

DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

PRIMER SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Métodos de Investigación	
<p>Objetivo Desarrollar un entendimiento completo de la información que se debe plasmar en el protocolo de investigación, mediante el dominio de herramientas metodológicas que faciliten las tareas de investigación científica.</p>	
Unidades	Objetivo particular
<p>Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importancia de la investigación científica en el posgrado • Tipos de investigación (exploratoria, descriptiva, correlacional, explicativa) • Etapas del proceso investigativo • Enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto • Ética en la investigación académica y tecnológica <p>Problema Científico, las hipótesis y los objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planteamiento del problema: delimitación, justificación y viabilidad • Redacción clara del problema de investigación • Tipos y formulación de hipótesis • Tipos de objetivos: generales y específicos • Relación entre problema, hipótesis y objetivos <p>Diseño de la investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño experimental, cuasiexperimental y no experimental • Enfoque metodológico y paradigma científico • Validez interna y externa del estudio • Control de variables y sesgos • Cronograma y planificación de actividades <p>Selección y asignación de los elementos y variables de un estudio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Población y muestra: tipos de muestreo • Unidades de análisis y observación • Tipos de variables: cualitativas, cuantitativas, dependientes, independientes • Operacionalización de variables • Asignación aleatoria y control de grupos 	<p>Introducción Comprender la naturaleza, enfoques y etapas del proceso de investigación científica, valorando su importancia en el desarrollo del conocimiento aplicado.</p> <p>Problema Científico, las hipótesis y los objetivos Formular adecuadamente el problema de investigación, hipótesis y objetivos, asegurando coherencia lógica y viabilidad dentro del contexto científico.</p> <p>Diseño de la investigación Seleccionar el diseño metodológico más adecuado para un estudio, considerando el tipo de investigación, el control de variables y los criterios de validez.</p> <p>Selección y asignación de los elementos y variables de un estudio Definir correctamente los elementos de estudio y variables involucradas, utilizando métodos de muestreo y técnicas de asignación que aseguren representatividad y precisión.</p>

<p>Los datos: Recolección y procesamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Técnicas e instrumentos de recolección de datos (encuestas, entrevistas, observación) • Diseño de instrumentos válidos y confiables • Codificación y tabulación de datos • Procesamiento estadístico básico y avanzado • Uso de software para análisis de datos (SPSS, R, Python) <p>Presentación de los resultados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organización de resultados en tablas, gráficas y diagramas • Análisis descriptivo e inferencial • Relación entre resultados e hipótesis • Interpretación crítica de los datos • Elaboración de conclusiones y recomendaciones <p>Elaboración del Protocolo o Proyecto de investigación y artículo científico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructura de un protocolo de investigación • Redacción del marco teórico, metodología y cronograma • Normas de citación y estilo académico (APA, IEEE, etc.) • Redacción de artículos científicos y publicación • Revisión por pares y procesos de difusión académica 	<p>Los datos: Recolección y procesamiento</p> <p>Aplicar técnicas apropiadas para la recolección y análisis de datos, garantizando su validez, confiabilidad y adecuada interpretación estadística.</p> <p>Presentación de los resultados</p> <p>Elaborar reportes de resultados claros y bien estructurados, con interpretaciones analíticas que den respuesta a las hipótesis planteadas.</p> <p>Elaboración del Protocolo o Proyecto de investigación y artículo científico</p> <p>Diseñar y redactar un protocolo de investigación o artículo científico conforme a los estándares académicos y metodológicos vigentes.</p>
<p>Metodología de trabajo</p>	
<p>La asignatura se desarrolla en modalidad presencial, mediante una combinación de exposiciones teóricas, análisis de textos académicos, estudio de casos reales y ejercicios prácticos enfocados en la elaboración de un protocolo de investigación. Se promoverá el aprendizaje autónomo y colaborativo, con énfasis en el desarrollo de habilidades metodológicas que permitan al estudiante diseñar, estructurar y justificar adecuadamente un proyecto de investigación científica.</p> <p>Durante las sesiones, los estudiantes participarán en actividades como la identificación y formulación de problemas científicos, redacción de objetivos e hipótesis, diseño de esquemas metodológicos y simulación de procesos de recolección y análisis de datos. También se llevarán a cabo talleres para aplicar técnicas de muestreo, operacionalización de variables, validación de instrumentos y uso de software estadístico como SPSS, R y Python para el procesamiento de datos.</p> <p>El aprendizaje se reforzará mediante la lectura crítica de artículos científicos, la elaboración de mapas conceptuales sobre paradigmas y enfoques metodológicos, así como la construcción progresiva de un protocolo de investigación. El estudiante integrará conceptos teóricos y técnicos</p>	

a través de actividades como la revisión de literatura, la redacción del marco teórico, la planificación metodológica y la presentación de resultados simulados en gráficas y tablas.

