatura en la solubilidad</li> <li>1.8.2. Propiedades coligativas de las disoluciones</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Prácticas (taller):</b>	<b>Horas: 8</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Resolver seis problemas prácticos relacionados al uso del sistema de medidas, el manejo de las expresiones de concentración y el conocimiento general de la teoría atómica.</li> <li>2. Resolver seis problemas prácticos relacionados al reconocimiento de las propiedades anómalas del agua y la transferencia de energía.</li> </ul>	

<p>3. Resolver seis problemas prácticos relacionados al análisis de las propiedades coligativas de los líquidos y del agua en particular.</p> <p>4. Realizar un ejercicio con 10 problemas como casos particulares de estudio relacionados a los temas revisados en la unidad.</p> <p>Entregar el reporte individual a la siguiente semana de la revisión de los temas con el análisis de la información y la conclusión en relación con el planteamiento de cada problema.</p>	
---	--

<b>II. Nombre de la unidad:</b> Energía y espontaneidad de las reacciones químicas	<b>Horas: 15</b>
--	------------------

**Competencia de la unidad:** Analizar los principios y fundamentos de las condiciones de equilibrio y del intercambio de energía en cualquier reacción química, por medio de la comprensión de las leyes de la termodinámica y la resolución cuantitativa de problemas, para fortalecer la capacidad de desarrollar y/o modificar métodos analíticos, así como de la explicación de procesos biogeoquímicos en el ambiente marino, con un sentido propositivo y respetuoso del ambiente.

**Tema y subtemas:**

**2.1. Reacciones químicas**

2.1.1. Definición y sus componentes

2.1.2. Primera ley de la termodinámica

2.1.3. Balanceo de reacciones

**2.2. Cambios de energía en las reacciones químicas**

2.2.1. Entalpía de las reacciones químicas

2.2.2. Ley de Hess

2.2.3. Calor específico y capacidad calorífica

2.2.4. Aplicaciones: Intemperismo de las rocas, descomposición de la nitroglicerina, combustión del metano, acetileno, etanol como ejemplos

2.2.5. El calorímetro y las reacciones de combustión como fuente de energía

**2.3. Espontaneidad de las reacciones químicas**

2.3.1. Energía libre de Gibbs

2.3.2. Introducción al concepto de entropía y el cambio de entropía

2.3.3. Entropía de formación molar estándar. Reglas

2.3.4. La segunda y tercera ley de la termodinámica

2.3.5. Relación entre entalpía, entropía, energía libre y espontaneidad de una reacción química

**2.4. Equilibrio Químico**

2.4.1. Relación entre la energía libre y la constante de equilibrio

2.4.2. Cálculo de la energía libre en condiciones distintas del equilibrio

2.4.3. Aplicación al ciclo del nitrógeno y del azufre

**2.5. Comportamiento no ideal de iones y moléculas en solución**

2.5.1. Actividad y coeficientes de actividad

2.5.2. La fuerza iónica de la solución

2.5.3. Las aproximaciones de Debye-Huckell y Davis

**2.6. Problemas.**

<p><b>Prácticas (taller):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resolver seis problemas prácticos utilizando el método de oxido-reducción en el balanceo de las reacciones químicas.</li> <li>2. Resolver seis problemas prácticos relacionados al análisis de las reacciones exotérmicas y endotérmicas.</li> <li>3. Resolver seis problemas prácticos relacionados al reconocimiento y análisis de la entropía, energía libre y espontaneidad de las reacciones químicas.</li> <li>4. Resolver seis problemas prácticos con relación a la determinación del equilibrio químico en las reacciones químicas.</li> <li>5. Realizar un ejercicio con 10 problemas como casos particulares de estudio relacionados a los temas revisados en la unidad.</li> </ol> <p>Entregar el reporte individual a la siguiente semana de la revisión de los temas con el análisis de la información y la conclusión en relación con el planteamiento de cada problema.</p>	<p><b>Horas: 10</b></p>
---	-------------------------

<p><b>III. Nombre de la unidad:</b> Reacciones ácido-base, óxido-reducción y precipitación-disolución</p>	<p><b>Horas: 21</b></p>
<p><b>Competencia de la unidad:</b> Analizar las características distintivas de las reacciones ácido-base, óxido-reducción y precipitación-disolución, mediante la revisión teórica de los fundamentos de la termodinámica y la resolución cuantitativa de problemas, para la comprensión de la conducta química y el funcionamiento biogeoquímico de los elementos carbono, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre en ambientes marinos, con un sentido propositivo y respetuoso del ambiente.</p>	
<p><b>Tema y subtemas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>3.1. Reacciones ácido- base: Definición de términos</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. Ejemplos en la naturaleza: Sistema de los carbonatos, elementos CHONPS y metales como Fe y Zn</li> <li>3.1.2. Definición de bases y ácidos fuertes: Arrhenius y de Bronsted y Lowry</li> <li>3.1.3. Representación de una rx ácido-base</li> <li>3.1.4. Las constantes de acidez (<math>K_a</math>) y de basicidad (<math>K_b</math>) y su relación con <math>K_w</math></li> </ol> </li> <li><b>3.2. La disociación del agua y el concepto del potencial de hidrógeno (pH)</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.2.1. Cálculo del pH de soluciones de ácido o base fuerte / ácido o base débil</li> <li>3.2.2. Cálculo del pH de soluciones de diferentes sales que producen ácidos o bases débiles</li> <li>3.2.3. Soluciones indicadoras de pH. Papel pH. PH metros</li> </ol> </li> <li><b>3.3. Titulaciones, amortiguadores y ácidos polipróticos</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.3.1. Intensidad de amortiguación</li> <li>3.3.2. La ecuación de Henderson y Hasselbach. Preparación de soluciones tampón</li> <li>3.3.3. Los sistemas de fosfatos y de carbonatos en sistemas acuáticos y marinos como ejemplo</li> </ol> </li> <li><b>3.4. Reacciones óxido - reducción: Definición de términos</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.4.1. Ejemplos en la naturaleza: Los ciclos del nitrógeno, del carbono, de la materia orgánica y metales como Fe y Mn</li> <li>3.4.2. Balanceo de reacciones por el método redox</li> <li>3.4.3. Estequiometría y equilibrio redox</li> <li>3.4.4. Celdas electroquímicas</li> <li>3.4.5. Fuerza electromotriz y el electrodo estándar de hidrógeno</li> </ol> </li> <li><b>3.5. Energía libre, potencial de la celda y espontaneidad de las reacciones redox</b></li> </ol>	

