

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**COORDINACIÓN DE FORMACIÓN BÁSICA**  
**COORDINACIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA**  
**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

- 1. Unidad Académica:** Facultad de Ciencias Marinas
- 2. Programa Educativo:** Licenciatura en Oceanología
- 3. Plan de Estudios:**
- 4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Dinámica del Océano
- 5. Clave:**
- 6. HC: 02 HL: 02 HT: 02 HPC: 01 HCL: 00 HE: 02 CR: 09**
- 7. Etapa de Formación a la que Pertenece:** Terminal
- 8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
- 9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Oceanografía Física

**Equipo de diseño de PUA**

**Firma**

**Vo.Bo. de Subdirector de Unidad Académica**

José Antonio Martínez Alcalá

Víctor Antonio Zavala Hamz.

**Fecha:** Agosto 2017

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Dinámica del Océano es una unidad de aprendizaje obligatoria de la etapa terminal de la Licenciatura en Oceanología. El propósito general de la unidad de aprendizaje es que el estudiante adquiera los conocimientos básicos de la dinámica del océano para que los pueda interpretar teóricamente. El estudiante deberá comprender la importancia de las Leyes Físicas que rigen el océano para, posteriormente, ser capaz de aplicarlo en cualquier área relacionada.

## **III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Interpretar los principales procesos que ocurren en el océano a partir de mediciones oceanográficas comunes para describir la dinámica de los procesos oceánicos fundamentales, todo esto a partir de una actitud reflexiva, crítica y analítica.

## **IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO**

Elabora y presenta:

- Presentación oral y por escrito de temas representativos de la oceanografía;
- Proyecto final por equipo en el que se plantee la resolución de un problema de circulación oceánica.

## V. DESARROLLO POR UNIDADES

### UNIDAD I Forzamiento en el Océano y las Ecuaciones de movimiento para un sistema en rotación

#### Competencia:

Analizar la mecánica de los sistemas físicos, combinando la curiosidad con la capacidad de observación, utilizando conceptos matemáticos básicos, como el análisis dimensional y el álgebra vectorial para desarrollar una actitud analítica y responsable.

#### Contenido:

**Duración:** 6 horas

- 1.1. Radio de aspecto
- 1.2. El efecto de Coriolis
- 1.3. Incompresibilidad
- 1.4. Aproximaciones hidrostática y de Boussinesq
- 1.5. Los números de Reynolds, Rossby y Froude
- 1.6. Los términos advectivos y el número de Rossby
- 1.7. Energía solar
- 1.8. Viento
- 1.9. Calentamiento
- 1.10. Forzamiento local
- 1.11. Forzamiento remoto
- 1.12. Obtención de los términos de Coriolis
- 1.13. Plano-f
- 1.14. Plano- $\beta$
- 1.15. Periodo inercial

## UNIDAD II. Ecuaciones de aguas someras, Ondas Oceánicas y Leyes de conservación

### Competencia:

Aplicar las ecuaciones de movimiento en su forma más simple (Ecuaciones de Aguas Someras), que son deducidas a partir de conceptos básicos de mecánica, para interpretar observaciones realizadas en el océano, analítica y responsable.

### Contenido:

**Duración:** 10 horas

- 2.1. Hidrostática en un océano con densidad constante
- 2.2. Gradiente horizontal de presión para un océano con densidad constante
- 2.3. La ecuación de continuidad para un flujo incompresible
- 2.4. Eliminación de términos advectivos
- 2.5. Balance geostrófico
- 2.6. Relación de dispersión
- 2.7. Ondas gravitatoria en ausencia de rotación
- 2.8. Ondas gravitatorias para un océano en rotación: Ondas de Kelvin
- 2.9. Ondas inerciales
- 2.10. Ondas de Rossby planetarias
- 2.11. Ondas de Rossby topográficas
- 2.12. Conservación de energía cinética
- 2.13. Conservación de energía potencial
- 2.14. Conservación de energía mecánica total
- 2.15. Conversión de energía
- 2.16. Vorticidad potencial
- 2.17. Aplicaciones de las leyes de conservación

### UNIDAD III. Efectos de estratificación

**Competencia:**

Relacionar los conceptos de modos barotrópicos y baroclínicos a través de razonamientos analíticos, observacionales y experimentales para poder visualizar el efecto que tienen en el océano, atmósfera y sobre los organismos con una actitud analítica y crítica.