La evaluación será continua y formativa, basada en entregables parciales del protocolo, participación en discusiones metodológicas, ejercicios prácticos de análisis de datos y presentaciones orales. Se valorará la claridad en la delimitación del problema de investigación, la coherencia entre los objetivos y el enfoque metodológico, el rigor en el diseño experimental, la calidad de la redacción académica y la capacidad de síntesis y argumentación científica.

Criterios de evaluación

- Claridad en la delimitación del problema de investigación
- Coherencia entre objetivos, justificación y metodología
- Pertinencia y actualidad de la bibliografía utilizada
- Rigor metodológico en el diseño de la investigación
- Precisión en la redacción del protocolo o informe
- Capacidad de análisis y síntesis de información

Bibliografía

Básica:

- Tamayo y Tamayo, Mario. (2004). El proceso de la investigación científica: Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación. México: Limusa 4° ed
- Méndez Ramírez, Ignacio; Mamihira Guerreo, Delia; Moreno Altamirano, Laura; Sosa de Martínez, Cristina. (1990). El proceso de investigación: Lineamientos para su elaboración y análisis. México: Trillas.
- Schemelkes del Valle, Corina. (2000). Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación. (Tesis) México: Oxford. 2° ed.
- Hernández Sampieri. (2002). Metodología de la investigación. México. Editorial Mc Graw Hill, 3° ed.
- Munich Galindo, Lourdes; Ángeles, Ernesto. (1990). Métodos y técnicas de investigación. México: Trillas 2° ed.

Complementaria:

- Salkind, Neil J. (1990). Métodos de investigación. México: Prentice Hall.
- Patton, Michel Quinn. (1990). Qualitative evaluation and research methods. Newbury Park, California: Ed. SAGE 2° ed

Nombre de la Asignatura: Servicios y Tecnologías Ubicuas

Objetivo

El alumno tendrá una panorámica de la infraestructura, sistemas y servicios que constituyen de la visión de los entornos inteligentes, propuestos por el paradigma de la Inteligencia Ambiental - Computación Ubicua. Estos entornos serán en los que vivirá los sujetos de la Sociedad de la Información.

Unidades

Objetivo particular

Introducción: Inteligencia Ambiental – Computación Ubicua

- Definición de computación ubicua y su diferencia con la computación móvil
- Principios de la inteligencia ambiental (Aml)
- Historia y evolución de los entornos inteligentes

Introducción: Inteligencia Ambiental – Computación Ubicua

Analizar los principios teóricos y tecnológicos que sustentan la computación ubicua y la inteligencia ambiental, identificando sus componentes, capacidades contextuales y diferencias frente a otros paradigmas computacionales, con el fin de establecer un marco de

<ul style="list-style-type: none"> • Componentes clave de un entorno ubicuo: sensores, actuadores, redes, software contextual • Interacción hombre-sistema en entornos ubicuos • Desafíos éticos y sociales en sistemas ubicuos y sensibles al contexto <p>Redes de comunicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura de redes para sistemas ubicuos • Redes inalámbricas: Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth, 6LoWPAN • Redes de sensores inalámbricos (WSN) y redes ad hoc • Protocolos de comunicación para redes heterogéneas • Calidad de servicio (QoS) y eficiencia energética en redes ubicuas • Topologías, escalabilidad y gestión de redes en entornos dinámicos <p>Tecnologías de transmisión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelos de transmisión de datos en entornos distribuidos • Transmisión en tiempo real vs. transmisión diferida • Tecnologías emergentes: UWB, LiFi, LoRa, NB-IoT • Transmisión multimodal y multicanal • Adaptación al ancho de banda, latencia y pérdidas • Mecanismos de transmisión segura y confiable <p>Otras tecnologías</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensores inteligentes y actuadores • Computación en la nube, edge y fog computing • Geolocalización y servicios basados en ubicación (LBS) • Dispositivos vestibles (wearables) y dispositivos embebidos • Interfaces naturales de usuario (voz, gestos, mirada) • Tecnologías cognitivas y context-aware systems 	<p>referencia para el diseño de entornos inteligentes centrados en el usuario.</p> <p>Redes de comunicaciones</p> <p>Estudiar las arquitecturas y protocolos de redes de comunicación que habilitan la conectividad entre dispositivos en entornos ubicuos, evaluando criterios de escalabilidad, eficiencia energética, cobertura, movilidad y calidad de servicio para su implementación en escenarios distribuidos y heterogéneos.</p> <p>Tecnologías de transmisión</p> <p>Explorar las distintas tecnologías de transmisión de datos utilizadas en sistemas ubicuos, comparando su rendimiento, alcance, velocidad, latencia y adecuación a diferentes entornos físicos, con el propósito de seleccionar soluciones efectivas para aplicaciones sensibles al tiempo y al contexto.</p> <p>Otras tecnologías</p> <p>Identificar e integrar tecnologías complementarias como sensores inteligentes, computación en la nube, dispositivos embebidos y sistemas cognitivos, reconociendo su papel en la construcción de entornos interactivos, adaptativos y conscientes del entorno que respondan de forma autónoma a las necesidades del usuario.</p>
--	---

