



**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: Análisis de Datos Oceanográficos

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):

2

Horas clínicas (HCL):

0

Horas laboratorio (HL):

0

Horas extra clase (HE):

2

Créditos (CR): 6

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:

El programa de unidad de aprendizaje de Análisis de Datos Oceanográficos tiene el propósito de capacitar al alumno en materia de control de calidad y análisis de datos oceanográficos, así como su interpretación en términos de dinámica oceanográfica. Los conocimientos y habilidades adquiridos por el alumno le brindarán las herramientas necesarias para el estudio de la Oceanografía Física, Dinámica del Océano, y otras áreas de la Oceanografía permitiéndole desarrollar su capacidad para identificar y evaluar los efectos de las variaciones físicas climatológicas en el océano. Es recomendable tener conocimientos avanzados de programación.

Universidad Autónoma de Baja California
 Coordinación General de Investigación y Posgrado

Competencia de la unidad de aprendizaje:	Analizar distribuciones espacio temporales de variables oceanográficas, mediante la aplicación de métodos estadísticos, así como técnicas particulares de análisis de datos, con la finalidad de extraer señales dominantes en espacio y tiempo en el océano y la atmósfera, con actitudes de colaboración y responsabilidad.
Evidencia de aprendizaje (desempeño o producto a evaluar) de la unidad de aprendizaje:	Presentación de proyecto final: el alumno presenta de manera oral y escrita un tema oceanográfico en el que se integran y aplican los conocimientos teórico-prácticos de análisis temporal y espacial adquiridos.

Temario	
I. Nombre de la unidad: Adquisición de datos e interpolación	Horas: 6
Competencia de la unidad: Evaluar la confiabilidad estadística de registros de datos, por medio de técnicas estadísticas, para distinguir las limitaciones de un registro debidas al sistema de muestreo, con actitud crítica y responsable.	
Tema y subtemas:	
1.1. Características de un muestreo 1.1.1. Muestreo aleatorio 1.1.2. Muestreo probabilístico 1.2. Estadística Básica 1.2.1. Media 1.2.2. Mediana moda 1.2.3. Desviación estándar 1.2.4. Varianza 1.3. Derivación e integración 1.4. Interpolación y sus limitaciones 1.5. Interpolación en 1, 2, y 3 dimensiones 1.6. Interpolación objetiva	
Prácticas (taller):	Horas: 6
1. En la sesión 1, el instructor proveerá casos de estudio de series de tiempo muestreadas de manera uniforme, no uniforme, y con datos faltantes. Además, se proveerá al estudiante con datos satelitales en mallas regulares (temperatura superficial y concentración de clorofila) e irregulares (nivel del mar a lo largo de la ruta de un satélite en el espacio). Durante las sesiones el estudiante obtendrá los valores extremos (máximo y mínimo), así como los parámetros de media y varianza. Calculará la divergencia y el rotacional del viento, los cuales se utilizarán en sesiones posteriores de taller (2 horas). 2. Con la misma base de datos anterior se usará interpolación para obtener series regulares a partir de datos originalmente irregulares, e identificará las ventajas y riesgos del procedimiento. Asimismo, se realizará el procedimiento de interpolación espacial en una base de datos para generar datos sobre posiciones geográficas de otra malla (ejemplos de temperatura superficial y clorofila) (4 horas).	

Universidad Autónoma de Baja California
 Coordinación General de Investigación y Posgrado