**Contenido:****Duración:** 8 horas

- 3.1. El modelo de dos capas
- 3.2. Modos normales verticales: Barotrópico y Baroclínico

### UNIDAD IV. Forzamiento por viento en el océano

**Competencia:**

Identificar las limitaciones y efecto del viento, observando las simplificaciones realizadas en las ecuaciones dinámicas para modelar el movimiento del océano con responsabilidad y respeto al ambiente.

**Contenido:****Duración:** 8 horas

- 4.1. Efecto del viento sin rotación
- 4.2. Transporte de Ekman
- 4.3. Efecto de rotacional del viento
- 4.4. Efecto de la divergencia del viento
- 4.5. Surgencias
- 4.6. Circulación oceánica inducida por el viento

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Calcular derivadas a partir de datos reales para comprender conceptos de diferencias finitas con actitud crítica y creativa.	Calcular cantidades como velocidad, aceleración, divergencia, y rotacional.	Computadora Matlab, datos de estación meteorológica, datos de anclajes, datos de viento de satélite	2 horas
2	Aplicar el concepto de diferencias finitas para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden a través de la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias por computadora con actitud crítica y creativa	Resolver de ecuaciones diferenciales ordinarias por computadora	Computadora Matlab	4 horas
3	Utilizar las ecuaciones diferenciales ordinarias para aplicarlos a la resolución de ecuaciones diferenciales parciales con actitud crítica y creativa	Resolver ecuaciones diferenciales parciales unidimensionales por computadora	Computadora Matlab	2 horas
4	Aplicar las condiciones de forzamiento y radiación en las fronteras abiertas en casos unidimensionales a través de la resolución de ecuaciones diferenciales parciales unidimensionales para modelar la dinámica del océano con actitud crítica y creativa	Resolver ecuaciones diferenciales parciales unidimensionales con fronteras abiertas por computadora	Computadora Matlab	2 horas
5	Elaborar un modelo numérico para el estudio de las ondas oceánicas, mediante el análisis de los efectos de rotación con actitud creativa y responsable.	Elaborar modelo sobre la propagación de ondas modificadas por rotación: olas y mareas.	Computadora Matlab Batimetrías reales	4 horas
6	Analizar la dinámica de los forzamientos en el océano a partir de modelos físicos de un canal con dos capa para visualizar los efectos conjuntos de estratificación y rotación, con actitud crítica y responsable.	Elaborar modelo sobre el balance geostrófico: remolinos	Mesa rotatoria, Agua Colorantes, mangueras	6 horas
Realizar observaciones de ondas internas: Modos normales verticales: Modo Baroclínico y Modo Barotrópico		Recipiente angosto, agua sal, colorante, mangueras		
Realizar observaciones de modos normales verticales: Modo Baroclínico y Modo		Mesa rotatoria, agua, sal, colorante, mangueras		

		Barotrópico Remolinos y modos normales verticales		
7	Determinar la dependencia de la velocidad de traslación de los remolinos en función de la latitud, grosor de la capa superficial, y estratificación, así como de la altura y diámetro del remolino.	Resolver una simulación numérica con fuerte dependencia del trabajo en equipo	Computadoras Matlab	2 horas
8	Experimentar con el forzamiento del viento en el océano a través del Modelo de Stommel para reconocer la Intensificación de corrientes oeste, plano-f, y plano- $\beta$ con actitud crítica y creativa.	Aplicar el modelo de Stommel para reconocer el forzamiento del viento en el océano.	Computadora Matlab	2 horas
9	Comparar la dinámica del océano a partir del análisis de datos oceanográficos de diferentes regiones para definir los principales forzamientos y procesos que explican el movimiento en los océanos, con actitud crítica y creativa.	Aplicar modelos correspondientes a los estudios de caso analizados.	Computadora Matlab, datos satelitales, datos de anclajes	12 horas
		Desarrollar un proyecto final de laboratorio Exponer proyectos desarrollados.	Equipo audiovisual, equipo diverso de laboratorio (en función del diseño del proyecto)	12 horas

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

### Encuadre

En las clases de teoría el maestro hará uso del pizarrón o de otros materiales audiovisuales para explicar al alumno los conceptos teóricos de la unidad de aprendizaje de manera clara y breve, ilustrando dichos conocimientos mediante un acervo de problemas y ejercicios en donde se demostrará al estudiante como aplicar los conocimientos teóricos a modelos sencillos de sistemas mecánicos.