<p>Seguridad en Sistemas Distribuidos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amenazas y vulnerabilidades en entornos ubicuos • Autenticación, autorización y control de acceso en dispositivos distribuidos • Protección de datos en tránsito y en reposo • Cifrado, firewalls y sistemas de detección de intrusos (IDS) • Modelos de confianza y privacidad contextual • Estrategias de seguridad para dispositivos con recursos limitados <p>Servicios en el entorno</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelado y provisión de servicios en entornos inteligentes • Composición, descubrimiento y orquestación de servicios contextuales • Servicios proactivos, adaptativos y personalizados • Gestión del ciclo de vida de servicios ubicuos • Estándares y marcos de interoperabilidad • Evaluación de desempeño de servicios en tiempo real <p>Casos de estudio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Smart homes: automatización y control ubicuo del entorno • Smart cities: gestión inteligente del tráfico, energía y seguridad • Hospitales inteligentes: monitoreo y asistencia en tiempo real • Educación ubicua: aprendizaje adaptativo en cualquier lugar • Industria 4.0 y entornos de producción autónomos • Agricultura inteligente: sensores, riego automatizado y análisis contextual 	<p>Seguridad en Sistemas Distribuidos</p> <p>Analizar los principales riesgos, amenazas y mecanismos de protección en sistemas distribuidos y ubicuos, diseñando estrategias de seguridad y privacidad que contemplen la limitación de recursos, la dispersión de nodos, y la sensibilidad de los datos en tránsito y en reposo, para garantizar entornos confiables y seguros.</p> <p>Servicios en el entorno</p> <p>Diseñar y evaluar servicios inteligentes en entornos ubicuos, abordando su descubrimiento, composición, personalización y orquestación en tiempo real, con el objetivo de crear soluciones proactivas, adaptativas y orientadas al contexto que mejoren la calidad de vida y la eficiencia operativa en entornos dinámicos.</p> <p>Casos de estudio</p> <p>Analizar e interpretar casos reales de implementación de servicios y tecnologías ubicuas en distintos sectores, evaluando sus resultados, impacto social, arquitecturas utilizadas, estrategias de integración tecnológica y desafíos enfrentados, con el fin de transferir conocimientos aplicables a nuevos proyectos de innovación ubicua.</p>
<p>Metodología de trabajo</p> <p>La asignatura se desarrolla en modalidad presencial, a través de clases teóricas, análisis de tendencias tecnológicas, desarrollo de casos de estudio y actividades prácticas orientadas al diseño y evaluación de soluciones inteligentes en entornos ubicuos. Se fomentará el aprendizaje activo y colaborativo, con un enfoque centrado en el estudiante como diseñador de tecnologías aplicadas al contexto social, industrial y urbano.</p> <p>Durante las sesiones, los estudiantes participarán en actividades como el análisis de arquitecturas de red, simulaciones de transmisión de datos en entornos distribuidos, diseño de servicios adaptativos, implementación de prototipos funcionales y revisión crítica de tecnologías</p>	

emergentes. Se utilizarán herramientas especializadas para la simulación de redes, programación de dispositivos embebidos, monitoreo de sensores, procesamiento en la nube y visualización de datos contextuales.

El aprendizaje se complementará con lecturas dirigidas sobre computación ubicua, estándares de interoperabilidad, seguridad en sistemas distribuidos y casos de aplicación reales en ciudades, hogares, hospitales, industrias y ambientes educativos. El estudiante desarrollará habilidades de integración tecnológica mediante la implementación de proyectos colaborativos que incluyan sensores, actuadores, servicios contextuales y mecanismos de seguridad.

La evaluación será continua, basada en entregas parciales del proyecto integrador, participación en debates tecnológicos, simulaciones de redes inteligentes, exposiciones orales y documentación técnica. Se valorará la aplicación de conceptos avanzados de computación ubicua, la innovación y aplicabilidad del servicio propuesto, la funcionalidad del prototipo desarrollado, la claridad en la documentación entregada y la capacidad para integrar tecnologías diversas en soluciones adaptativas centradas en el usuario.

