



**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: Estadística Multivariada

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):

3

Horas clínicas (HCL):

0

Horas laboratorio (HL):

0

Horas extra clase (HE):

3

Créditos (CR): 9

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 y responsabilidad social.

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.

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.

**Definiciones generales de la unidad de aprendizaje**

**Propósito general de esta unidad de aprendizaje:**

Esta unidad de aprendizaje tiene la finalidad de aportar al estudiante la habilidad de aplicar la estadística multivariada para evaluar las relaciones entre las condiciones oceanográficas, climatológicas y su relación con las variables químico-biológicas, y así realizar diagnósticos y análisis descriptivos y analíticos

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

	de forma crítica y objetiva de los resultados de estudios relacionados con la oceanografía costera.
<b>Competencia de la unidad de aprendizaje:</b>	Aplicar la estadística multivariada en la evaluación de procesos oceanográficos, mediante el estudio de las asociaciones entre variables y la aplicación de modelos estadísticos, referentes teóricos, ejercicios y análisis de datos oceanográficos y climatológicos, para realizar diagnósticos, análisis descriptivos y analíticos de estudios relacionados con la oceanografía costera, con una actitud propositiva e innovadora y de responsabilidad social.
<b>Evidencia de aprendizaje (desempeño o producto a evaluar) de la unidad de aprendizaje:</b>	Portafolio de evidencia: (a) presentación de proyecto, (b) seminario y (c) reporte científico en el que describa el desarrollo multivariado en el entorno de su base de datos y la interpretación de estos, (d) resolución de problemas y debates.

<b>Temario</b>	
<b>I. Nombre de la unidad:</b> Asociación entre dos o más variables	<b>Horas: 8</b>
<b>Competencia de la unidad:</b> Evaluar las principales herramientas de asociación entre dos o más variables, mediante referentes teóricos, ejercicios y análisis de datos, para definir el grado de asociación entre variables oceanográficas y climatológicas, con una actitud propositiva e innovadora y de responsabilidad social.	
<b>Tema y subtemas:</b>	
1.1. Coeficientes de asociación entre dos variables	
1.1.1. Asociación lineal de Pearson	
1.1.2. Asociación de Spearman	
1.2. Coeficientes de asociación entre varias variables	
1.2.1. Correlación canónica	
<b>Prácticas (taller):</b>	<b>Horas: 8 hs</b>
1. Resolución de problemas estadísticos utilizando los coeficientes de Pearson, Spearman y correlación canónica aplicados a datos encontrados en la literatura y derivados de su trabajo de tesis y debates en clase.	

<b>II. Nombre de la unidad:</b> Modelos de Regresión Empíricos	<b>Horas: 10</b>
<b>Competencia de la unidad:</b> Evaluar diferentes modelos de regresión empíricos, mediante referentes teóricos y ejercicios que consideren la relación entre las variables independientes y dependientes, para definir el grado de asociación y correlación entre variables oceanográficas y climatológicas, con una actitud propositiva e innovadora y de responsabilidad social.	
<b>Tema y subtemas:</b>	
2.1. Asociación entre dos variables (una dependiente y otra independiente). Regresión lineal simple como un caso particular de la regresión polinomial.	
2.1.1. Coeficiente de determinación	
2.1.2. Significancia de los coeficientes	
2.1.3. Significancia global del modelo	
2.2. Asociación entre varias variables independientes y una dependiente	

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

<b>2.2.1. Regresión múltiple por pasos</b>	
<b>Prácticas (taller):</b> 1. Resolución de problemas estadísticos donde se apliquen los modelos de regresión considerados en esta unidad usando datos de la literatura y derivados del trabajo de tesis del alumno y debates en clase.	<b>Horas: 10</b>
<b>III. Nombre de la unidad: Pruebas MANOVA, ANCOVA y MANCOVA</b>	
<b>Horas: 10</b>	
<b>Competencia de la unidad:</b> Evaluar los requisitos y algoritmos de las pruebas de MANOVA, ANCOVA y MANCOVA, mediante referentes teóricos, ejercicios y análisis de datos, para determinar el tipo de prueba indicado para establecer diferencias entre poblaciones de datos oceanográficas y climatológicas, con una actitud propositiva e innovadora y de responsabilidad social.	
<b>Tema y subtemas:</b> <b>3.1.</b> MANOVA (Análisis Múltiples de Varianza) <b>3.2.</b> ANCOVA (Análisis de covarianza) <b>3.3.</b> MANCOVA (Análisis múltiple de covarianza)	
<b>Prácticas (taller):</b> 1. Resolución de problemas estadísticos usando los análisis MANOVA, ANCOVA y MANCOVA, aplicados a datos de la literatura y derivados de su trabajo de tesis. Se incluyen debates en clase. 2. Seminario 1: el estudiante expondrá ante el grupo su propuesta de proyecto, haciendo énfasis en objetivos que se ajusten a su base de datos. Este se realizará durante el primer mes de clase.	<b>Horas: 10</b>
<b>IV. Nombre de la unidad: Análisis de agrupamiento o reducción de variables</b>	
<b>Horas: 10</b>	
<b>Competencia de la unidad:</b> Evaluar los principios numéricos de los análisis de agrupamiento y reducción de variables, mediante referentes teóricos y ejercicios basados en álgebra matricial, para integrar de forma eficiente y objetiva la información derivada de un conjunto de datos oceanográficas y climatológicas, con una actitud propositiva e innovadora y de responsabilidad social.	
<b>Tema y subtemas:</b> <b>4.1.</b> Análisis de Cluster y dendrogramas <b>4.2.</b> Análisis basados en álgebra matricial <b>4.2.1.</b> Eigenanálisis <b>4.2.1.1.</b> FEO (Funciones empíricas ortogonales) <b>4.2.1.2.</b> PCA (Análisis de componente principal resolución numérica) <b>4.2.1.3.</b> Análisis de Factor (PCA resolución gráfica)	
<b>Prácticas (taller):</b> 1. Resolución de problemas estadísticos usando los análisis de agrupamiento y aplicados a datos de la literatura y derivados de su trabajo de tesis. Se incluyen debates en clase. 2. Seminario 2: el estudiante expondrá una posible selección de pruebas estadísticas para comprobar sus objetivos. Además, se evaluará la contribución crítica de cada estudiante al trabajo de sus compañeros. 5%.	<b>Horas: 10</b>

