

Estadística multivariada

ÁREA: ESTADÍSTICA

01 Presentación

De acuerdo con Krebs (1989), el progreso científico depende de buenos métodos y estos se pueden ubicar en dos componentes: (1) de tipo biológico y tecnológico y (2) un buen diseño y tratamiento de los datos. Este último componente es general para todas las disciplinas y la Biología no es la excepción. Los investigadores, así como los administradores de los sistemas naturales deben saber utilizar los métodos de análisis de sus datos para contestar eficientemente sus preguntas y tener elementos cuantitativos que soporten sus decisiones. Además, deben saber expresar en un lenguaje formal sus hallazgos y las respuestas a sus preguntas para que otros igualmente las entiendan en sus informes y publicaciones. Pero también deben entender el lenguaje científico común que otros investigadores presentan en sus informes y publicaciones, para fundamentar una mejor toma de decisiones. Solo de esta forma se vence el obstáculo que generalmente se presenta cuando se analiza artículos e informes y no entendemos los resultados estadísticos. ¡Entonces queda la sensación de que “esa parte de los resultados no la entendí” pero la puedo pasar por alto, si entiendo bien las conclusiones. Por medio de este curso teórico-práctico, mediante charlas del profesor se hará una introducción a los fundamentos conceptuales y la aplicación de los métodos de la estadística multivariada enfatizando en su aplicación para la investigación del mundo biológico. Se adquirirán criterios para proceder con los datos y aplicar herramientas multivariadas adecuadas. Se desarrollarán actividades prácticas o demostrativas para ilustrar los conceptos, tomar los datos y analizarlos con programas de computador. Muchos son los campos de acción del egresado de Biología que justifican la necesidad de una formación básica en la aplicación de técnicas multivariadas complementados por técnicas univariadas. La exigencia laboral en nuestro mundo multidimensional requiere de una capacidad para seleccionar los diseños adecuados, así como identificar y modelar las fuentes de variación en la naturaleza. De esta forma se puede diseñar investigaciones que conduzcan a innovaciones tecnológicas verificables, confiables y con niveles de incertidumbre conocidos, además de dirigir actividades de recolección, sistematización y análisis de datos multivariados en investigaciones biológicas con resultados confiables para la toma de decisiones experimentales.

02 Competencias genéricas

4

- Abstraer, analizar y sintetizar.
- Identificar, plantear y resolver problemas.
- Trabajar en equipo y autónomamente.

- Comunicar las ideas de forma oral y escrita.

03 Competencias específicas

4

- Formular conjeturas, establecer relaciones, justificar procedimientos y construir argumentos matemáticos válidos.
- Identificar, modelar y resolver situaciones problemáticas mediante estrategias matemáticas adecuadas, evaluando la pertinencia de los resultados.
- Expresar, interpretar y argumentar ideas matemáticas utilizando lenguaje verbal, simbólico, gráfico y tabular de manera clara y precisa.
- Representar situaciones del mundo real mediante modelos matemáticos, analizarlos, interpretar los resultados y valorar sus alcances y limitaciones.

04 Niveles de desempeño

4

Insuficiente menos del 60%

El estudiante no alcanza los desempeños mínimos esperados. Esto se evidencia en que presenta dificultades, en la mayoría de las situaciones planteadas, para organizar la matriz de datos y para seleccionar las técnicas multivariadas que corresponden al objetivo del análisis, y sus desarrollos resultan incompletos al interpretar las salidas del programa estadístico, sus intervenciones se limitan a respuestas breves que no desarrollan las ideas solicitadas, presenta imprecisiones en la comunicación de ideas estadísticas, su participación en las actividades propuestas es limitada y no cumple con la mayoría de los compromisos académicos establecidos.

Básico 60% - 74%

El estudiante alcanza los desempeños esperados. Esto se evidencia en que manipula y explora, con un desarrollo completo en la mayoría de los casos, bases de datos multidimensionales apoyándose en herramientas informáticas, y aplica técnicas descriptivas y de ordenación básicas sobre la matriz de datos, sus intervenciones responden a lo solicitado, comunica ideas estadísticas con claridad, cumple con las actividades propuestas y es responsable con sus compromisos académicos.

