

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:** Oceanografía Física
- 5. Clave:**
- 6. HC: 02 HL: 03 HT: 01 HPC: 01 HCL: 00 HE: 02 CR: 09**
- 7. Etapa de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
- 8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
- 9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Sedimentología

Equipo de diseño de PUA

Firma

Vo.Bo. de Subdirector de Unidad Académica

Rubén Castro Valdez
Sorayda Aimé. Tanahara Romero

Víctor Antonio Zavala Hamz.

Fecha: Agosto 2017

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El curso de Oceanografía Física es un programa de unidad de aprendizaje de carácter obligatorio durante la etapa disciplinaria en la licenciatura de Oceanología. Presupone el conocimiento de la mecánica clásica y es importante el conocimiento de la física de fluidos. El propósito general de dicha unidad es que el estudiante adquiera un conocimiento teórico-práctico de la física del océano en un sistema en rotación. Este curso brinda la herramienta descriptiva y físico-matemática requerida para la unidad de aprendizaje dinámica del Océano. Mediante este curso se pretende que, el estudiante revise e integre conceptos básicos de la física y propiedades físicas del agua de mar y los movimientos del océano; distinga los órdenes de magnitud de las diferentes escalas de movimiento que en él se presentan; identifique la importancia y relación que la Oceanografía Física tiene con otras ramas de la Oceanografía; y utilice el método científico en el desarrollo de trabajos de laboratorio-campo.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar las condiciones físicas del medio marino, considerando los factores que intervienen en las propiedades y los movimientos del océano, mediante expresiones analíticas, bancos de datos hidrográficos, muestreos oceanográficos en salidas de campo y/o crucero oceanográfico, para analizar y explicar procesos físicos, con una actitud crítica y analítica.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega un procesamiento e interpretación de datos de muestreo proporcionados por el instructor. Elaboración de reportes sobre las prácticas desarrolladas en el laboratorio y campo. Participación en la realización de observaciones oceanográficas en salida de campo. Elaborará y entregará un reporte final de crucero demostrando su capacidad en el procesamiento, análisis e interpretación de datos oceanográficos de las variables físicas.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. El marco físico de la oceanografía física. Influencia atmosférica

Competencia:

Caracterizar las perspectivas de la oceanografía física y los procesos que determinan la transferencia de calor y momento entre el océano y la atmósfera, mediante expresiones analíticas y procesamiento de datos de observaciones, para identificar que el océano-atmósfera forma un sistema en constante interacción, con una actitud crítica y propositiva.

Contenido:**Duración:** 5 horas

- 1.1. Introducción
 - 1.1.1. Perspectivas de la Oceanografía Física.
 - 1.1.2. Características generales del océano desde el punto de vista de la Física
 - 1.1.3. Panorama general de los movimientos oceánicos y sus escalas espacio-tiempo.
- 1.2. Balance de Calor Oceánico
 - 1.2.1. La tierra en el espacio.
 - 1.2.2. Espectro de energía solar y terrestre.
 - 1.2.3. Constante solar y la energía promedio recibida en la tierra.
 - 1.2.4. Equilibrio radiactivo. Efecto de invernadero.
 - 1.2.5. Intercambios de calor aire-mar.
 - 1.2.6. El Transporte de energía en la atmósfera y el océano.
- 1.3. Influencia Atmosférica
 - 1.3.1 Distribución general de los sistemas de presión atmosférica
 - 1.3.2 Sistemas de vientos atmosféricos
 - 1.3.3 Esfuerzo del viento

UNIDAD II. Estructura física del océano

Competencia:

Analizar los procesos que intervienen en la distribución espacio-temporal de temperatura, salinidad y densidad, para examinar la presencia y formación de masas de agua, mediante técnicas de medición y procesamiento de datos oceanográficos que permitan elaborar reportes, con una actitud analítica y de responsabilidad.

