

DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

PRIMER SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Introducción a la Investigación	
Objetivo Desarrollar las competencias científicas y metodológicas necesarias para concebir, estructurar y ejecutar proyectos de investigación de alto nivel en el ámbito de las ciencias de la ingeniería, promoviendo la generación de conocimiento original, pertinente y de impacto. Se enfatiza el uso de enfoques rigurosos, innovadores e interdisciplinarios para resolver problemas complejos, así como la capacidad de comunicar los resultados de manera efectiva en contextos académicos y científicos, integrando principios éticos y responsabilidad social en todo el proceso investigativo.	
Unidades	Objetivo particular
Introducción a la investigación científica y tecnológica - Definición y características de la investigación - Tipos de investigación: básica, aplicada, documental, experimental - Proceso de investigación: etapas y ciclo investigativo - Importancia y aplicación en ingeniería Formulación y planteamiento del problema - Identificación del problema de investigación - Formulación del problema y preguntas de investigación - Objetivos generales y específicos - Justificación y delimitación del estudio Diseño metodológico y técnicas de investigación - Métodos cualitativos y cuantitativos - Diseño experimental y no experimental - Técnicas de recolección de datos: encuestas, entrevistas, observación - Instrumentos y validación Análisis y procesamiento de datos - Estadística descriptiva e inferencial - Uso de software para análisis de datos - Interpretación de resultados - Validación y confiabilidad Redacción y presentación de resultados - Estructura de un informe o artículo científico - Normas de citación y referencias bibliográficas - Técnicas de presentación oral y visual	Introducción a la investigación científica y tecnológica Comprender los fundamentos, tipos y etapas del proceso de investigación, así como su importancia en la ingeniería para la generación de conocimiento y solución de problemas. Formulación y planteamiento del problema Desarrollar la capacidad para identificar, delimitar y plantear problemas de investigación claros y pertinentes, fundamentando su relevancia y formulando objetivos específicos. Diseño metodológico y técnicas de investigación Conocer y aplicar métodos y técnicas de investigación cualitativa, cuantitativa y mixta, así como seleccionar instrumentos adecuados para la recolección y análisis de datos. Análisis y procesamiento de datos Implementar herramientas y técnicas estadísticas y computacionales para el análisis riguroso de datos obtenidos en investigaciones, facilitando la interpretación y validación de resultados. Redacción y presentación de resultados Desarrollar habilidades para la elaboración de informes científicos, artículos y presentaciones claras, coherentes y éticas,

Publicación y difusión científica	que comuniquen efectivamente los hallazgos de la investigación.
Metodología de trabajo	
La asignatura se imparte en modalidad presencial, mediante una combinación de clases expositivas, análisis de textos científicos, talleres prácticos y trabajo colaborativo enfocado en el desarrollo de proyectos de investigación. Se promoverá el aprendizaje activo mediante la discusión crítica, la resolución de problemas y la aplicación contextualizada de los conceptos y métodos de investigación científica y tecnológica en el ámbito de la ingeniería. Durante las sesiones, el estudiantado participará en actividades como la formulación de problemas de investigación, elaboración de preguntas y objetivos, análisis de casos reales, y diseño metodológico. Se realizarán prácticas orientadas a la recolección y análisis de datos, utilizando técnicas cualitativas y cuantitativas, así como herramientas estadísticas y software especializado para el procesamiento de información. Además, se llevarán a cabo simulaciones de presentación de resultados en formatos académicos, fomentando el desarrollo de habilidades comunicativas orales y escritas. El proceso de aprendizaje se reforzará mediante lecturas dirigidas, análisis crítico de artículos científicos, construcción de marcos teóricos, diseño de instrumentos de recolección de datos, elaboración de informes parciales y redacción de un anteproyecto de investigación. Se incorporarán normas de citación y principios éticos de la práctica científica en todas las etapas del curso. La evaluación será continua y formativa, centrada en el seguimiento del avance de los proyectos de investigación. Se valorará la claridad y coherencia en la formulación del problema, el rigor metodológico, la argumentación basada en evidencia, la pertinencia de las fuentes consultadas, así como la calidad de la presentación escrita y oral de los resultados. La retroalimentación será constante para fortalecer las competencias investigativas del estudiantado.	
Criterios de evaluación	
• Claridad y coherencia en la formulación de preguntas y objetivos • Rigor en la revisión y análisis bibliográfico • Aplicación correcta de métodos y técnicas de investigación • Capacidad de argumentación y justificación científica • Organización y presentación adecuada de documentos	
Bibliografía	
Básica: • Hernández-Sampieri, R., Mendoza-Torres, C. P., & Baptista-Lucio, M. P. (2021). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (7ª ed.). McGraw-Hill. • Sabino, C. (2020). El proceso de investigación: Introducción a la metodología científica (6ª ed.). Panapo. • Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2022). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (6th ed.). SAGE Publications. Complementaria: • Flick, U. (2020). Introducing Research Methodology: A Beginner's Guide to Doing a Research Project (3rd ed.). SAGE Publications. • Given, L. M. (Ed.). (2020). The SAGE Encyclopedia of Qualitative Research Methods. SAGE Publications.	

- Punch, K. F., & Oancea, A. (2021). Introduction to Research Methods in Education (3rd ed.). SAGE Publications

Nombre de la Asignatura: Estadística Matemática

Objetivo

Proporcionar una comprensión profunda y crítica de los principios y métodos de la inferencia estadística, con énfasis en su aplicación en el análisis de datos complejos y fenómenos aleatorios en el ámbito de la ingeniería. Se busca que el estudiante sea capaz de seleccionar, aplicar y justificar técnicas estadísticas avanzadas para modelar, interpretar y comunicar resultados de investigación científica, promoviendo la toma de decisiones basada en evidencia y el desarrollo de soluciones innovadoras y pertinentes.

Unidades

Objetivo particular

Fundamentos de Probabilidad

- Espacio muestral y eventos
- Reglas de probabilidad
- Probabilidad condicional e independencia
- Teorema de Bayes
- Variables aleatorias discretas y continuas

Fundamentos de Probabilidad

Comprender los conceptos fundamentales de probabilidad que sustentan el análisis estadístico de fenómenos aleatorios.

Funciones de Distribución

- Funciones de densidad y distribución
- Distribuciones discretas: binomial, geométrica, Poisson
- Distribuciones continuas: uniforme, exponencial, normal
- Funciones de distribución conjunta y marginal

Funciones de Distribución

Analizar y aplicar funciones de distribución de probabilidad para modelar fenómenos en ingeniería y ciencias aplicadas.

Teoría de Muestreo y Estadísticos

- Tipos de muestreo
- Estadísticos y sus distribuciones muestrales
- Teorema del Límite central
- Sesgo, varianza y eficiencia de un estimador

Teoría de Muestreo y Estadísticos

Entender y aplicar técnicas de muestreo y propiedades de los estadísticos para la estimación de parámetros poblacionales.

Estimación de Parámetros

- Estimación puntual: método de momentos y máxima verosimilitud
- Propiedades de los estimadores: insesgadez, consistencia y eficiencia
- Intervalos de confianza para medias, proporciones y varianzas

Estimación de Parámetros

Desarrollar habilidades para estimar parámetros poblacionales mediante métodos puntuales y por intervalos con rigor matemático.

Pruebas de Hipótesis

- Hipótesis nula y alternativa
- Errores tipo I y tipo II
- Pruebas de una y dos colas
- Pruebas para una y dos muestras (media, proporción, varianza)

Pruebas de Hipótesis

Formular y aplicar pruebas estadísticas para validar hipótesis en problemas de ingeniería e investigación aplicada.