II. Nombre de la unidad: Métodos de Estimación	Horas: 8
Competencia de la unidad: Evaluar los métodos de análisis de diferentes casos de estudio, mediante modelos matemáticos y ejemplos prácticos, para identificar y extraer las señales dominantes en distintos tipos de datos, con actitud crítica y responsabilidad.	
Tema y subtemas: 2.1. Mínimos cuadrados y regresión lineal 2.2. Relación entre regresión lineal y correlación 2.3. Correlación escalar y vectorial con y sin desfase 2.4. Ejes principales de variabilidad 2.5. Funciones empíricas ortogonales	
Prácticas (taller, laboratorio, clínicas, campo): 1. El estudiante trabajará con las bases de datos obtenidas previamente para efectuar una regresión lineal a datos de clorofila como función de la temperatura superficial del mar. Interpretará el signo de la pendiente obtenida por el método de mínimos cuadrados y realizará un reporte escrito de los resultados obtenidos durante la sesión (2 horas). 2. El estudiante calculará la correlación entre series de tiempo, con y sin desfase (por ejemplo, clorofila-temperatura superficial del mar-nivel del mar). Posteriormente, realizará correlaciones temporales entre parámetros que varían espacialmente (por ejemplo: clorofila-temperatura superficial del mar-viento-nivel del mar o alguna otra de las variables obtenidas en las sesiones anteriores) (2 horas). 3. Repetirá los cálculos entre series de tiempo por medio de correlación vectorial. Se pondrá énfasis en el concepto de autocorrelación o correlación serial (2 horas). 4. La complejidad de los análisis de series de tiempo aumenta con el incremento de información espacio-temporal disponible. El estudiante comparará los resultados obtenidos en la sesión anterior con la simpleza de representar las variables por medio de funciones empíricas ortogonales, y será capaz de analizar nuevamente las variables elegidas mediante esta técnica (2 horas).	Horas: 8

III. Nombre de la unidad: Análisis temporal	Horas: 10
Competencia de la unidad: Aplicar las principales herramientas estadísticas utilizadas en el análisis de datos oceanográficos y meteorológicos, mediante métodos matemáticos y ejercicios numéricos, para proponer métodos integradores capaces de resaltar información útil para un trabajo de investigación, con pensamiento crítico y responsable.	
Temas y subtemas: 3.1. Series de Fourier 3.2. Análisis Armónico 3.3. Análisis espectral 3.3.1. Espectro de series discretas 3.3.2. Efecto de la tasa de muestreo en el espectro 3.3.3. Suavizado de datos 3.4. Espectro cruzado 3.4.1. Funciones de correlación cruzada	

<p>3.4.2. Covarianza cruzada</p> <p>3.4.3. Amplitud, Fase y Coherencia</p> <p>3.5. Filtrado</p> <p>3.5.1. Técnicas de Filtrado comunes en oceanografía</p> <p>3.5.2. Medias corridas</p> <p>3.5.3. Filtros en el dominio de la frecuencia (temporales)</p> <p>3.5.4. Filtros en el dominio del número de onda (espaciales)</p> <p>3.5.5. Remoción de señales específicas en los datos:</p> <p>3.5.5.1. Olas</p> <p>3.5.5.2. Mareas</p> <p>3.5.5.3. Señal anual</p> <p>3.6. Wavelets</p> <p>3.6.1. La transformada Wavelet</p> <p>3.6.2. Algoritmos más comunes</p>	
<p>Prácticas (taller, laboratorio, clínicas, campo):</p> <p>1. En estas sesiones se utilizará la transformada de Fourier para determinar las frecuencias dominantes, y el análisis armónico para calcular amplitud y fase de las frecuencias elegidas de la transformada de Fourier. Se estimará el total de la varianza explicada para cada parámetro. Se utilizarán series de tiempo con frecuencias dominantes bien definidas (por ejemplo: nivel del mar, temperatura superficial) y sin frecuencias dominantes (por ejemplo: rotacional del viento, magnitud del viento, clorofila). El alumno reportará en una tabla los resultados de amplitud, fase, y varianza explicada para cada variable utilizada, así como las frecuencias dominantes. (2 horas)</p> <p>2. Los resultados obtenidos en la sesión anterior, se extenderán para cada localidad de una región previamente elegida. Se identificará, mediante la representación espacial de los resultados obtenidos por análisis armónico, la posible relación entre variables, para lo cual el estudiante realizará una presentación oral. (3 horas)</p> <p>3. Con datos de series de tiempo de varias variables, el estudiante calculará el espectro cruzado entre ellas, y será capaz de interpretar la coherencia y la fase obtenidas del espectro cruzado. (3 horas)</p> <p>4. El estudiante realizará el filtrado de series de tiempo para algunas variables (por ejemplo: temperatura superficial del mar, clorofila, viento, nivel del mar, rotacional del viento). Se trabajará con frecuencias de corte específicas con el fin de resaltar fenómenos oceanográficos conocidos como oleaje, mareas, frecuencia inercial, señal anual, etc. Se</p>	<p>Horas: 10</p>

Universidad Autónoma de Baja California
 Coordinación General de Investigación y Posgrado

interpretará la transformada wavelet y se contrastará con los resultados obtenidos por análisis espectral. (2 horas)	
--	--

IV. Nombre de la unidad: Aplicaciones de Análisis de Datos en Oceanografía	Horas: 8
---	-----------------

Competencia de la unidad: Aplicar técnicas de análisis espacial, mediante herramientas estadísticas utilizadas en oceanografía, para obtener información a partir de mediciones, con actitud crítica y orden.