Contenido:

Duración: 6 horas

2.1 Características físicas del agua de mar

- 2.1.1 Presión, temperatura y salinidad.
- 2.1.2 Compresibilidad, viscosidad.
- 2.1.3 Ecuación de estado del agua de mar. Ecuación hidrostática

2.2 Distribución geográfica de la temperatura, salinidad y densidad.

- 2.2.1 Estructura vertical y horizontal: de temperatura, salinidad y densidad.
- 2.2.2 La capa de mezclada y la termoclina en los océanos. Frentes.
- 2.2.3 Estabilidad estática.
- 2.2.4 Distribución del campo de presión y densidad (condición barotrópica y baroclínica)
- 2.2.5 Conceptos de altura estérica y altura dinámica.

2.3 Masas de agua

- 2.3.1 Diagramas T-S. Tipos y masas de agua.
- 2.3.2 Formación de masas de agua (convección y subducción).
- 2.3.3 Distribución de masas de agua en los océanos y la Circulación termohalina ("Conveyor Belt")
- 2.3.4 Cuencas de concentración y dilución.

UNIDAD III. Introducción a la dinámica oceánica

Competencia:

Analizar los movimientos generados por las diferentes fuerzas que afectan el océano, planteando la ecuación de movimiento que rige la dinámica oceánica, para identificar el impacto de fenómenos naturales en el medio ambiente marino, con una actitud analítica y crítica.

Contenido:**Duración:** 12 horas

- 3.1. Balance de fuerzas
 - 3.1.1. Tipos de fuerza que influyen en los movimientos oceánicos.
 - 3.1.2. Fuerzas que gobiernan los movimientos en el océano.
 - 3.1.3. Sistemas de coordenadas
 - 3.1.4. Fuerzas de gravedad y geopotencial. Presión hidrostática.
 - 3.1.5. Formulación de las fuerzas de gradiente de Presión, Coriolis y Fricción
 - 3.1.6. Ecuación de movimiento del océano
- 3.2. Movimientos sin fricción
 - 3.2.1. Corrientes inerciales
 - 3.2.2. Balance geostrófico
 - 3.2.3. Corrientes geostróficas derivadas del campo de densidad y de datos de altimetría
- 3.3. Movimientos con fricción: Respuesta de la capa superficial del océano al forzamiento por viento
 - 3.3.1. Teoría de Ekman
 - 3.3.2. Transporte de Ekman.
 - 3.3.3. Surgencias costeras y ecuatoriales
 - 3.3.4. Rotacional y Divergencia del Esfuerzo del Viento

UNIDAD IV. Tópicos selectos

Competencia:

Analizar algunos de los procesos físicos de mesoescala y de gran escala en el océano y atmósfera, que resultan de las mediciones de instrumentación oceanográfica directa e indirecta, con una actitud analítica que favorezca la investigación, el trabajo colaborativo y la responsabilidad.

Contenido:

Duración: 9 horas

4.1 Circulación general del océano.

- 4.1.1. Corrientes oceánicas a gran escala.
- 4.1.2. Corrientes de Frontera Este y Oeste.
- 4.1.3. Giros oceánicos y su relación con la circulación atmosférica.
- 4.1.4. Corrientes, subcorrientes y contracorrientes ecuatoriales

4.2 Ondas. Mareas

4.3 Oscilación del Sur El Niño

4.4 Observaciones en el océano.

- 4.4.1 Medición por instrumentación oceanográfica directa.