• Pruebas no paramétricas básicas	
Metodología de trabajo	
La asignatura se desarrolla en modalidad presencial, mediante una combinación de exposiciones teóricas, resolución de problemas matemáticos, análisis de casos aplicados a la ingeniería y prácticas con herramientas computacionales. Se promoverá un enfoque activo y reflexivo del aprendizaje, que estimule el razonamiento lógico, la argumentación matemática y la aplicación contextualizada de los métodos estadísticos para la toma de decisiones fundamentadas.	
Durante las sesiones, los estudiantes participarán en actividades como la deducción y demostración de propiedades estadísticas, resolución de ejercicios numéricos, simulaciones de fenómenos aleatorios y experimentos virtuales. Se integrará el uso de software estadístico (como R, Python o Excel) para el análisis de datos reales, la construcción de funciones de distribución, la simulación de procesos de muestreo y la ejecución de pruebas de hipótesis.	
El aprendizaje será reforzado mediante la elaboración de reportes técnicos, actividades prácticas individuales y colaborativas, guías de ejercicios, análisis de artículos científicos que utilicen inferencia estadística, y proyectos cortos que incluyan el modelado y análisis de datos en contextos reales o simulados. Se enfatizará la interpretación rigurosa de resultados, así como la justificación del método estadístico seleccionado para cada problema.	
La evaluación será continua y formativa, basada en la precisión del desarrollo matemático, la correcta aplicación de técnicas de estimación e inferencia, el uso adecuado de software estadístico y la capacidad del estudiante para interpretar resultados y comunicar sus hallazgos de forma clara y coherente. La retroalimentación del docente será constante para consolidar competencias analíticas y metodológicas.	
Criterios de evaluación	
• Precisión en el desarrollo matemático de conceptos estadísticos • Correcta aplicación de métodos de estimación e inferencia • Razonamiento lógico y coherente en la resolución de problemas • Uso adecuado de herramientas computacionales estadísticas	
Bibliografía	
<i>Básica:</i> • Casella, G., & Berger, R. L. (2021). Statistical Inference (3rd ed.). Cengage Learning. • Wackerly, D. D., Mendenhall, W., & Scheaffer, R. L. (2021). Mathematical Statistics with Applications (8th ed.). Cengage. • Rice, J. A. (2021). Mathematical Statistics and Data Analysis (4th ed.). Cengage. <i>Complementaria:</i> • Agresti, A. (2021). Foundations of Statistics for Data Scientists: With R and Python (1st ed.). CRC Press. • Blitzstein, J. K., & Hwang, J. (2022). Introduction to Probability (2nd ed.). Chapman and Hall/CRC.	
Nombre de la Asignatura: Modelos y Algoritmos de Optimización	
Objetivo	
Desarrollar en el alumno competencias avanzadas para la formulación, análisis y solución de problemas de optimización en la ingeniería, mediante el diseño y aplicación de modelos matemáticos rigurosos y algoritmos computacionales especializados. Se busca que el estudiante sea capaz de proponer soluciones innovadoras y sustentadas para sistemas complejos,	

contribuyendo a la investigación científica y tecnológica con una visión crítica, ética y orientada a la mejora continua de procesos en contextos multidisciplinarios.	
Unidades	Objetivo particular
Fundamentos de la optimización - Definición y tipos de problemas de optimización - Optimización continua vs. discreta - Elementos de un problema de optimización - Función objetivo y restricciones - Formulación matemática de problemas reales Optimización lineal y entera - Programación lineal: método simplex - Dualidad y análisis de sensibilidad - Programación entera: formulación y aplicaciones - Método de ramificación y acotamiento (branch and bound) Optimización no lineal - Condiciones de optimalidad: Lagrange, KKT - Métodos de gradiente y descenso - Algoritmos para funciones convexas y no convexas - Optimización restringida y no restringida Aplicaciones de la optimización en ingeniería - Optimización en diseño de procesos e ingeniería industrial - Aplicaciones en energía, logística y manufactura - Estudios de caso con datos reales - Evaluación del desempeño de soluciones - Presentación de proyectos y propuestas de mejora	Fundamentos de la optimización Comprender los conceptos básicos, clasificación y formulación general de problemas de optimización, así como el papel que juegan en la ingeniería y la investigación aplicada. Optimización lineal y entera Aplicar técnicas clásicas de programación lineal y entera para resolver problemas estructurados, mediante métodos exactos. Optimización no lineal Analizar y resolver problemas de optimización con funciones objetivo y restricciones no lineales, utilizando métodos analíticos y numéricos. Aplicaciones de la optimización en ingeniería Desarrollar modelos de optimización en distintos dominios de la ingeniería para resolver problemas reales con restricciones prácticas.
Metodología de trabajo	
La asignatura se desarrolla en modalidad presencial, mediante sesiones que combinan la exposición teórica de fundamentos matemáticos con actividades prácticas orientadas a la formulación y resolución computacional de problemas de optimización en contextos reales de la ingeniería. Se fomentará el aprendizaje activo mediante el análisis crítico, la solución colaborativa de casos, y la implementación de algoritmos especializados en entornos de programación científica. Durante el curso, los estudiantes realizarán ejercicios individuales y en equipo enfocados en la identificación de estructuras problemáticas, la construcción de modelos matemáticos, y la	

aplicación de técnicas como el método simplex, la dualidad, la programación entera, los métodos de optimización no lineal y la resolución mediante algoritmos numéricos. Se emplearán herramientas computacionales como Python, MATLAB o solvers especializados (por ejemplo, Gurobi o CPLEX) para implementar soluciones eficientes.

Asimismo, se promoverá el análisis de estudios de caso relacionados con distintas áreas de la ingeniería, tales como energía, manufactura, logística o diseño de procesos, con el fin de aplicar los modelos de optimización en situaciones de alta complejidad y con múltiples restricciones. Los estudiantes desarrollarán proyectos integradores donde deberán presentar propuestas fundamentadas, con base en datos reales y bajo criterios de viabilidad técnica y ética.

El aprendizaje se reforzará con la lectura de artículos científicos, el estudio de algoritmos clásicos y contemporáneos, la elaboración de reportes técnicos y la presentación oral de avances de proyecto. Se estimulará el razonamiento matemático, la evaluación crítica de resultados y la comunicación clara de las decisiones adoptadas durante el proceso de optimización.

La evaluación será continua y formativa, centrada en la correcta formulación de modelos, la elección argumentada de métodos de resolución, la precisión en la codificación y ejecución de algoritmos, así como en la capacidad de interpretar y comunicar los resultados. Se valorará también la originalidad de las propuestas y la pertinencia de las soluciones planteadas ante problemas complejos.

Criterios de evaluación

- Correcta formulación de modelos de optimización
- Justificación de la elección de algoritmos
- Precisión en la implementación computacional
- Análisis crítico de resultados
- Claridad en la presentación de ideas
- Aplicación efectiva del conocimiento a problemas complejos

Bibliografía

Básica:

- Bertsimas, D., & Tsitsiklis, J. N. (2020). Introduction to Linear Optimization. Athena Scientific.
- Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2021). Convex Optimization. Cambridge University Press.
- Rardin, R. L. (2022). Optimization in Operations Research. Pearson.

Complementaria:

- Nocedal, J., & Wright, S. J. (2022). Numerical Optimization (3rd ed.). Springer.
- Simon, D. (2020). Evolutionary Optimization Algorithms. Wiley.

Nombre de la Asignatura: **Herramientas y Tecnologías**

Objetivo

Desarrollar en el estudiante las competencias necesarias para seleccionar, adaptar, implementar y evaluar herramientas y tecnologías avanzadas que potencien la investigación y la innovación en ingeniería, a través del análisis crítico de sus fundamentos, alcances y aplicaciones. El objetivo es integrar estas tecnologías en procesos científicos y tecnológicos complejos, promoviendo soluciones con alto impacto académico, industrial y social, sustentadas en principios éticos y de sostenibilidad.

Unidades	Objetivo particular
Fundamentos de herramientas tecnológicas aplicadas a la ingeniería • Panorama actual de herramientas tecnológicas • Clasificación y criterios de selección Entornos de desarrollo y lenguajes de programación • IDEs y sistemas de control de versiones • Lenguajes de programación de alto nivel • Frameworks y librerías especializadas Tecnologías emergentes para la ingeniería • Internet de las Cosas (IoT) • Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático • Realidad aumentada y virtual Plataformas colaborativas y gestión de proyectos tecnológicos • Herramientas de gestión de proyectos (Trello, Jira, Asana) • Plataformas de trabajo colaborativo (GitHub, GitLab, Google Workspace) • Métodos ágiles (Scrum, Kanban)	Fundamentos de herramientas tecnológicas aplicadas a la ingeniería Comprender el papel de las herramientas tecnológicas en los procesos de ingeniería y su impacto en la resolución de problemas. Entornos de desarrollo y lenguajes de programación Aplicar entornos de desarrollo y lenguajes de programación modernos en la solución de problemas específicos de ingeniería. Tecnologías emergentes para la ingeniería Analizar y emplear tecnologías emergentes con potencial de impacto en el desarrollo de soluciones innovadoras. Plataformas colaborativas y gestión de proyectos tecnológicos Implementar herramientas colaborativas para la planificación, ejecución y seguimiento de proyectos de ingeniería.
Metodología de trabajo La asignatura se imparte en modalidad presencial, combinando sesiones teórico-prácticas, talleres tecnológicos, análisis de casos reales y trabajo colaborativo enfocado en la integración de herramientas y tecnologías emergentes en procesos de ingeniería. El enfoque didáctico estará centrado en el aprendizaje activo y aplicado, promoviendo la resolución de problemas mediante el uso estratégico de tecnologías relevantes y actualizadas. Durante el desarrollo del curso, los estudiantes explorarán entornos de desarrollo, lenguajes de programación, frameworks y plataformas colaborativas mediante ejercicios guiados y prácticas libres. Se realizarán sesiones dedicadas a la instalación, configuración y puesta en marcha de sistemas de control de versiones, entornos de desarrollo integrados (IDEs) y bibliotecas especializadas. Asimismo, se fomentará la experimentación con tecnologías emergentes como IoT, inteligencia artificial, realidad aumentada y realidad virtual, a través de prototipos funcionales y pruebas de concepto. El aprendizaje será reforzado mediante lecturas seleccionadas, análisis de artículos científicos y técnicos, discusiones grupales y presentaciones de avances. Se promoverá la reflexión ética y crítica sobre el uso de tecnologías, considerando criterios de sostenibilidad, seguridad, eficiencia y escalabilidad. La evaluación será continua y formativa, con énfasis en la correcta instalación y uso de herramientas, la capacidad de justificar decisiones tecnológicas, la eficiencia en el desarrollo de	