Criterios de evaluación

- Aplicación de conceptos avanzados de computación ubicua
- Innovación y aplicabilidad del servicio propuesto
- Funcionamiento técnico del prototipo
- Claridad y profundidad en la documentación
- Capacidad de integración tecnológica

Bibliografía

Básica:

- Greenfield, Adam. *Everyware: The Dawning Age of Ubiquitous Computing*. New Riders, 2006.
- Hansmann, Uwe. *Pervasive Computing: The Mobile World*. Springer, World Haptics Conferences, Haptics Technical Committee, 2003.
- Weiser, Mark, Gold, Rich y Brown, John S. *The Origins of Ubiquitous Computing Research at PARC in the Late 1980s*. IBM Systems Journal 38 (4), 1999.
- Krumm, J. (Ed.) *Ubiquitous computing fundamentals*. CRC Press, 2009.
- Paolo Remagnino, *Ambient Intelligence : A Novel Paradigm*, Springer;2004.

Complementaria:

- W. Verhaegh, Emile Aarts, Jan Korst, *Algorithms in Ambient Intelligence*, Springer 2003.
- W. Weber, J.M. Rabaey, E. Aarts, *Ambient Intelligence*, Springer 2005.
- Peter J. Denning, *The invisible Future: The Seamless Integration Of Technology Into Everyday Life* McGraw-Hill, 2001.

Nombre de la Asignatura: Técnicas de Programación Avanzada

Objetivo

El principal objetivo de la materia es introducir al alumno, elementos necesarios para la construcción de sistemas de software de mediano y alto aporte desde una perspectiva multi-enfoque, teniendo la capacidad de aplicar diversas metodologías de otras áreas de estudio que permitan incrementar las capacidades operativas de un programa computacional.

Unidades

Objetivo particular

Matrices

- Declaración, manipulación y recorrido de matrices multidimensionales

Matrices

Implementar y optimizar estructuras matriciales en entornos computacionales complejos, aplicando operaciones

- Álgebra matricial aplicada a programación científica y simulación
- Operaciones sobre matrices dispersas (sparse matrices)
- Representaciones eficientes y optimizadas en memoria
- Aplicaciones en procesamiento de imágenes, machine learning y sistemas de ecuaciones lineales
- Paralelización de operaciones matriciales en CUDA/OpenMP

Grafos

- Representación de grafos: listas de adyacencia, matrices de adyacencia, objetos
- Grafos dirigidos, no dirigidos, ponderados y dinámicos
- Algoritmos de recorrido: BFS, DFS, Dijkstra, A*
- Detección de ciclos, componentes conexas y árboles de expansión mínima
- Aplicaciones en redes, análisis de rutas, dependencias y grafos semánticos
- Optimización y análisis de complejidad en algoritmos sobre grafos

Árboles

- Tipos de árboles: binarios, balanceados, AVL, B-Trees, R-Trees, Trie
- Recorridos: inorden, preorden, postorden y por niveles
- Inserción, eliminación y búsqueda eficiente
- Árboles de decisión y expresiones algebraicas
- Aplicación en estructuras jerárquicas, bases de datos y compiladores
- Construcción de árboles con técnicas recursivas y no recursivas

Técnicas de Programación

- Programación funcional, orientada a objetos y basada en componentes
- Técnicas avanzadas: recursión múltiple, memoización, programación dinámica
- Métodos de diseño de algoritmos: greedy, divide y vencerás, backtracking

algebraicas, técnicas de paralelización y estructuras dispersas, con el objetivo de resolver problemas científicos, gráficos o de ingeniería que requieren alto rendimiento y precisión matemática.

Grafos

Diseñar, analizar e implementar estructuras y algoritmos sobre grafos en contextos reales como redes, mapas, dependencias y planificación, utilizando técnicas eficientes de representación, búsqueda y optimización, con enfoque en complejidad algorítmica y escalabilidad.

Árboles

Desarrollar soluciones basadas en estructuras arbóreas para la organización jerárquica de datos, utilizando árboles balanceados, de búsqueda, de decisión y especializados, aplicando técnicas de recorrido, inserción, poda y análisis de eficiencia computacional para tareas de indexación, compresión o inferencia.

Técnicas de Programación

Aplicar técnicas avanzadas de programación, como paradigmas funcionales, orientados a objetos, recursión optimizada y programación dinámica, integrando patrones de diseño y estrategias de resolución algorítmica compleja, con el fin de mejorar la calidad, mantenibilidad y rendimiento del software.