Alto 75% - 84%

El estudiante supera los desempeños esperados. Esto se evidencia en que selecciona con pertinencia la técnica multivariada según la naturaleza de los datos y el objetivo del estudio, aplica análisis de componentes principales, escalamiento no métrico, análisis de clúster y análisis discriminante, y desarrolla de manera completa la lectura de los resultados, interpretándolos en el contexto de la situación, sus intervenciones amplían o enriquecen la discusión, comunica ideas estadísticas con precisión y fluidez, participa de manera activa y propositiva en las actividades del curso, y cumple sus compromisos académicos con autonomía.

El estudiante supera ampliamente los desempeños esperados. Esto se evidencia en que construye soluciones a problemas con datos multidimensionales propios de su campo disciplinar, contrasta hipótesis multivariantes mediante MANOVA y pruebas permutacionales, y valida sus conclusiones mediante enfoques originales, como comparar medidas de distancia alternativas, examinar la estabilidad de la ordenación o discutir los supuestos del método empleado, sus intervenciones proponen ideas o preguntas que amplían los temas trabajados, comunica ideas estadísticas con rigor, demuestra liderazgo y colaboración en las actividades del curso, y toma la iniciativa para ir más allá de los compromisos académicos establecidos.

05 Aprendizajes esperados del curso

Resuelve problemas estadísticos con múltiples variables, manipulando y explorando las matrices de datos, como base del análisis multivariante. Reconoce, aplica e interpreta las técnicas multivariadas que se ajustan a contextos reales, apoyándose en herramientas informáticas. Construye soluciones a los problemas biológicos con datos multidimensionales, basado en principios y aplicaciones haciendo especial énfasis en el conocimiento, manejo y conservación de la biodiversidad.

06 Unidades temáticas

4

1 Manipulación y exploración de bases de datos multidimensionales

Introducción a la estadística multivariada. Manipulación de bases de datos en RStudio - Aplicaciones. Análisis exploratorio multivariado.

2 Técnicas multivariadas de ordenación

Ordenación multivariada - PCA. Ordenación multivariada - nMDS

3 Técnicas multivariadas de clasificación

Medidas/ índices coeficientes de distancias e Introducción a la clasificación multivariante. Clasificación multivariada: análisis de clúster. Clasificación multivariada - AD Lineal + ADC.

4 Pruebas de hipótesis multivariantes

Pruebas de Hipótesis - MANOVA. Pruebas de Hipótesis - MANOVA PERMUTACIONALES

07 Orientaciones pedagógicas

El Departamento de Matemáticas y Estadística concibe la enseñanza como un proceso orientado al desarrollo del pensamiento matemático y estadístico, mediante experiencias de aprendizaje que promuevan la comprensión conceptual, el razonamiento, la resolución

de problemas, la modelación, la interpretación de información y la comunicación rigurosa de ideas. Desde esta perspectiva, el aprendizaje trasciende la adquisición de contenidos y procedimientos, favoreciendo el desarrollo de capacidades que permitan a los estudiantes enfrentar con fundamento situaciones propias de su formación académica, profesional y ciudadana.

PRINCIPIOS ORIENTADORES

El presente marco establece los principios que orientan el diseño, desarrollo y evaluación de los cursos ofrecidos por el Departamento de Matemáticas y Estadística. Su finalidad es fortalecer la coherencia curricular, promover una cultura de calidad académica y ofrecer referentes compartidos para la práctica docente, respetando la autonomía profesoral y la diversidad de estrategias metodológicas propias de la educación superior.

Estos principios se sustentan en referentes nacionales e internacionales sobre la enseñanza de las matemáticas y la estadística, el diseño curricular basado en resultados de aprendizaje y el aseguramiento de la calidad en educación superior (Biggs & Tang, 2011; GAISE College Report ASA Revision Committee, 2021; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2014; National Research Council, 2001; OECD, 2023).