soluciones, y la calidad de la documentación técnica. Se valorará la integración coherente de múltiples tecnologías en un entorno funcional y la participación activa en entornos colaborativos.

Criterios de evaluación

- Correcta instalación y uso de herramientas tecnológicas
- Capacidad para comparar y justificar la selección de herramientas
- Eficiencia en el desarrollo de soluciones tecnológicas
- Documentación clara y detallada del uso de herramientas
- Capacidad para integrar múltiples tecnologías en un entorno funcional

Bibliografía

Básica:

- Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson.
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2021). Computer Networking: A Top-Down Approach (8th ed.). Pearson.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2020). Deep Learning. MIT Press.

Complementaria:

- Bass, L., Weber, I., & Zhu, L. (2020). DevOps: A Software Architect's Perspective. Addison-Wesley Professional.
- Fitzgerald, B., & Stol, K.-J. (2020). Continuous Software Engineering. Springer.

SEGUNDO SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Seminario de Investigación I	
Objetivo Desarrollar en el doctorando la capacidad para formular con rigor y claridad su proyecto de investigación doctoral, identificando problemas complejos en su área de especialización, sustentando teóricamente su propuesta, y articulando un protocolo sólido con hipótesis, objetivos y planteamientos metodológicos iniciales, con base en una revisión sistemática y crítica del estado del arte.	
Unidades	Objetivo particular
Identificación y delimitación del problema de investigación • Tipos de problemas científicos • Características de un problema de investigación doctoral • Delimitación temática, temporal y espacial • Planteamiento del problema vs. necesidad social o tecnológica • Justificación del estudio y su impacto potencial Revisión crítica del estado del arte • Estrategias de búsqueda en bases de datos científicas (Scopus, WoS, IEEE, etc.) • Técnicas de revisión sistemática y mapeo de literatura • Identificación de vacíos y áreas de oportunidad • Análisis bibliométrico • Escritura crítica del estado del arte Planteamiento teórico y conceptual • Construcción de un marco teórico coherente • Modelos conceptuales y su aplicación en ingeniería • Integración de enfoques interdisciplinarios • Construcción de supuestos teóricos • Rol de los marcos normativos, tecnológicos o contextuales Estructura inicial del protocolo de investigación • Redacción de objetivos • Formulación de hipótesis y variables • Preguntas de investigación y su alineación con objetivos • Enfoques metodológicos (cuantitativo, cualitativo, mixto) • Bosquejo del diseño metodológico general	Identificación y delimitación del problema de investigación Formular el problema de investigación con claridad y pertinencia, considerando su impacto en el contexto científico, tecnológico y social. Revisión crítica del estado del arte Realizar una revisión sistemática de literatura científica avanzada que permita ubicar la investigación en el contexto actual, identificando vacíos de conocimiento y tendencias emergentes. Planteamiento teórico y conceptual Establecer el marco teórico-conceptual de referencia que dé sustento a la investigación, con base en teorías, modelos y antecedentes relevantes. Estructura inicial del protocolo de investigación Formular objetivos, preguntas de investigación e hipótesis claras y viables, así como delinear el enfoque metodológico general de la investigación.

Metodología de trabajo
La asignatura se imparte en modalidad presencial y se estructura como un espacio de acompañamiento académico intensivo, centrado en el desarrollo del proyecto de investigación doctoral. Las sesiones combinarán exposiciones temáticas, discusiones dirigidas, análisis crítico de textos científicos y talleres de escritura académica. El enfoque metodológico será participativo, reflexivo y orientado a la producción progresiva del protocolo de investigación, favoreciendo el intercambio de ideas y la retroalimentación continua. Las actividades formativas incluirán talleres de redacción académica, presentaciones parciales del avance del protocolo, análisis colectivo de problemáticas de investigación, y sesiones de crítica constructiva entre pares. Se incentivará la participación activa en discusiones, la argumentación sustentada, y el compromiso ético en el diseño de la investigación. La evaluación será continua, considerando el avance progresivo en la elaboración del protocolo, la calidad del uso de fuentes científicas, la coherencia teórico-metodológica del planteamiento, la claridad en la redacción académica y la participación en actividades de retroalimentación. El objetivo final es que cada doctorando cuente con una base sólida y bien estructurada para el desarrollo de su investigación doctoral.
Criterios de evaluación
• Uso adecuado de fuentes académicas • Organización y redacción académica • Participación en discusiones y retroalimentaciones • Avance progresivo y cumplimiento de entregas
Bibliografía
Básica: • Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International. • Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US. • Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon. Complementaria: • Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc. • Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.
Nombre de la Asignatura: Optativa I
<i>Consultar en el periodo</i>
Nombre de la Asignatura: Optativa II
<i>Consultar en el periodo</i>
Nombre de la Asignatura: Optativa III
<i>Consultar en el periodo</i>

TERCER SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Seminario de Investigación II	
Objetivo Consolidar la capacidad para diseñar rigurosamente la metodología de su proyecto de investigación doctoral, definiendo con claridad el enfoque, los métodos, las técnicas, los instrumentos y el plan de acción que le permitan obtener resultados válidos, confiables y reproducibles, asegurando la viabilidad técnica, ética y científica de su investigación.	
Unidades	Objetivo particular
Diseño metodológico • Criterios para seleccionar métodos científicos en ingeniería • Diseños experimentales, no experimentales, simulación, estudio de caso, modelado, etc. • Enfoques cuantitativos, cualitativos y mixtos • Tipos de muestreo y selección de unidades de análisis • Consideraciones sobre replicabilidad y generalización Instrumentación y recolección de datos • Diseño de cuestionarios, entrevistas, sensores, plataformas de adquisición de datos • Validación de instrumentos (validez y confiabilidad) • Plan de pruebas piloto • Integración de fuentes secundarias de información • Protocolos de calibración y documentación Diseño del marco experimental • Diseño de escenarios de simulación o experimentación • Desarrollo de algoritmos, plataformas o modelos computacionales • Definición de variables y métricas • Control de condiciones experimentales • Evaluación de recursos técnicos y humanos Consideraciones éticas y normativas • Principios éticos en la investigación científica • Declaración de Helsinki, Comités de ética, consentimiento informado (si aplica) • Normativas nacionales e internacionales (protección de datos, bioética, propiedad intelectual) • Gestión de riesgos y conflictos de interés	Diseño metodológico Seleccionar y justificar los métodos y técnicas de investigación más adecuados para abordar el problema planteado. Instrumentación y recolección de datos Diseñar o seleccionar instrumentos apropiados para la recolección de datos válidos y confiables. Diseño del marco experimental Establecer las condiciones experimentales, simuladas o analíticas necesarias para la implementación del estudio. Consideraciones éticas y normativas Asegurar que el desarrollo de la investigación cumpla con los principios éticos y legales requeridos.

Metodología de trabajo

La asignatura se desarrolla en modalidad presencial y está orientada al acompañamiento académico personalizado y colectivo para el diseño metodológico completo del proyecto de investigación doctoral. A través de sesiones prácticas, seminarios de discusión, talleres de instrumentación y asesorías dirigidas, se busca consolidar las capacidades del doctorando para estructurar una metodología rigurosa, viable y científicamente sólida.

Durante el curso, los estudiantes analizarán diversos enfoques de investigación (cuantitativo, cualitativo y mixto), y seleccionarán de forma justificada los métodos, diseños y técnicas más adecuados para su problemática. Se fomentará el estudio comparativo de metodologías en ingeniería y la adaptación de estrategias a contextos complejos, considerando criterios de validez, confiabilidad, replicabilidad y generalización.