4.5 Medición por satélites y radares (Nivel del mar, temperatura superficial, vientos, corrientes).

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Analizar un artículo científico, reporte o trabajo de investigación, identificando nombres de publicaciones científicas en el área de la oceanografía física y analizando las partes de que constan, con actitud crítica y reflexiva.	Revisión de la estructura de un reporte científico.	Proporcionar publicaciones sobre oceanografía física, analizar sus componentes, y manera de reportar las diferentes variables meteorológicas (al menos 6 revistas diferentes: JGR, JPO, Continental Shelf, Marine Science, etc.)	7 horas
2	Registrar de datos meteorológicos horarios de al menos un año, construir gráficos de variación diurna y estacional que permitan demostrar la capacitación alcanzada en el procesamiento de datos y su análisis de manera responsable.	Registrar la variabilidad temporal y espacial de parámetros meteorológicos. Temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica y viento. Viento: diagrama de astillas, rosa de vientos y esfuerzo	Proporcionar las series de datos meteorológicos tomados de alguna de las estaciones ubicadas en la región.	7 horas
3	Analizar los flujos de calor a través de la interface aire-mar, mediante el procesamiento de datos meteorológicos y de superficie del océano, con actitud crítica y propositiva.	Realizar gráficas de todas las variables meteorológicas y de la diferencia de temperatura aire-mar a lo largo del tiempo, describir e interpretar su comportamiento. Posteriormente, obtener y graficar los Flujos de Calor aire-mar e interpretar.	Proporcionar las series de datos meteorológicos y de temperatura superficial de alguna región local.	7 horas
4	Construir perfiles hidrográficos regularmente espaciados de distintas variables oceanográficas, mediante el uso de funciones MatLab, con actitud crítica, fomentando el trabajo colaborativo.	Interpolación 1D perfiles (T, S, O ₂). Realizar interpolaciones lineales (primero hacer ejemplos a mano de perfiles verticales de temperatura u otra variable, así como series de tiempo). Realizar ajustes por mínimos cuadrados.	Proporcionar perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, así como posiciones y tiempos de boyas de deriva. Funciones MatLab: interp1 y spline.	7 horas
5	Construir mallas bidimensionales funciones analíticas, datos de variables	Realizar interpolaciones con datos regularmente (irregularmente)	Proporcionar un par de funciones analíticas en 2D;	7 horas

	atmosféricas y oceanográficas para realizar interpolaciones con datos regularmente (irregularmente) distribuidos, mediante el uso de paquetes computacionales, con actitud analítica y crítica.	distribuidos. Interpolación 2D atmósfera.	datos de batimetría, atmosféricos y de superficie del océano distribuidos irregularmente. Uso de meshgrid, griddata, contour, pcolor, contourfill, etc.	
6	Establecer las funciones del agua de mar necesarias para el procesamiento de datos hidrográficos, mediante una exploración de las funciones CSIRO (EOS-80) y TEOS-10, con actitud analítica y propositiva fomentando el trabajo colaborativo.	Procesar datos hidrográficos, mediante una exploración de las funciones CSIRO (EOS-80) y TEOS-10	Proporcionar conjunto de datos hidrográficos. MatLab (CSIRO, SeaMat) http://woodshole.er.usgs.gov/operations/sea-mat/ http://woodshole.er.usgs.gov/operations/sea-mat/#Hydrographic Tools http://www.teos-10.org/	7 horas
7	Categorizar los distintos equipos de registro y observación oceanográficos, su manipulación, así como la ejecución de observaciones y muestreos en el mar, tanto a través de los principios teóricos, como la experiencia directa con los equipos y operaciones, con actitud crítica y reflexiva.	Preparar una Campaña Oceanográfico. Planeación de estaciones en la Bahía de Todos Santos	Proporcionar plan de campaña oceanográfica, formato de bitácora, así como las consideraciones que deben tenerse en cuenta para la planeación y ejecución de la misma.	6 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS PRACTICAS DE CAMPO				
1	Realizar un crucero oceanográfico en la Bahía de Todos Santos para obtener datos hidrográficos, mediante CTD, instrumentación meteorológica y llenado de bitácora, de manera responsable y honesta, y trabajando en equipo.	Observar los parámetros (termómetros, perfilador CTD) y meteorológicos (psicómetro, anemómetro, barómetro, etc.). Crucero Oceanográfico Bahía Todos Santos.	Proporcionar plan de campaña oceanográfica y las consideraciones que deben tenerse en cuenta para la planeación y ejecución de la misma. Asimismo, se proveerá en el buque de: Bitácora, Termómetro, Barómetro, Anemómetro, y CTD	2 horas
2	Procesado básico de las mediciones obtenidas en crucero oceanográfico: localización en un mapa las estaciones obtenidas, así como una revisión minuciosa en cuanto a la calidad de los datos meteorológicos y oceanográficos de superficie para posteriormente describir la distribución espacial, con actitud analítica y propositiva.	Procesar datos del crucero en la Bahía de Todos Santos.	Proporcionar los datos de superficie observaciones obtenidas en el crucero oceanográfico. (posición geográfica de los lances, datos meteorológicos y temperatura superficial del mar). Proporcionar registro de una Estación Meteorológica en los mismos días.	2 horas
3	Procesado y análisis de datos hidrográficos procedentes del instrumento CTD para describir la estructura vertical y horizontal en la Bahía de Todos Santos, con actitud analítica, propositiva y colaborativa.	Procesar datos del perfilador CTD de los datos del crucero en la Bahía de Todos Santos. Obtener perfiles, variabilidad espacial en contornos, gradientes, etc.	Uso de la funciones de MatLab (CSIRO, TEOS-10) http://woodshole.er.usgs.gov/operations/sea-mat/ http://www.teos-10.org/	2 horas
4	Análisis de datos de derivadores lagrangeanos, a través de sus trayectorias, velocidades y los forzantes que los generan, con actitud crítica y reflexiva.	Procesar datos del crucero en la Bahía de Todos Santos, construir diagramas de trayectorias, patrones de velocidad, obtener su correlación con forzantes	Proporcionar datos de derivadores de al menos de un día en duración. Datos de predicciones del nivel del mar, datos de viento. http://woodshole.er.usgs.gov/operations/sea-mat/	2 horas