- 1. La enseñanza promueve el desarrollo de capacidades para comprender, razonar, representar, argumentar, modelar e interpretar situaciones desde perspectivas matemáticas y estadísticas. En consecuencia, los contenidos disciplinares constituyen un medio para desarrollar formas de pensamiento que permitan a los estudiantes comprender la realidad, enfrentar problemas complejos y transferir el conocimiento a diferentes contextos profesionales y sociales.**

En ese sentido, la enseñanza debe orientarse al desarrollo progresivo de conocimientos, habilidades y actitudes que permitan al estudiante comprender, modelar, analizar y resolver situaciones propias de su contexto académico y profesional. Los contenidos constituyen un medio para alcanzar los resultados de aprendizaje y no un fin en sí mismos.

- 2. El diseño de los cursos parte de resultados de aprendizaje claramente definidos que orientan las experiencias de enseñanza, las actividades de aprendizaje y los procesos de evaluación. Esta articulación favorece la coherencia curricular, proporciona claridad sobre las expectativas formativas y garantiza que las evidencias de aprendizaje reflejen los desempeños esperados al finalizar el proceso educativo.**

En consecuencia, toda actividad de enseñanza, aprendizaje y evaluación debe responder explícitamente a los resultados de aprendizaje definidos para el curso. La planeación de clases, las actividades propuestas y los instrumentos de evaluación deben mantener una alineación constructiva entre resultados, estrategias didácticas y evidencias de aprendizaje.

3. **El Departamento promueve experiencias de aprendizaje que permitan a los estudiantes utilizar los conocimientos matemáticos y estadísticos para analizar, representar e interpretar situaciones provenientes de diferentes disciplinas y contextos. La resolución de problemas, la modelación matemática y el análisis de datos favorecen la integración de conceptos, el desarrollo del razonamiento y la construcción de explicaciones fundamentadas, fortaleciendo la capacidad para comprender fenómenos y apoyar la toma de decisiones.**

Por lo tanto, la resolución de problemas constituye el principal contexto para la construcción y aplicación del conocimiento matemático y estadístico. Los estudiantes deben enfrentarse a situaciones que demanden interpretar, representar, modelar, argumentar, validar soluciones y comunicar resultados, favoreciendo el desarrollo del pensamiento matemático.

4. **El aprendizaje adquiere significado cuando los estudiantes comprenden las ideas fundamentales de la disciplina, establecen relaciones entre diferentes representaciones, justifican sus procedimientos y comunican sus conclusiones con precisión y rigor.**

En consecuencia, la enseñanza debe promover la comprensión de conceptos, propiedades y relaciones matemáticas antes de enfatizar la aplicación mecánica de algoritmos o procedimientos. Se favorecerá el establecimiento de conexiones entre diferentes representaciones, ideas y contextos. En ese sentido, los contenidos deben relacionarse, cuando sea pertinente, con problemas propios de las disciplinas profesionales de los estudiantes, favoreciendo la transferencia del conocimiento matemático y estadístico hacia contextos reales, científicos, tecnológicos y sociales.

5. **La práctica docente reconoce la diversidad de trayectorias de aprendizaje de los estudiantes y propicia ambientes académicos caracterizados por el respeto, la participación, la colaboración y el compromiso con el aprendizaje.**

Por lo tanto, la evaluación debe concebirse como un proceso continuo de retroalimentación que permita identificar avances, dificultades y oportunidades de mejora. Se promoverá la utilización de estrategias diagnósticas, formativas y sumativas coherentes con los resultados de aprendizaje y los criterios de evaluación establecidos.

Asimismo, la incorporación de recursos tecnológicos debe fortalecer la comprensión conceptual, la experimentación, la visualización, la modelación, el análisis de datos y la resolución de problemas, evitando que las herramientas tecnológicas sustituyan el razonamiento matemático.

CONSIDERACIONES FINALES

Los principios establecidos en este documento constituyen un marco institucional para orientar el desarrollo de los cursos del Departamento de Matemáticas y Estadística. Su propósito no es definir metodologías únicas de enseñanza ni limitar la autonomía profesoral, sino ofrecer referentes compartidos que contribuyan a la calidad académica, la coherencia curricular y el logro de los resultados de aprendizaje.

- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. Applied Multivariate Statistical Analysis. Pearson.
- Peña, D. Análisis de datos multivariantes. McGraw-Hill.
- Everitt, B., & Hothorn, T. An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R. Springer.
- Legendre, P., & Legendre, L. Numerical Ecology. Elsevier.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. Análisis multivariante. Pearson Educación.