Asimismo, se realizarán actividades prácticas centradas en el diseño y validación de instrumentos de recolección de datos, la planificación de pruebas piloto, y la integración de fuentes primarias y secundarias. Se acompañará también la construcción del marco experimental o simulado, incluyendo el desarrollo de algoritmos, modelos computacionales, escenarios de análisis y control de variables, atendiendo a los requerimientos técnicos del proyecto.

Se promoverá la reflexión crítica sobre las implicaciones éticas y normativas del proyecto, mediante el análisis de documentos regulatorios, la elaboración de protocolos éticos, y la gestión de aspectos como el consentimiento informado, la confidencialidad, el uso de datos sensibles y los derechos de autor. Las sesiones incluirán discusiones colectivas, presentaciones de avance, retroalimentación académica entre pares y asesorías técnicas específicas.

El aprendizaje será continuo y articulado al progreso del protocolo doctoral, integrando criterios científicos, éticos y prácticos. La evaluación será formativa, considerando la pertinencia y solidez del diseño metodológico, la calidad técnica de los instrumentos desarrollados, la claridad en la documentación de procesos, la participación activa en las sesiones de retroalimentación y el cumplimiento sistemático de entregables establecidos.

Criterios de evaluación

- Uso adecuado de fuentes académicas
- Organización y redacción académica
- Participación en discusiones y retroalimentaciones
- Avance progresivo y cumplimiento de entregas

Bibliografía

Básica:

- Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International.
- Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US.
- Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon.

Complementaria:

- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.

Nombre de la Asignatura: Proyecto de Tesis I	
Objetivo Desarrollar en el estudiante la capacidad para diseñar y planificar un proyecto de tesis doctoral, definiendo de manera clara el problema de investigación, sus antecedentes teóricos, sus fundamentos metodológicos iniciales y la proyección de sus posibles contribuciones científicas.	
Unidades	Objetivo particular
Delimitación del problema de investigación - Tipos de problemas científicos - Características de un problema de investigación doctoral - Delimitación temática, temporal y espacial - Planteamiento del problema vs. necesidad social o tecnológica - Justificación del estudio y su impacto potencial	Delimitación del problema de investigación Formular el problema de investigación con claridad y pertinencia, considerando su impacto en el contexto científico, tecnológico y social.
Planteamiento de objetivos e hipótesis - Redacción de objetivos generales y específicos - Relación problema–objetivos–hipótesis - Tipos de hipótesis y su validación - Coherencia metodológica	Planteamiento de objetivos e hipótesis Formular objetivos claros y medibles, así como hipótesis viables y fundamentadas.
Revisión y sistematización de literatura científica - Fuentes primarias y secundarias - Bases de datos científicas - Criterios de inclusión y exclusión - Fichaje y construcción del marco teórico	Revisión y sistematización de literatura científica Desarrollar habilidades para recuperar, analizar y sintetizar el estado del arte.
Redacción del anteproyecto de tesis - Estructura del anteproyecto - Estilo académico y claridad expositiva - Revisión por el comité asesor - Presentación y retroalimentación del anteproyecto	Redacción del anteproyecto de tesis Integrar los elementos trabajados en un documento estructurado y coherente.
Metodología de trabajo La asignatura se desarrolla en modalidad presencial y se centra en el acompañamiento intensivo del estudiante en las etapas iniciales de diseño de su proyecto de tesis doctoral. A través de sesiones de trabajo colaborativo, talleres de escritura académica, revisión crítica de literatura y orientación metodológica, se busca que el doctorando construya un anteproyecto sólido, con bases teóricas, problematización clara y una propuesta metodológica inicial coherente. Durante el curso, el estudiante identificará y delimitará su problema de investigación considerando su relevancia científica, tecnológica y social. Se trabajará en la formulación precisa del planteamiento del problema, sus justificaciones, alcances y delimitaciones, así como en la identificación de vacíos de conocimiento que sustenten la necesidad del estudio.	

Se desarrollarán actividades prácticas para la redacción de objetivos generales y específicos, y la construcción de hipótesis claramente relacionadas con el problema planteado. Estas se vincularán de manera lógica con el enfoque metodológico propuesto, asegurando la coherencia entre los elementos del proyecto. Además, se guiará a los estudiantes en la revisión crítica y sistemática de literatura científica utilizando bases de datos especializadas, técnicas de fichaje, y criterios de análisis bibliográfico.

El trabajo se organizará en etapas progresivas que permitirán construir de manera ordenada el anteproyecto de tesis, el cual será revisado periódicamente por el comité asesor y discutido en sesiones grupales para recibir retroalimentación. Se fomentará la producción de textos académicos con estilo claro, argumentación sólida y estructura coherente, en concordancia con los estándares del nivel doctoral.

La evaluación será continua y formativa, considerando el avance progresivo del anteproyecto, el uso pertinente de fuentes académicas, la calidad en la redacción y organización del documento, así como la participación activa en las sesiones de retroalimentación y discusión académica. Se valorará la capacidad del estudiante para integrar los distintos componentes del proyecto de investigación en una propuesta viable y fundamentada.

Criterios de evaluación

- Uso adecuado de fuentes académicas
- Organización y redacción académica
- Participación activa en discusiones y retroalimentaciones
- Avance progresivo y cumplimiento de entregas

Bibliografía

Básica:

- Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International.
- Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US.
- Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon.

Complementaria:

- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.

CUARTO SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Seminario de Investigación III	
Objetivo Ejecutar de manera sistemática las primeras fases del proceso de recolección y análisis de datos del proyecto doctoral, con base en el diseño metodológico planteado, asegurando la calidad, confiabilidad y validez de los datos obtenidos, y ajustando la estrategia investigativa en función de los hallazgos preliminares y desafíos operativos identificados.	
Unidades	Objetivo particular
Ejecución metodológica - Ejecución de pruebas piloto o simulaciones iniciales - Evaluación de instrumentos en campo - Identificación de desviaciones y ajustes necesarios - Registro estructurado de procedimientos Recolección de datos sistemática - Técnicas de registro y almacenamiento de datos - Gestión de bases de datos experimentales - Protocolos de control de calidad en la captura - Codificación y documentación de datos - Herramientas de automatización y seguimiento Análisis preliminar de datos - Análisis exploratorio de datos (EDA) - Estadística descriptiva, visualización - Limpieza y depuración de datos - Identificación de sesgos o errores sistemáticos - Reporte de resultados iniciales Evaluación y ajuste metodológico - Revisión crítica de la estrategia metodológica - Identificación de fortalezas y limitaciones - Ajustes en instrumentos, muestras o condiciones experimentales - Evaluación del impacto de los cambios - Justificación metodológica de las modificaciones	Ejecución metodológica Seleccionar y justificar los métodos y técnicas de investigación Aplicar el plan metodológico del proyecto en condiciones reales, identificando ajustes necesarios en la implementación. Recolección de datos sistemática Recopilar datos de forma organizada, bajo criterios de control, replicabilidad y trazabilidad. Análisis preliminar de datos Realizar una exploración inicial de los datos recolectados para identificar patrones, inconsistencias y posibles hallazgos tempranos. Evaluación y ajuste metodológico Validar la aplicabilidad y eficacia del diseño metodológico con base en los resultados obtenidos, proponiendo mejoras cuando sea necesario.
Metodología de trabajo La asignatura se desarrolla en modalidad presencial y se enfoca en el acompañamiento técnico y académico para la ejecución inicial del plan metodológico del proyecto de tesis doctoral. A través de sesiones prácticas, análisis de avances, retroalimentación colectiva y asesorías individuales, se guiará al estudiante en la implementación rigurosa de su diseño de investigación, asegurando	

la calidad y validez de los datos obtenidos, así como la pertinencia de los ajustes metodológicos realizados.

Durante el curso, los doctorandos llevarán a cabo pruebas piloto, simulaciones o implementaciones controladas del estudio, con el objetivo de validar instrumentos y protocolos. Estas actividades permitirán identificar desviaciones, inconsistencias operativas o limitaciones de campo, así como proponer ajustes informados que fortalezcan la confiabilidad y replicabilidad de la investigación.

El análisis preliminar se enfocará en la exploración inicial de los datos recolectados mediante técnicas de estadística descriptiva, visualización gráfica, depuración y detección de errores sistemáticos. Los estudiantes presentarán informes parciales con hallazgos iniciales, interpretaciones tentativas y recomendaciones metodológicas basadas en la evidencia recolectada.