5	Analizar el efecto que la temperatura y salinidad ejercen sobre la densidad del agua de mar, descubriendo que la diferencia de densidades genera agua que se estratifica en forma de capas, mediante la observación de un diseño experimental y la resolución de ejercicios propuestos, con actitud crítica y analítica.	Elaborar un experimento de : Masas de Agua. Diagramas T - S (Experimento de laboratorio para las corrientes termohalinas).	Cuba-canal con 2 subdivisiones, agua, sal, 2 colorantes, 2 recipientes, agitador, guantes y cronómetro. Conjunto de ejercicios.	2 horas
6	Analizar cómo se lleva a cabo el proceso de mezcla en un océano estratificado y no estratificado, así como el papel que juega el viento en dicho proceso, mediante la observación de un diseño experimental y la resolución de ejercicios propuestos, con actitud crítica y analítica.	Forzar con aire de la secadora. Tanque con agua dulce y otro con fluido estratificado en dos capas.	Cuba-canal con 2 subdivisiones, agua, sal, colorante, 2 recipientes, agitador, guantes y secador de pelo.	2 horas
7	Analizar el proceso de convección que se lleva a cabo durante la interacción de una masa de agua congelada y otra sin congelar, mediante la observación de un diseño experimental y la resolución de ejercicios propuestos, con actitud crítica y analítica.	Revisar de la doble difusión. Colocar el hielo coloreado en cada uno de los recipientes que contienen agua de mar a diferentes temperaturas (primero en uno, y luego en otro) y observa.	Un hielo de agua dulce y otro de agua de mar de la bahía, ambos coloreados, 2 recipientes con agua de mar a temperatura ambiente, un recipiente con agua de mar fría y un recipiente con agua dulce. Hacer combinaciones de hilo-recipiente y observar.	2 horas
8	Determinar el balance entre gradiente de presión y la fuerza de Coriolis (efecto de la rotación) presentes en un balance geostrófico, mediante la solución de ejercicios (se recomienda la observación de un fluido en una mesa rotatoria), para valorar la importancia de la rotación terrestre en un fluido, con actitud crítica y responsable.	Calcular las velocidades geostróficas y graficado de las Corrientes Geostróficas obtenidas. (Observación del comportamiento de un fluido estratificado en un sistema en rotación).	Mesa rotatoria, agua, sal, hielo, colorantes, agitador, recipientes, papel secante.	2 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS TALLER