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

<b>V. Nombre de la unidad:</b> Validación de agrupaciones	<b>Horas:</b> 10
<b>Competencia de la unidad:</b> Evaluar las bases del análisis discriminante, mediante referentes teóricos y ejercicios de clasificación de variables, para definir el proceso de validación de la correspondencia de un dato observado a un grupo predicho respecto a un grupo real de datos oceanográficas y climatológicas, con una actitud propositiva e innovadora y de responsabilidad social.	
<b>Tema y subtemas:</b> <b>5.1.</b> Análisis de Discriminante	
<b>Prácticas (taller):</b> 1. Resolución de problemas estadísticos usando análisis discriminante y aplicados a datos derivados de su trabajo de tesis. Se incluyen debates en clase. 2. Seminario 3: el estudiante expondrá de manera integral la totalidad del trabajo. Se evaluará la resolución de los análisis estadísticos seleccionados, la interpretación de sus resultados en relación a los objetivos planteados, su capacidad de responder preguntas por parte del maestro y del grupo, así como su capacidad de formular preguntas al trabajo de sus demás compañeros.	<b>Horas:</b> 10

<b>Estrategias de aprendizaje utilizadas:</b> El estudiante ejercitará su comprensión de los temas vistos en clase mediante la resolución de problemas y ejercicios, y en especial mediante el desarrollo de un proyecto final basado en datos reales tomados de su trabajo de tesis o proporcionados por el maestro.
<b>Criterios de evaluación:</b> Examen: 20% Resolución de problemas: 10% 3 Seminarios: 30% Proyecto y Reporte científico: 40% Total: 100%
<b>Criterios de acreditación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante debe cumplir con lo estipulado en el Estatuto Escolar vigente u otra normatividad aplicable.</li> <li>• Calificación en escala de 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70.</li> </ul>
<b>Bibliografía:</b> Berk, R. A. (2016). <i>Statistical Learning from a Regression Perspective</i> (2a. ed.). Springer International Publishing. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-319-44048-4">https://doi.org/10.1007/978-3-319-44048-4</a> . ( <a href="https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-44048-4">https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-44048-4</a> ) Bonamente, M. (2017). <i>Statistics and Analysis of Scientific Data</i> (2a. ed.). Springer-Verlag. <a href="https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6572-4">https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6572-4</a> . ( <a href="https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4939-6572-4">https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4939-6572-4</a> ) Fuenlabrada, S. & Fuenlabrada, I.R. (2014). <i>Probabilidad y estadística</i> (4a.ed.). USA: McGraw-Hill. [clásico] Forsyth, D. (2018). <i>Probability and Statistics for Computer Science</i> . Springer International Publishing. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-319-64410-3">https://doi.org/10.1007/978-3-319-64410-3</a> . ( <a href="https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-64410-3">https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-64410-3</a> ) Härdle, W. K. & Simar, L. (2015). <i>Applied Multivariate Statistical Analysis</i> (4a. ed.). Springer-Verlag. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-662-45171-7">https://doi.org/10.1007/978-3-662-45171-7</a> . ( <a href="https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-662-45171-7">https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-662-45171-7</a> )

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

- Harrell, F. (2015). *Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis* (2a. ed.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19425-7>. (<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-19425-7>)
- Heiberger, R. M. & Holland, B. (2015). *Statistical Analysis and Data Display: An Intermediate Course with Examples in R* (2a. ed.). Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2122-5>. (<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4939-2122-5>)
- Heumann, C., Schomaker, M. & Shalabh. (2016). *Introduction to Statistics and Data Analysis: With Exercises, Solutions and Applications in R*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46162-5>. (<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-46162-5>)
- Illowsky, B. & Dean, S. (2013). *Introductory Statistics*. USA: OpenStax, Rice University. Disponible en <https://openstax.org/details/books/introductory-statistics>. [clásico]
- Sheskin, D.J. (2000). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures* (2a. ed.). USA: Chapman and Hall. [clásico] QA276.25 S44 2000
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1995). *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research* (3a. ed.). USA: W.H. Freeman and Company. [clásico] QH323.5 S64 1995

**Nota:**

Se recomienda consultar:

<https://www.journals.elsevier.com/statistics-and-probability-letters/most-downloaded-articles>

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

**Perfil del profesor:** Contar con el grado de doctor en ciencias, con al menos dos años de experiencia docente y experiencia comprobable en el campo de la estadística aplicada a las Ciencias Marinas.

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

Dr. Eduardo Santamaria del Ángel  
Profesor de Tiempo Completo  
FCM, CA de Ecología del fitoplancton

Dra. Adriana González Silvera  
Profesor de Tiempo Completo  
FCM, CA de Ecología del fitoplancton

Dr. Jorge López Calderón  
Profesor de Tiempo Completo  
FCM, CA de Ecología del fitoplancton

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:

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

Dra. Miroslava Vivanco Aranda  
Profesor-Investigador de Tiempo Completo  
FCM, CA de Diagnóstico Ambiental Oceanográfico