La reflexión metodológica será un componente clave del curso, mediante el análisis crítico de la ejecución, la evaluación de fortalezas y debilidades del diseño aplicado, y la justificación técnica de los ajustes introducidos. Las sesiones incluirán discusiones grupales, revisión por pares, presentaciones de avance y retroalimentación académica con el comité asesor.

Criterios de evaluación

- Uso adecuado de fuentes académicas
- Organización y redacción académica
- Participación activa en discusiones y retroalimentaciones
- Avance progresivo y cumplimiento de entregas

Bibliografía

Básica:

- Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International.
- Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US.
- Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon.

Complementaria:

- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.

Nombre de la Asignatura: **Proyecto de Tesis II**

Objetivo

Consolidar el diseño metodológico del proyecto de tesis doctoral, mediante la definición precisa del enfoque de investigación, las técnicas de recolección y análisis de datos, la operacionalización de variables y la planificación del trabajo empírico, asegurando su viabilidad, solidez científica y coherencia con los objetivos planteados.

Unidades

Objetivo particular

Enfoques y tipos de investigación

- Investigación cuantitativa, cualitativa y mixta
- Investigación básica, aplicada, correlacional, exploratoria, experimental
- Elección y justificación del enfoque

Enfoques y tipos de investigación

Identificar el enfoque metodológico más adecuado para el estudio doctoral.

Diseño metodológico detallado • Diseños experimentales y no experimentales • Validez interna y externa • Tipos de muestreo • Control de sesgos Operacionalización de variables • Definición conceptual y operacional • Tipos de variables • Indicadores y métricas • Elaboración de matrices de operacionalización Técnicas e instrumentos de recolección de datos • Encuestas, entrevistas, observaciones, sensores • Construcción y validación de instrumentos • Pruebas piloto • Consideraciones éticas	Diseño metodológico detallado Estructurar un diseño de investigación sólido que guíe la ejecución del estudio. Operacionalización de variables Precisar y definir operacionalmente las variables del estudio. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Seleccionar y justificar las herramientas más adecuadas para recopilar datos válidos y confiables.
Metodología de trabajo La asignatura se desarrollará en modalidad presencial, mediante sesiones interactivas centradas en la consolidación del diseño metodológico del proyecto doctoral. A través de actividades teórico-prácticas, análisis de casos, asesorías individualizadas y discusiones académicas, los estudiantes definirán con precisión el enfoque de investigación, las estrategias de recolección y análisis de datos, así como la operacionalización de las variables clave de su estudio. Durante el curso, se revisarán y compararán distintos enfoques metodológicos así como sus aplicaciones en investigaciones básicas, aplicadas, experimentales y exploratorias. Se fomentará una elección metodológica crítica y justificada, alineada con los objetivos, hipótesis y naturaleza del problema de investigación. Los estudiantes trabajarán en la elaboración detallada de su diseño metodológico, abordando elementos como la selección del tipo de diseño (experimental o no experimental), el control de sesgos, la definición del tipo de muestreo y el aseguramiento de la validez interna y externa. Se impulsará el análisis comparativo entre diseños, considerando fortalezas, limitaciones y viabilidad en contextos reales. Se promoverá el diseño, selección y validación de técnicas e instrumentos de recolección de datos, incluyendo encuestas, entrevistas, observaciones estructuradas o dispositivos de registro digital. Los estudiantes aplicarán pruebas piloto, registrarán sus resultados y realizarán ajustes con base en criterios de confiabilidad, validez y pertinencia ética. El aprendizaje se reforzará mediante la lectura crítica de fuentes especializadas, la elaboración progresiva del capítulo metodológico de la tesis y la presentación periódica de avances ante el grupo y el asesor metodológico. También se integrarán análisis de consideraciones éticas y procedimientos de consentimiento informado aplicables a los diseños propuestos.	

La evaluación será continua, con retroalimentación formativa orientada a la mejora. Se valorará la solidez del diseño metodológico propuesto, la argumentación científica de las decisiones tomadas, la organización del documento entregable y la participación activa en espacios de discusión académica.

Criterios de evaluación

- Uso adecuado de fuentes académicas
- Organización y redacción académica
- Participación activa en discusiones y retroalimentaciones
- Avance progresivo y cumplimiento de entregas

Bibliografía

Básica:

- Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International.
- Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US.
- Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon.

Complementaria:

- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.

QUINTO SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Seminario de Investigación IV	
Objetivo Fortalecer la capacidad del estudiante para analizar y sistematizar información derivada de la recolección de datos en su proyecto doctoral, con el fin de generar resultados robustos, interpretaciones fundamentadas y avances sustanciales que alimenten la discusión científica y consoliden el marco empírico del estudio.	
Unidades	Objetivo particular
Consolidación de datos - Normalización y estructuración de bases de datos - Revisión y validación de datos recolectados - Control de calidad y consistencia - Preparación de datos para análisis estadístico o computacional Aplicación de técnicas de análisis avanzadas - Modelos estadísticos multivariados - Técnicas de minería de datos - Métodos de simulación y modelado computacional - Herramientas de visualización avanzada - Análisis cualitativo asistido por software (enfoques mixtos) Interpretación de resultados parciales - Análisis de tendencias, relaciones e implicaciones - Contraste de hipótesis - Relación entre variables - Comparación con literatura científica - Reflexión crítica sobre los hallazgos	Consolidación de datos Organizar y estructurar los datos obtenidos para su análisis formal y posterior interpretación. Aplicación de técnicas de análisis avanzadas Aplicar técnicas estadísticas, computacionales o analíticas adecuadas para obtener resultados significativos. Interpretación de resultados parciales Interpretar con profundidad los hallazgos obtenidos y vincularlos con el marco teórico del proyecto.
Metodología de trabajo	
La asignatura se desarrolla bajo una metodología activa y aplicada, centrada en el análisis, validación e interpretación de los datos obtenidos por el estudiante en su proyecto doctoral. A través de sesiones prácticas, asesorías individualizadas y talleres metodológicos, se fortalecerán las competencias analíticas requeridas para consolidar resultados científicos robustos y pertinentes. El curso iniciará con actividades orientadas a la consolidación y estructuración de bases de datos, enfocadas en la normalización, codificación y validación de la información recolectada. Se brindarán herramientas para el control de calidad de los datos, la detección y corrección de inconsistencias, y la preparación adecuada de matrices para análisis estadístico o computacional, según el enfoque metodológico del proyecto. Se enfatizará la selección fundamentada de los métodos de análisis y su coherencia con los objetivos y diseño metodológico del estudio. Un componente clave será la interpretación de resultados parciales, donde el estudiante reflexionará críticamente sobre los hallazgos obtenidos.	

Se impulsará el contraste de estos con el marco teórico, así como su discusión frente a la literatura especializada. Asimismo, se explorarán las implicaciones científicas, sociales o tecnológicas de los hallazgos y su contribución al campo de conocimiento.

La evaluación será continua y formativa, basada en la entrega progresiva de productos intermedios (bases de datos depuradas, resultados gráficos y estadísticos, análisis cualitativos), así como en la participación activa en sesiones de retroalimentación grupal e individual. El objetivo es que, al término del seminario, el estudiante cuente con resultados validados, interpretados y listos para su integración en el cuerpo de la tesis.

Criterios de evaluación

- Uso adecuado de fuentes académicas
- Organización y redacción académica
- Participación activa en discusiones y retroalimentaciones
- Avance progresivo y cumplimiento de entregas

Bibliografía

Básica:

- Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International.
- Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US.
- Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon.

Complementaria:

- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.

Nombre de la Asignatura: **Proyecto de Tesis III**

Objetivo

Iniciar la implementación empírica del proyecto de tesis doctoral mediante la ejecución de pruebas piloto, la validación de instrumentos, la recolección inicial de datos y el ajuste metodológico, garantizando la solidez, viabilidad y confiabilidad del desarrollo de la investigación.

Unidades

Objetivo particular

Validación de diseño e instrumentos

- Pruebas piloto
- Confiabilidad y validez de instrumentos
- Ajuste de variables y técnicas
- Evaluación de condiciones experimentales

Validación de diseño e instrumentos

Confirmar la funcionalidad y validez de los instrumentos y procedimientos metodológicos.

Ejecución de pruebas preliminares

- Pruebas controladas
- Recolección sistemática de datos preliminares
- Registro y documentación técnica
- Gestión de imprevistos

Ejecución de pruebas preliminares

Realizar experimentos o procedimientos iniciales como parte del trabajo de campo.

Ajuste metodológico basado en evidencia

- Retroalimentación empírica
- Análisis de problemas metodológicos
- Reajuste del marco experimental

Ajuste metodológico basado en evidencia

Modificar y afinar el diseño metodológico con base en los resultados iniciales.