1	Examinar la importancia de la atmosfera sobre la temperatura actual de la tierra, así como los factores que influyen en el calor almacenado en el océano con capacidad de análisis y actitud responsable.	Discutir en el grupo cuál sería la temperatura de la tierra si no existiera atmósfera, para esto se contemplan ejemplos del efecto de invernadero en diferentes condiciones hipotéticas. Se contextualiza la diferencia entre efecto de invernadero natural y antropogénico. Se plantea la ecuación que interviene en los flujos de Intercambio de calor aire-mar así como el transporte meridional oceánico, con capacidad	Se plantean ejercicios y lecturas selectas de material bibliográfico por el instructor.	horas
2	Analizar las diferentes escalas de los sistemas de vientos en general así como sus forzamientos con actitud crítica y analítica.	Discutir las escalas de viento local, sinóptico y de gran escala. Se presentan ejemplos en diferentes localidades globales.	Se plantean ejercicios y lecturas selectas de material bibliográfico por el instructor, para discutir en clase y tareas.	2 horas
3	Evaluar la ecuación de estado del agua de mar, su representación y nomenclatura en, así como los efectos de la temperatura, salinidad y presión sobre la densidad con actitud crítica. .	Plantear las formas en que la densidad del océano se puede obtener. Mostrar la ecuación de estado del agua de mar actual y su origen. Discutir mapas de contornos de la densidad para contrastar efectos en diferentes aguas oceánicas.	Planteamiento de ejercicios y lecturas selectas de material bibliográfico por el instructor. Se investiga sobre las formas actualizadas de la UNESCO para reportar variables termodinámicas.	2 horas
4	Examinar la estructura vertical y horizontal del océano de propiedades físicas en diferentes situaciones (capa mezclada, capa estratificada, capas profundas, frentes) con responsabilidad y crítica.	Presentar por equipo, de manera oral y escrita un tema selecto sobre la estructura de la atmosfera.	Lecturas, Referencias bibliográficas, publicaciones, y equipo audiovisual	2 horas
5	Examinar los mecanismos de formación de masas de agua y su distribución en las diferentes regiones con capacidad de análisis, y actitud responsable.	Obtener diagramas T/S para discutir las diferentes estructuras de masas de agua en condiciones diferentes.	Lecturas, Referencias bibliográficas, publicaciones, y equipo audiovisual	2 horas
6	Plantear la ecuación que rige los movimientos oceánicos y soluciones	Deducir las fuerzas de gradiente de presión, Coriolis, fricción, términos	Se plantean demostraciones, ejercicios	2 horas

	mediante aproximaciones. con capacidad de análisis, y actitud responsable	locales y advectivos.	y lecturas por parte el instructor.	
7	Explicar fenómenos oceánicos a diferentes escalas, así como la instrumentación oceanográfica para su monitoreo través de investigación bibliográfica e interpretación, con una actitud crítica y responsable.	Presentar por equipo, de manera oral y escrita un tema selecto sobre la circulación oceánica y ondas.	Lecturas, Referencias bibliográficas, publicaciones, y equipo audiovisual	2 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA, DOCENTE

El docente expondrá en clase el material completo del contenido del curso, auxiliándose de medios audiovisuales, lecturas e ilustraciones, exposición de investigadores en temas particulares, y solución de problemas en clase, generando un ambiente de discusión. Se asignará un tema por alumno o por grupos de trabajo (no más de 3 estudiantes por equipo), fomentando posiciones encontradas para debatir sobre los temas y concluir la comprensión de los principales procesos.