Tema y subtemas:

4.1. Modos normales verticales

4.2. Cálculo de residuales

4.3. Análisis de señales

4.3.1. Señales dominantes (mareas y anual)

4.3.2. El Fenómeno de El Niño

4.3.3. Oscilación decadal

4.4. Procesos de Mesoescala

4.4.1. Propagación de Señales

4.5. Climatologías

Prácticas (taller, laboratorio, clínicas, campo):	Horas: 8
<p>1. Se proporcionará al estudiante datos de perfiles de viento y corrientes medidas a partir de ADCP en un anclaje. A través de funciones empíricas ortogonales se determinará si la circulación es Barotrópica o Baroclínica. Aplicando análisis espectral se determinarán las frecuencias dominantes en el anclaje, y el estudiante relacionará estas frecuencias con eventos oceánicos conocidos (2 horas).</p> <p>2. A partir de imágenes de satélite, el estudiante determinará regiones donde la señal anual es dominante, y a través del uso de filtros, identificará los años en los que el fenómeno de El Niño fue más intenso (2 horas).</p> <p>3. Mediante imágenes de satélite de nivel del mar, clorofila, y temperatura superficial del mar el alumno construirá diagramas de Hovmoller, y a partir de estos determinará la velocidad de propagación de algunos eventos oceánicos. En algunas variables será necesario filtrar en tiempo para resaltar la propagación de señales (4 horas).</p>	

Estrategias de aprendizaje utilizadas:
<ul style="list-style-type: none"> • Atender las explicaciones del profesor en el aula escolar y estudiar los temas señalados por él. • Realizar oportunamente las tareas y trabajos individuales y en equipo asignados por el profesor en tiempo y forma. • Revisar periódicamente el material visto en clase y compararlo con la presentación que del mismo se hace en la bibliografía. • Asistir frecuentemente a asesorías con el profesor, con el fin de resolver dudas y aclarar conceptos. • Elaborar un trabajo de investigación. • Participar del trabajo en equipo y colaborativo.

Universidad Autónoma de Baja California
Coordinación General de Investigación y Posgrado

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

Criterios de evaluación:

3 Exámenes teórico-prácticos	50%
Tareas y prácticas de taller.....	25%
Proyecto final.....	25%
Total.....	100%

Criterios de acreditación:

- 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:

Thomson, R.E. & Emery, W. (2014). *Data analysis methods in physical oceanography*. USA: Elsevier. Science. [clásico] GC57. T384 2014 EB

Wilks, D.E. (2020). *Statistical methods in the atmospheric sciences*. United Kingdom: Elsevier Science. ISBN 978-0-12-815823-4.

Witte, R.S. & Witte, J.S. (2017). *Statistics*. USA: Wiley. QA276.12 W58 2017

Fecha de elaboración / actualización: Agosto, 2020.

Perfil del profesor: El profesor que imparte este programa de unidad de aprendizaje debe contar con posgrado en un área de la Oceanografía, preferentemente con el grado de Doctorado, así como con experiencia y producción científica en estos temas.

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

Dr. Antonio Martínez Alcalá
Profesor de Tiempo Completo
FCM, CA de Dinámica de fluidos geofísicos

Dr. Rubén Castro Valdez
Profesor de Tiempo Completo
FCM, CA de Oceanografía Sinóptica

Dra. Sorayda Aime Tanahara Romero
Profesor de Tiempo Completo
FCM, CA de Dinámica de fluidos geofísicos

Dr. Reginaldo Durazo Arvizu
Profesor de Tiempo Completo
FCM, CA de Oceanografía Sinóptica

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. Héctor García Nava
Investigador de Tiempo Completo
IIO, CA de Procesos Litorales

Dr. Braulio Juárez Araiza
Investigador de Tiempo Completo
IIO, CA de Procesos Litorales