Mejoras en protocolos	
Metodología de trabajo	
La asignatura se desarrollará mediante una estrategia metodológica centrada en la aplicación práctica del diseño de investigación previamente estructurado en las fases anteriores del proyecto doctoral. El enfoque estará orientado a la validación de instrumentos, la ejecución de pruebas piloto y la recolección preliminar de datos, todo ello con una perspectiva crítica y reflexiva que permita ajustar y afinar el enfoque empírico de la tesis. Durante la primera etapa del curso, se realizarán actividades de validación de diseño e instrumentos, en las que el estudiante aplicará pruebas piloto para verificar la funcionalidad, claridad y pertinencia de los instrumentos diseñados. Se promoverá el uso de técnicas para evaluar la confiabilidad y validez de dichos instrumentos, así como el ajuste de variables, escalas e indicadores según los resultados obtenidos en esta fase inicial. También se evaluarán las condiciones experimentales en las que se llevará a cabo la investigación, identificando posibles sesgos o limitaciones logísticas. En la segunda fase, se desarrollará la ejecución de pruebas preliminares que permitirán poner en práctica los procedimientos definidos en el diseño metodológico. Esta etapa incluirá la recolección sistemática de datos en escenarios controlados o representativos del estudio, con énfasis en el registro técnico riguroso, la documentación de procesos y el seguimiento de protocolos establecidos. Se abordará también la gestión de imprevistos, promoviendo la capacidad de reacción y ajuste en situaciones no previstas. Finalmente, el curso se enfocará en el análisis de retroalimentación empírica y el ajuste metodológico basado en evidencia. A partir de los resultados obtenidos en las fases anteriores, el estudiante evaluará la efectividad del marco experimental, identificará problemáticas metodológicas y realizará las modificaciones necesarias para garantizar la viabilidad, solidez y coherencia del desarrollo de la tesis. Este proceso será acompañado por sesiones de asesoría técnica y discusión crítica con el docente y los pares. La evaluación será continua, contemplando el cumplimiento de actividades clave como la realización de pruebas piloto, la validación de instrumentos, la sistematización de datos preliminares y la entrega de un informe de ajustes metodológicos. Se valorará también la capacidad del estudiante para reflexionar sobre su proceso investigativo y tomar decisiones fundamentadas para fortalecer su trabajo doctoral.	
Criterios de evaluación	
- Uso adecuado de fuentes académicas - Organización y redacción académica - Participación activa en discusiones y retroalimentaciones - Avance progresivo y cumplimiento de entregas	
Bibliografía	
<i>Básica:</i> - Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International. - Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US. - Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon.	

Complementaria:

- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.

SEXTO SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Seminario de Investigación V	
Objetivo Guiar al estudiante en la interpretación científica de los resultados consolidados de su investigación doctoral, fomentando el pensamiento crítico, la integración teórica, y la formulación de aportaciones originales, con miras a su difusión académica y fortalecimiento de la tesis doctoral.	
Unidades	Objetivo particular
Integración y discusión de resultados • Articulación entre teoría y resultados • Discusión comparativa con otros estudios • Identificación de patrones y contradicciones • Argumentación científica rigurosa Generación de aportaciones originales • Formulación de nuevos modelos o hipótesis • Innovación en métodos o aplicaciones • Aportes al conocimiento disciplinar • Implicaciones prácticas, sociales o tecnológicas Redacción del cuerpo central de la tesis • Redacción académica avanzada • Organización lógica de resultados y argumentos • Coherencia entre objetivos, métodos y hallazgos • Uso de citas y referencias científicas Preparación de publicaciones científicas • Estructura de artículos científicos • Selección de revistas indexadas • Normas editoriales y formato APA/IEEE • Estrategias de revisión y respuesta a pares	Integración y discusión de resultados Integrar los hallazgos obtenidos en el marco teórico y metodológico del estudio. Generación de aportaciones originales Proponer nuevas ideas, enfoques, métodos o soluciones derivadas del análisis de resultados. Redacción del cuerpo central de la tesis Consolidar los capítulos principales de la tesis doctoral que presentan los resultados y la discusión. Preparación de publicaciones científicas Desarrollar productos científicos derivados del proyecto para su evaluación y publicación.
Metodología de trabajo La asignatura se centra en acompañar al estudiante en la interpretación científica y consolidación final de los resultados obtenidos en su investigación doctoral. A través de un enfoque reflexivo y crítico, se busca fortalecer la articulación teórica, metodológica y empírica del trabajo, así como guiar la producción de aportaciones originales que contribuyan al conocimiento disciplinar. El primer bloque de actividades estará dedicado a la integración y discusión de resultados, promoviendo la capacidad del estudiante para vincular sus hallazgos con el marco teórico de referencia. Se fomentará la identificación de patrones, contradicciones y aportes relevantes mediante la comparación con estudios previos, el uso de argumentación científica rigurosa y la elaboración de análisis profundos que permitan interpretar los datos en contexto.	

Posteriormente, el estudiante trabajará en la generación de aportaciones originales, explorando nuevas hipótesis, modelos explicativos, innovaciones metodológicas o aplicaciones derivadas de los resultados de su investigación. Esta etapa busca estimular la creatividad científica, el pensamiento crítico y la capacidad de plantear implicaciones prácticas, sociales o tecnológicas significativas.

En una tercera fase, el enfoque se desplazará hacia la redacción del cuerpo central de la tesis doctoral. Se brindarán lineamientos y asesoría personalizada para organizar de forma lógica los capítulos relacionados con resultados, discusión y conclusiones, asegurando coherencia entre los objetivos del estudio, la metodología empleada y los hallazgos obtenidos. Se hará énfasis en la escritura académica avanzada, el uso adecuado de citas y la integración de referencias científicas pertinentes.

Finalmente, se abordará la preparación de publicaciones científicas, orientando al estudiante en la elaboración de artículos derivados de su tesis para su eventual sometimiento a revistas académicas. Se revisarán aspectos clave como la estructura de artículos, selección de revistas indexadas, cumplimiento de normas editoriales (APA, IEEE u otras), así como estrategias para responder a procesos de revisión por pares.

El proceso de evaluación contemplará el avance progresivo en cada una de las fases del seminario, la calidad de los análisis y textos producidos, la participación activa en discusiones y retroalimentaciones, y el cumplimiento de entregas parciales relacionadas con la tesis y productos de difusión científica.

Criterios de evaluación

- Uso adecuado de fuentes académicas
- Organización y redacción académica
- Participación activa en discusiones y retroalimentaciones
- Avance progresivo y cumplimiento de entregas

Bibliografía

Básica:

- Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International.
- Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US.
- Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon.

Complementaria:

- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.

Nombre de la Asignatura: **Proyecto de Tesis IV**

Objetivo

Consolidar el trabajo empírico del proyecto de tesis mediante la implementación completa de experimentos, la recolección sistemática de datos y el fortalecimiento de criterios metodológicos, con el fin de generar resultados científicos válidos, reproducibles y alineados con los objetivos de investigación.

Unidades	Objetivo particular
Ejecución del trabajo empírico a gran escala • Aplicación del marco experimental • Escalamiento de pruebas • Recolección de datos en condiciones reales • Control de calidad en la ejecución Gestión y control de procedimientos • Protocolos de seguimiento • Registro de incidencias • Supervisión técnica y metodológica • Indicadores de calidad Validación y monitoreo • Trazabilidad de datos • Comparación entre pruebas piloto y definitivas • Validación cruzada • Revisión por pares o asesores metodológicos	Ejecución del trabajo empírico a gran escala Implementar de forma íntegra el diseño metodológico para recolectar datos representativos. Gestión y control de procedimientos Asegurar la consistencia y reproducibilidad en la ejecución de la metodología. Validación y monitoreo Garantizar la validez interna y externa de los resultados obtenidos.
Metodología de trabajo Durante el desarrollo de esta asignatura, el estudiante concentrará sus esfuerzos en la consolidación empírica del proyecto de tesis doctoral mediante la ejecución completa del diseño metodológico previamente validado. Esta etapa representa la implementación a gran escala de los experimentos, el levantamiento sistemático de datos en condiciones reales y el fortalecimiento de las prácticas de rigor científico. El curso se inicia con la ejecución del trabajo empírico a gran escala, donde el estudiante aplicará el marco experimental en escenarios controlados o naturales, según el diseño de investigación. Se llevarán a cabo pruebas en mayor volumen o con muestras más representativas, prestando atención a la fidelidad de las condiciones, la consistencia en los procedimientos y la integridad del registro de datos. Asimismo, se implementarán mecanismos de control de calidad para garantizar la fiabilidad del proceso. La segunda fase se centrará en la gestión y control de procedimientos. En este punto, se establecerán protocolos de seguimiento para monitorear la correcta aplicación de cada técnica, se documentarán incidencias técnicas o metodológicas, y se llevará a cabo una supervisión continua del trabajo de campo. El uso de indicadores de calidad permitirá al estudiante evaluar la eficiencia de la ejecución y anticipar posibles desvíos que comprometan la validez de los resultados. En la tercera etapa, el enfoque estará en la validación y monitoreo del proceso empírico. Se realizarán ejercicios de trazabilidad de datos para asegurar la transparencia del proceso, comparando resultados obtenidos en pruebas piloto con aquellos generados en las condiciones definitivas. Asimismo, se aplicarán estrategias de validación cruzada y revisión metodológica por parte de asesores o pares, con el objetivo de afianzar la validez interna y externa de los hallazgos.	

