

Diseño y análisis de experimentos

ÁREA: ESTADÍSTICA

01 Presentación

La necesidad de profesionales en ingeniería y ciencias básicas (como biología) de desarrollar habilidades para innovar, diseñar, mejorar e implementar soluciones, experimentos y procesos es primordial en el panorama actual. El curso de Diseño y Análisis de Experimentos tiene como propósito dentro de la formación de estos profesionales, el brindar las herramientas esenciales para identificar factores clave, optimizar condiciones operativas o experimentales y tomar decisiones robustas basadas en datos, las cuales son indispensable tanto en un entorno altamente competitivo y orientado a la calidad, como en la búsqueda de rigor científico y descubrimiento. Además, esta área de formación contribuye sustancialmente al desarrollo de competencias transversales fundamentales como el pensamiento analítico, la resolución de problemas (incluyendo la resolución de retos experimentales) y la creatividad, fortaleciendo la capacidad para liderar procesos de mejora continua, proponer soluciones sostenibles e innovadoras y avanzar el conocimiento, tanto en un mercado globalizado como en un mundo científico en constante evolución. Así, al finalizar el curso, el estudiante que aprueba debe ser capaz de diseñar y analizar experimentos de manera rigurosa, seleccionando y aplicando metodologías estadísticas apropiadas para identificar factores influyentes, optimizar procesos o sistemas, y generar conocimiento robusto y basado en evidencia, lo que le permitirá la toma de decisiones informadas en contextos de su quehacer profesional, la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

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 identificar los factores, los niveles y las unidades experimentales y para proponer un diseño que corresponda al objetivo del estudio, y sus desarrollos resultan incompletos al interpretar la tabla de análisis de varianza, 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 reconoce y aplica, con un desarrollo completo en la mayoría de los casos, los principios de la experimentación, analiza diseños completamente al azar y con bloques completos al azar, y verifica los supuestos del modelo apoyándose en la tecnología, 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 el diseño experimental según los objetivos y las restricciones del estudio, analiza diseños factoriales generales y 2^k , con bloques o fraccionados, y desarrolla de manera completa el análisis estadístico correspondiente, interpretando los resultados 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.

Avanzado **85% - 100%**

El estudiante supera ampliamente los desempeños esperados. Esto se evidencia en que diseña experimentos para problemas de su quehacer profesional o investigativo, optimiza procesos mediante modelos de superficie de respuesta y diseños robustos, y valida sus conclusiones mediante enfoques originales, como contrastar modelos alternativos, evaluar la potencia del diseño o discutir el alcance de la inferencia obtenida, 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

Diseña y analiza experimentos de manera rigurosa, seleccionando y aplicando metodologías estadísticas apropiadas para identificar factores influyentes, optimizar procesos o sistemas, y generar conocimiento robusto y basado en evidencia, que permitan la toma de decisiones informadas en contextos de su quehacer profesional, la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

06 Unidades temáticas

3

1 Introducción al diseño experimental

Conceptos fundamentales de estadística inferencial y diseño de experimentos, principios y etapas de experimentación, y tipos de modelos estadísticos para diseños experimentales. Diseño y análisis de experimentos completamente aleatorizados: análisis de varianza de un factor y pruebas no paramétricas (Kruskal Wallis y ANOVA Welch). Diagnóstico de los residuales del modelo y transformaciones (raíz cuadrada, logarítmica, inversa). Pruebas de comparaciones múltiples: LSD, Tukey, Bonferroni, Duncan.

2 Diseños factoriales

Diseño y análisis de diseños con bloques Completos al Azar (DBCA) y Diseños Balanceados. Modelos lineales generales. Diseños factoriales generales. Diseños factoriales 2^k : Sin bloque, con bloque y fraccionados.

3 Optimización de modelos

Puntos Centrales 2^k . Diseños factoriales robustos. Modelos con superficies de respuesta.

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.

08 Bibliografía

4

- Montgomery, D. C. Diseño y análisis de experimentos. Limusa Wiley.
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. Análisis y diseño de experimentos. McGraw-Hill.
- Kuehl, R. O. Diseño de experimentos: Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Thomson Learning.
- Box, G. E. P., Hunter, J. S., & Hunter, W. G. Estadística para investigadores: Diseño, innovación y descubrimiento. Reverté.