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

<p><b>3.5.1.</b> Aplicación en la determinación del oxígeno disuelto en agua de mar por el método Winkler</p> <p><b>3.5.2.</b> Relación entre la concentración y el potencial de la celda: La ecuación de Nernst</p> <p><b>3.5.3.</b> Uso del potencial de la celda para calcular la constante de equilibrio</p> <p><b>3.5.4.</b> Reacciones redox de importancia biológica: Fotosíntesis, respiración, nitrificación, desnitrificación, etc.</p> <p><b>3.6.</b> Reacciones Precipitación - disolución: Definición de términos</p> <p><b>3.6.1.</b> Ejemplos en la naturaleza: Formación de evaporitas, precipitación/disolución de <math>\text{CaCO}_3</math>, Formación de piritita, Nódulos de manganeso, fosforitas, precipitación de sales en ambientes hipersalinos y lluvia ácida</p> <p><b>3.6.2.</b> Definición de solubilidad y solubilidad molar</p> <p><b>3.6.3.</b> La constante del producto de solubilidad (<math>K_{ps}</math>) y cálculos de equilibrio</p> <p><b>3.6.4.</b> Solubilidad del carbonato de calcio y estabilidad del agua. Química de los fosfatos</p> <p><b>3.6.5.</b> Factores que afectan la solubilidad: temperatura, pH y efecto del ion común</p>	
<p><b>Prácticas (taller):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resolver seis problemas prácticos relacionados al tema del potencial de hidrógeno y reacciones ácido - base.</li> <li>2. Resolver seis problemas prácticos relacionados al tema de ácidos polipróticos, titulaciones y amortiguadores.</li> <li>3. Resolver seis problemas prácticos relacionados al tema de reacciones de óxido-reducción.</li> <li>4. Resolver seis problemas prácticos relacionados al tema de reacciones redox y celdas electroquímicas.</li> <li>5. Resolver seis problemas prácticos relacionados al tema de reacciones de precipitación - disolución.</li> <li>6. Realizar un ejercicio con 10 problemas como casos particulares de estudio relacionados a los temas revisados en la unidad.</li> </ol> <p>Entregar el reporte individual a la siguiente semana de la revisión de los temas con el análisis de la información y la conclusión en relación con el planteamiento de cada problema.</p>	<p><b>Horas: 14</b></p>

<p><b>Estrategias de aprendizaje utilizadas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Participación constante de los estudiantes durante las clases.</li> <li>2. Resolución de una tarea semanal, con al menos 6 problemas prácticos relacionados con los temas del programa.</li> <li>3. Realizar tres ejercicios con 10 problemas numéricos, uno por cada unidad del temario.</li> <li>4. Consulta extraclase por parte de los estudiantes.</li> </ol>
<p><b>Criterios de evaluación:</b></p> <p>La evaluación del programa se realizará tomando en cuenta el resultado de:</p> <p>Doce tareas de los talleres: 50%</p> <p>Tres ejercicios de cálculo numérico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicio de la unidad 1: 10%</li> <li>• Ejercicio de la unidad 2: 20%</li> </ul>

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

- Ejercicio de la unidad 3: 20%

Total: 100%

Es requisito que el estudiante utilice un enfoque cuantitativo de los principios y fundamentos vistos en clase. Además de la resolución numérica de la tarea, que el estudiante realice el análisis de la información y presente una sección de conclusiones en relación con el planteamiento de cada problema.

**Criterios de acreditación:**

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

**Bibliografía:**

Brown, T. L. (2015). *Chemistry: The Central Science* (10a. ed.). México: Pearson Educación.

Chang, R. & Goldsby K.A. (2017). *Química* (20a. ed.). México: Editorial McGraw-Hill Interamericana.

Gilbert, T. R., Kirss, R. V., Foster, N. & Davies, G. (2018). *Chemistry: The Science in Context*. (5a. ed.). New York: W. W. Norton & Company.

Stumm, W. & Morgan, J. J. (1996). *Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters* (3a. ed.). New York: John Wiley & Sons. [clásico] GB855 S88 1996

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

**Perfil del profesor:** El académico debe poseer al menos una Maestría en Ciencias con conocimiento y experiencia demostrable (tesis de grado, publicaciones científicas) en el área de la química de sistemas acuáticos (ejemplo, pero no exclusivo: Química Analítica, Contaminación Marina, Oceanografía Química, Geoquímica y/o Biogeoquímica). Mínimo un año de experiencia.

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

Dr. Francisco Delgadillo Hinojosa  
Investigador de Tiempo Completo  
IIO, CA de Oceanografía química, biogeoquímica y contaminación del medio ambiente marino

MC. Eunise Vanessa Torres Delgado  
Técnico de Tiempo Completo  
IIO, Área de Oceanografía Química

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. José Vinicio Macias 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