El proceso de evaluación contemplará el cumplimiento riguroso del diseño metodológico, la calidad técnica de la ejecución, la sistematicidad en la recolección de datos, la capacidad de gestión frente a imprevistos, así como la participación activa del estudiante en espacios de retroalimentación académica. Se valorará también el uso adecuado de fuentes, la claridad en la documentación y el avance progresivo hacia los objetivos generales de la tesis.

Criterios de evaluación

- Uso adecuado de fuentes académicas
- Organización y redacción académica
- Participación activa en discusiones y retroalimentaciones
 - Avance progresivo y cumplimiento de entregas

Bibliografía

Básica:

- Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International.
- Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US.
- Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon.

Complementaria:

- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.

SEPTIMO SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Seminario de Investigación VI	
Objetivo Fortalecer la capacidad del estudiante para presentar, defender y justificar su investigación doctoral con argumentos sólidos, mediante la elaboración final de su tesis, el análisis crítico de sus aportaciones, y la integración efectiva del conocimiento generado en el campo disciplinar.	
Unidades	Objetivo particular
Redacción final de la tesis - Estructura y estilo académico - Capítulos finales: conclusiones y recomendaciones - Normativas institucionales de presentación - Corrección editorial y revisión por pares Difusión de resultados en medios académicos - Publicación de artículos en revistas indexadas - Preparación de capítulos de libros o patentes - Difusión en congresos internacionales - Comunicación científica para audiencias no expertas Evaluación de impacto e innovación - Indicadores de impacto académico - Transferencia de tecnología - Potencial de colaboración con el sector productivo - Sostenibilidad e innovación social	Redacción final de la tesis Integrar de forma coherente todos los elementos del documento de tesis. Difusión de resultados en medios académicos Consolidar la proyección académica del doctorando mediante publicaciones y ponencias. Evaluación de impacto e innovación Medir la trascendencia y aplicabilidad del trabajo de investigación.
Metodología de trabajo Esta asignatura representa la culminación del proceso formativo en investigación doctoral. El estudiante se centrará en la integración definitiva de su trabajo de tesis, en la difusión de los hallazgos en espacios académicos pertinentes y en el análisis del impacto potencial de sus contribuciones en el ámbito disciplinar y social. Las actividades están orientadas al fortalecimiento de habilidades argumentativas, comunicativas y de proyección académica. La primera etapa se enfoca en la redacción final de la tesis, consolidando todos los capítulos y secciones del documento bajo criterios formales de estructura académica, estilo expositivo, precisión conceptual y coherencia argumentativa. Se atenderán las normativas institucionales para la presentación oficial de tesis, incluyendo aspectos de formato, citación, corrección editorial y revisión por pares. El estudiante trabajará en el cierre de capítulos conclusivos y en la formulación de recomendaciones pertinentes, tanto teóricas como prácticas. En la segunda fase, el estudiante desarrollará competencias para la difusión de resultados en medios académicos. Esta etapa incluye la elaboración de artículos científicos para revistas indexadas, la adaptación de contenidos para capítulos de libros, patentes o productos tecnológicos, así como la preparación de ponencias y presentaciones para congresos nacionales	

e internacionales. También se contemplará la capacidad del doctorando para comunicar sus hallazgos a públicos no especializados, valorando el compromiso con la divulgación científica y la transferencia social del conocimiento.

La tercera fase del curso aborda la evaluación del impacto e innovación del proyecto doctoral. El estudiante identificará y analizará indicadores de impacto académico, como citación potencial, relevancia disciplinar y apertura a nuevas líneas de investigación. Se fomentará una reflexión crítica sobre el potencial del trabajo para generar transferencia tecnológica, vinculación con sectores productivos o aportes a la sostenibilidad e innovación social. Esta etapa busca reforzar la conciencia del investigador respecto a la utilidad práctica y el alcance transformador de su contribución científica.

La evaluación del curso se basará en el cumplimiento riguroso de entregas programadas, la calidad académica del documento final de tesis, la participación activa en procesos de revisión y retroalimentación, y el avance demostrado en la preparación de productos académicos para su difusión. Se considerará además la claridad expositiva, el uso ético y pertinente de fuentes, y la capacidad del estudiante para reflexionar sobre el impacto de su trabajo en contextos más amplios.

Criterios de evaluación

- Uso adecuado de fuentes académicas
- Organización y redacción académica
- Participación activa en discusiones y retroalimentaciones
- Avance progresivo y cumplimiento de entregas

Bibliografía

Básica:

- Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International.
- Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US.
- Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon.

Complementaria:

- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.

Nombre de la Asignatura: **Proyecto de Tesis V**

Objetivo

Profundizar en el análisis e interpretación de los datos generados durante el proyecto de investigación, aplicando metodologías rigurosas que permitan validar hipótesis, obtener conclusiones significativas y construir conocimiento original con fundamento científico.

Unidades

Objetivo particular

Preparación de datos para análisis

- Limpieza de datos
- Transformación de variables
- Integración de datos multifuente
- Revisión de supuestos estadísticos

Preparación de datos para análisis

Depurar, transformar y estructurar los datos para asegurar su calidad y aplicabilidad en el análisis.

Análisis estadístico e inferencial • Pruebas de hipótesis • Modelos de regresión • Análisis multivariado • Estimaciones de intervalo y significancia Modelado computacional o analítico • Simulación por computadora • Modelos predictivos • Algoritmos de optimización • Validación y ajuste de modelos Interpretación crítica de resultados • Relación con la literatura previa • Confirmación o rechazo de hipótesis • Limitaciones del estudio • Implicaciones teóricas y prácticas	Análisis estadístico e inferencial Aplicar técnicas estadísticas avanzadas para validar hipótesis y estimar parámetros significativos. Modelado computacional o analítico Emplear modelos matemáticos o simulaciones para representar fenómenos complejos observados en el estudio. Interpretación crítica de resultados Discutir los hallazgos en función del marco teórico, los objetivos de investigación y su contribución científica.
Metodología de trabajo Durante esta asignatura, el estudiante profundizará en el análisis sistemático de los datos generados en las fases empíricas anteriores del proyecto de tesis. Se promoverá el uso de herramientas estadísticas, computacionales y teóricas que permitan validar hipótesis, identificar patrones significativos, y derivar conclusiones con validez científica. La metodología se desarrollará en cuatro etapas clave, integradas entre sí. La primera etapa está orientada a la preparación de los datos para el análisis, donde se realizará un proceso riguroso de limpieza, depuración y transformación de variables. Esta fase incluye la integración de datos provenientes de múltiples fuentes, la estandarización de formatos y la revisión de los supuestos necesarios para el análisis estadístico, con el fin de garantizar la calidad, consistencia y fiabilidad de la información. En la segunda etapa se llevará a cabo el análisis estadístico e inferencial, utilizando pruebas de hipótesis, modelos de regresión, análisis multivariado y estimaciones de significancia, en función del diseño metodológico adoptado. El estudiante será guiado en la interpretación numérica y conceptual de los resultados, privilegiando la transparencia en la elección de métodos y la adecuada justificación de su pertinencia. La tercera fase involucra el modelado computacional o analítico de los fenómenos observados. El estudiante podrá emplear simulaciones, modelos predictivos, técnicas de optimización y algoritmos especializados, según la naturaleza de su investigación. Se enfatizará la necesidad de validar los modelos, ajustar parámetros, y documentar sus supuestos y limitaciones. La última etapa se centrará en la interpretación crítica de resultados, lo que implica vincular los hallazgos con la literatura científica previa, identificar el grado de confirmación o refutación de las hipótesis planteadas, reconocer las limitaciones metodológicas del estudio y reflexionar sobre sus implicaciones teóricas y prácticas. Esta fase consolidará la contribución original del trabajo de investigación en su campo disciplinar. A lo largo del curso, se fomentará la participación activa del estudiante en espacios de discusión metodológica, revisión por pares, y presentaciones parciales del avance del análisis. La evaluación considerará la profundidad del razonamiento analítico, el dominio de las herramientas	

utilizadas, la coherencia en la redacción académica, y el cumplimiento progresivo de las entregas estipuladas.