En el laboratorio, el maestro proporcionará al estudiante los materiales necesarios para realizar la práctica correspondiente a la sesión, iniciando la clase con una introducción que conecte los conceptos adquiridos en las clases de teoría con la práctica a realizar. Para ello, el maestro hará uso de pizarrón o el material audiovisual que necesite para sus explicaciones.

### **ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA DOCENTE:**

Se sugiere poner énfasis en el empleo de las siguientes herramientas metodológicas:

Motivar al estudiante en el aprendizaje significativo del concepto principal de cada práctica, para facilitar su aplicación en otras áreas del conocimiento.

Utilizar, cuando sea posible, argumentos que puedan ser visuales, algebraicos o numéricos que ayuden a clarificar un concepto o resultado.

Promover el trabajo individual y/o de grupo en el salón de clase, proponiendo la discusión de algún problema o resultado.

Proponer trabajos extraclase, ya sea individuales o en equipos. Estos trabajos pueden ser: resolver ejercicios, proyectos de investigación, o bien, asignar algún material de autoestudio.

Introducir el uso de la tecnología (presentaciones en PowerPoint, uso de paquetes de cómputo, calculadora gráfica, etc.) tanto en el salón de clase como fuera de él.

### **ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE ALUMNO:**

Para lograr el aprendizaje de este material se recomienda:

Atender las explicaciones del profesor en el salón de clase y estudiar los temas señalados por él.

Realizar oportunamente las tareas y trabajos individuales y en equipo asignados por el profesor.

Revisar periódicamente el material visto en clase y compararlo con la presentación que del mismo se hace en los libros recomendados en la bibliografía.

Asistir frecuentemente a asesorías con el profesor, para despejar dudas y aclarar conceptos.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### **Criterios de acreditación**

- 80% de asistencia para tener derecho a examen ordinario y 40% de asistencia para tener derecho a examen extraordinario de acuerdo al Estatuto Escolar artículos 70 y 71.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

#### **PARTE DE TEORÍA: 70%** distribuido de la siguiente manera:

Exámenes parciales: 60%

Ejercicios en clase: 15%

Tareas: 10%

Proyecto final: 10%

Participación: 5%

#### **PARTE DE LABORATORIO: 30%** distribuido de la siguiente manera:

Reportes: 40%

Desempeño en la práctica: 30%

Proyecto final: 20%

Participación: 10%

## IX. BIBLIOGRAFÍA

Básica	Complementaria
<p>CUSHMAN-Roisin. 1992. Introduction to Geophysical Fluid Dynamics.[Clásico]</p> <p>GILL, A. E. 1983. Atmosphere-Ocean Dynamics .[Clásico]</p> <p>KUNDU, P. 1990. Fluid Mechanics.[Clásico]</p> <p>PICKARD &amp; Pond. 1983. Introductory Dynamical Oceanography, Second Edition. .[Clásico]</p>	<p>Journal of Physical Oceanography <a href="http://journals.ametsoc.org/loi/phoc">http://journals.ametsoc.org/loi/phoc</a></p> <p>PODAAC. <a href="http://podaac.jpl.nasa.gov/">http://podaac.jpl.nasa.gov/</a></p> <p><a href="http://podaac-tools.jpl.nasa.gov/soto/">http://podaac-tools.jpl.nasa.gov/soto/</a></p> <p>Robert H. Stewart. 2003. Introduction To Physical Oceanography.</p>

## X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer Licenciatura en Oceanografía con Doctorado en Oceanografía Física. Con amplia experiencia en procesos de mesoescala, modelación numérica, análisis de datos oceanográficos, programación, Métodos matemáticos y numéricos. Debe ser una persona, puntual honesta y responsable, con facilidad de expresión, motivador en la participación de los estudiantes, tolerante y respetuoso de las opiniones.