En laboratorio, el profesor deberá explicar la práctica en turno introduciendo el objetivo de la misma, los materiales a utilizar, procedimiento de la práctica y en su caso, ejemplos de los cálculos a realizar.

Se utilizarán la paquetería MatLab (SeaMat) en la elaboración de reportes de laboratorio, así como en el reporte final de cruceo (alternativamente, podrá utilizarse ODV).

ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE, ALUMNO

El estudiante, será responsable de la búsqueda y consulta de la bibliografía diversa que se recomiende en cada una de las unidades del curso, de las prácticas y material de laboratorio, de los temas selectos que se le asignen, del cumplimiento oportuno de las tareas y trabajos complementarios, de su participación activa en talleres, así como de los reportes de prácticas de laboratorio que permitan ejercitar los conocimientos asimilados.

Analizar un artículo científico, reporte o trabajo de investigación, con actitud crítica y reflexiva, para exponerlo durante la sesión de laboratorio (aviso de dicha actividad durante la sesión precedente de laboratorio).

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

Exámenes parciales	60%
Trabajo de tarea y exposiciones	10%
Trabajo y Reportes de laboratorio	20%
Trabajo y Reporte Final de crucero	10%

Nota. EL reporte del crucero consiste en realizar una Introducción, incluyendo antecedentes relacionando a los parámetros que se van a reportar. Descripción del área de estudio, objetivo (s), sinopsis de resultados, discusión, conclusión y referencias.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Básica	Complementaria
<p>TALLEY LD, GL Pickard, WJ Emery and JH Swift. 2011. Descriptive Physical Oceanography an Introduction. 6ta Ed. Elsevier. 555 pp. [Clásica]</p> <p>STEWART RH, 2008. Introduction to Physical Oceanography. Department of Oceanography. Texas A & M University Copyright 2008, September 2008 Edition. 312 pp. [Clásica] http://www.colorado.edu/oclab/sites/default/files/attached-files/stewart_textbook.pdf</p> <p>PICKARD, G y WJ Emery, 1990. Descriptive Physical Oceanography, An introduction, 3ra. Ed., Elsevier Press., 320 pp. [Clásica]</p> <p>TOMCZAK, M., y JS Godfrey 2003. Regional oceanography: An introduction. CSIRO Division of Oceanography, Tasmania, Australia. Pergamon Press. 2da. Ed.422 pp. [Clásica]</p> <p>POND S and JL Pickard (1983). Introductory Dynamical Oceanography. Pergamon Press. 2da. Ed. 329 pp. [Clásica]</p>	<p>The Open University, 1989. 1. Seawater: Its composition, properties and behavior 2. The Ocean Circulation. [Clásica]</p> <p>REYES Coca S. (2002). Introducción a la Meteorología. 2002. Libro de texto, 428. Editado por la UABC, 428 pp. [Clásica]</p> <p>J. M. y H. Bobbs (2006). Atmospheric Science, An Introductory Survey. Academic Press, 2da. Ed. 471 pp. [Clásica]</p> <p>THOMSON RE y WJ Emery, 2014. Data Analysis Methods in Physical Oceanography, 3ra. Ed: 729 pp.</p> <p>http://www.colorado.edu/oclab/sites/default/files/attached-files/stewart_textbook.pdf</p> <p>http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng_textbook/contents.html</p> <p>http://www.es.flinders.edu.au/~mattom/IntroOc/</p> <p>http://talleylab.ucsd.edu/ltalley/sio210/DPO/TALLEY_9780750645522_chapters1-2.pdf</p> <p>http://mathsci.ucd.ie/~plynch/</p>

X. PERFIL DEL DOCENTE

Preferentemente con Licenciatura en Oceanología o Físico con posgrado en ciencias naturales, con experiencia docente de campo, en el laboratorio y en el análisis de datos oceanográficos en el área de Física. 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.