Criterios de evaluación

- Uso adecuado de fuentes académicas
- Organización y redacción académica
- Participación activa en discusiones y retroalimentaciones
- Avance progresivo y cumplimiento de entregas

Bibliografía

Básica:

- Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International.
- Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US.
- Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon.

Complementaria:

- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.

OCTAVO SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Seminario de Investigación VII	
Objetivo Asegurar que el estudiante finalice exitosamente su tesis doctoral, integrando de manera coherente todos los elementos teóricos, metodológicos y experimentales del proyecto, y que esté plenamente preparado para su defensa oral, demostrando dominio del tema, aportación original al conocimiento y rigor científico.	
Unidades	Objetivo particular
Integración y validación del documento final • Coherencia entre capítulos • Validación de resultados y conclusiones • Revisión cruzada entre objetivos, hipótesis y aportaciones • Control de calidad del manuscrito Preparación formal para la defensa • Estructura de la defensa doctoral • Presentación oral y material de apoyo • Prácticas de exposición y simulacros • Preguntas frecuentes del comité sinodal Revisión por parte del comité de tesis • Proceso de revisión por parte del comité académico • Respuesta a observaciones técnicas o de forma • Registro de cambios finales • Validación del asesor/director de tesis Reflexión sobre la trayectoria doctoral y futuro profesional • Evaluación del desarrollo académico y personal • Estrategias de inserción profesional • Planificación de líneas futuras de investigación • Proyección nacional e internacional del egresado	Integración y validación del documento final Revisar, ajustar y validar el contenido completo de la tesis para su versión definitiva. Preparación formal para la defensa Preparar al doctorando para presentar y argumentar su investigación con claridad y profundidad. Revisión por parte del comité de tesis Atender y documentar observaciones del comité para su incorporación final. Reflexión sobre la trayectoria doctoral y futuro profesional Analizar la experiencia doctoral y planificar la transición hacia la vida académica o profesional.
Metodología de trabajo El desarrollo de esta asignatura representa la fase culminante del proceso doctoral, centrada en la integración final del documento de tesis, la preparación para su defensa pública, y la reflexión crítica sobre la trayectoria académica del doctorando. La metodología de trabajo se organiza en cuatro momentos estratégicos que buscan acompañar al estudiante en la conclusión rigurosa y profesional de su proyecto de investigación. En la primera etapa, se abordará la integración y validación del documento final, asegurando la coherencia interna entre capítulos, la alineación precisa entre objetivos, hipótesis, resultados y conclusiones, así como el cumplimiento de los estándares académicos de calidad. Se promoverá	

el uso de listas de verificación estructural, revisión cruzada entre secciones y la aplicación de criterios editoriales para garantizar la consistencia del manuscrito.

La segunda etapa se enfocará en la preparación formal para la defensa oral de la tesis, orientando al estudiante en la organización de su presentación, el diseño de materiales de apoyo visual (como diapositivas), y la práctica de exposición clara y argumentativa. Se realizarán simulacros con retroalimentación por parte del grupo y del profesorado, así como sesiones de análisis de posibles preguntas del comité sinodal, con el fin de fortalecer la seguridad, claridad y capacidad de argumentación del doctorando.

La tercera etapa implicará la gestión del proceso de revisión por parte del comité de tesis, en la cual el estudiante deberá incorporar las observaciones emitidas por los revisores académicos. Se fomentará una actitud crítica y constructiva hacia las sugerencias recibidas, promoviendo respuestas fundamentadas, documentación de los ajustes realizados y una comunicación eficaz con el asesor o director de tesis.

Finalmente, se incluirá una etapa de reflexión sobre la trayectoria doctoral y el futuro profesional, en la que el estudiante evaluará su desarrollo académico, identificará aprendizajes clave del proceso doctoral, y diseñará una estrategia de inserción laboral o académica postdoctoral. También se promoverá la identificación de nuevas líneas de investigación, así como la planificación de su proyección nacional e internacional en el campo disciplinar.

El trabajo durante el seminario combinará sesiones individuales y grupales, asesorías dirigidas, revisión de avances y actividades prácticas orientadas a la defensa y divulgación. La evaluación se basará en la calidad del documento final, el desempeño en simulacros de defensa, la integración de observaciones, la redacción académica, y el cumplimiento puntual de las entregas programadas.

Criterios de evaluación

- Uso adecuado de fuentes académicas
- Organización y redacción académica
- Participación activa en discusiones y retroalimentaciones
- Avance progresivo y cumplimiento de entregas

Bibliografía

Básica:

- Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International.
- Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US.
- Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon.

Complementaria:

- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.

Nombre de la Asignatura: **Proyecto de Tesis VI**

Objetivo

Guiar al estudiante en la consolidación de los aportes de su investigación doctoral mediante el análisis final, la redacción completa de la tesis y la preparación para su defensa, asegurando una contribución significativa y rigurosa al conocimiento científico en su área de especialización.

Unidades	Objetivo particular
Integración de hallazgos • Articulación de resultados previos • Relación de hallazgos con hipótesis iniciales • Consistencia metodológica • Síntesis crítica	Integración de hallazgos Sistematizar y relacionar todos los resultados obtenidos para generar un aporte coherente y significativo.
Elaboración del cuerpo completo de la tesis • Estructura académica del documento • Redacción del capítulo de resultados y discusión • Introducción y conclusiones • Referencias y anexos	Elaboración del cuerpo completo de la tesis Redactar integralmente el documento de tesis conforme a lineamientos académicos e institucionales.
Evaluación de impacto científico y tecnológico • Originalidad y aportación teórica • Aplicabilidad y transferibilidad de resultados • Ética de la investigación • Sostenibilidad del conocimiento generado	Evaluación de impacto científico y tecnológico Analizar la trascendencia de la investigación en contextos científicos, tecnológicos y sociales.
Metodología de trabajo La metodología de la asignatura está centrada en guiar al doctorando hacia la culminación estructurada de su investigación, enfocándose en la integración crítica de los hallazgos, la redacción académica del documento final y la valoración de su impacto científico, tecnológico y social. Durante la primera fase, se llevará a cabo la integración de hallazgos, donde el estudiante deberá sistematizar y articular los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de su tesis. Se promoverá una revisión metodológica cruzada que asegure la coherencia entre los objetivos planteados, las hipótesis formuladas y los resultados alcanzados. Se utilizarán técnicas de síntesis crítica y mapeo de evidencias para identificar la consistencia argumentativa del trabajo. En la segunda fase, se abordará la elaboración del cuerpo completo de la tesis doctoral, siguiendo estándares formales de escritura académica. Esta etapa incluirá la redacción integral del capítulo de resultados y discusión, así como la elaboración de la introducción, las conclusiones, y la incorporación adecuada de referencias bibliográficas y anexos. El acompañamiento docente será clave para la revisión estilística, estructural y conceptual del manuscrito. La tercera fase estará dedicada a la evaluación del impacto científico y tecnológico de la investigación. Se promoverá el análisis de la originalidad de los aportes teóricos, la aplicabilidad práctica de los resultados, y la sostenibilidad del conocimiento generado. Asimismo, se revisarán aspectos éticos asociados al proceso investigativo y se explorarán posibilidades de publicación, transferencia o vinculación con otros sectores académicos o productivos. Las actividades se desarrollarán mediante sesiones de retroalimentación, asesorías personalizadas, revisión de borradores parciales, talleres de escritura académica y discusión	

crítica. La participación activa, el cumplimiento de entregas, el rigor metodológico y la calidad argumentativa serán elementos clave para la evaluación del desempeño del estudiante en esta etapa avanzada del proceso doctoral.

Criterios de evaluación

- Uso adecuado de fuentes académicas
- Organización y redacción académica
- Participación activa en discusiones y retroalimentaciones
- Avance progresivo y cumplimiento de entregas

Bibliografía

Básica:

- Kothari, C. R. (2004). Research Methodology: Methods and Techniques. New Age International.
- Kumar, S., & Phrommathed, P. (2005). Research Methodology. Springer US.
- Neuman, W. L. (2005). Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches. Allyn and Bacon.

Complementaria:

- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of Research Design and Methodology. John Wiley & Sons Inc.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research. Wiley.