<ul style="list-style-type: none"> • Patrones de diseño aplicados a resolución estructurada de problemas • Gestión avanzada de memoria, punteros inteligentes y referencias cruzadas • Optimización de código y análisis de rendimiento (profiling) <p>Programación de Interfaces</p> <ul style="list-style-type: none"> • Principios del diseño de interfaces gráficas (GUI) y experiencia de usuario (UX) • Frameworks modernos para UI: Qt, JavaFX, Electron, React, Flutter • Integración de lógica de negocio con capa visual • Programación de interfaces responsivas, dinámicas y multiplataforma • Eventos, controladores y vinculación de datos (data binding) • Aplicaciones gráficas en visualización científica, dashboards y simuladores 	<p>Programación de Interfaces</p> <p>Diseñar e implementar interfaces gráficas interactivas y multiplataforma, integrando principios de diseño centrado en el usuario, frameworks modernos y vínculos con la lógica de negocio, con el fin de construir herramientas visuales robustas y usables para simulación, visualización o interacción avanzada con sistemas complejos.</p>
<p>Metodología de trabajo</p>	
<p>La asignatura se imparte en modalidad presencial, mediante una combinación de clases magistrales, análisis de código, prácticas de laboratorio y desarrollo de proyectos, orientados a la implementación de soluciones eficientes en entornos computacionales complejos. Se fomentará el aprendizaje activo y el razonamiento algorítmico, promoviendo la aplicación de múltiples paradigmas y técnicas de programación en contextos reales.</p> <p>Durante las sesiones, el estudiante resolverá ejercicios prácticos sobre estructuras de datos avanzadas, algoritmos de optimización y representación de información. Se realizarán actividades como simulación de algoritmos en grafos y árboles, paralelización de operaciones matriciales, diseño de interfaces gráficas interactivas y desarrollo de microproyectos enfocados en la eficiencia y escalabilidad del software. Asimismo, se utilizarán entornos de programación especializados, bibliotecas científicas, frameworks para interfaces gráficas, así como herramientas para el análisis de rendimiento y calidad del código.</p> <p>El aprendizaje se reforzará con el estudio de casos reales, revisión de código abierto, aplicación de patrones de diseño y prácticas de programación segura y mantenible. Los estudiantes integrarán conocimientos a través del desarrollo de un proyecto final que refleje la correcta implementación de técnicas de programación avanzada, la integración de estructuras complejas y la optimización del rendimiento.</p> <p>La evaluación será continua y estará basada en la solución de retos de codificación, ejercicios de implementación y análisis, revisión técnica entre pares, así como en la presentación y documentación de un proyecto integrador. Se valorará el dominio de técnicas y paradigmas de programación avanzada, la calidad y eficiencia del código, la innovación en las soluciones propuestas, el uso adecuado de herramientas de control de calidad, y la capacidad de documentar y comunicar los procesos de desarrollo de manera profesional y técnica.</p>	

Criterios de evaluación

- Dominio de técnicas y paradigmas de programación avanzada
- Correcta implementación de estructuras complejas
- Eficiencia y escalabilidad del software desarrollado
- Uso adecuado de herramientas de control de calidad del software
- Claridad y profundidad en la documentación técnica
- Nivel de innovación y complejidad del proyecto

Bibliografía

Básica:

- Burgos J. y Galve J. (2013). Programación I., Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Holly Moore (2006). MATLAB para Ingenieros. Pearson Prentice Hall.

Complementaria:

- Sed Shaw (2013). Learn Python the Hard Way. Ed. Addison Wesley.

SEGUNDO SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Seminario de Investigación I	
<p>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.</p>	
Unidades	Objetivo particular
<p>Identificación y delimitación del problema de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Revisión crítica del estado del arte</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Planteamiento teórico y conceptual</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Estructura inicial del protocolo de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>Identificación y delimitación del problema de investigación Identificación y formulación precisa de un problema de investigación científica, estableciendo su relevancia social o tecnológica, delimitaciones temáticas y contextuales, así como una justificación argumentada de su impacto potencial.</p> <p>Revisión crítica del estado del arte Desarrollar habilidades para realizar una revisión sistemática y crítica de la literatura científica, identificando vacíos de conocimiento, tendencias, y áreas de oportunidad que sustenten el planteamiento del problema.</p> <p>Planteamiento teórico y conceptual Fortalecer la capacidad para construir un marco teórico y conceptual sólido, integrando modelos, enfoques interdisciplinarios y supuestos teóricos relevantes al campo de la computación.</p> <p>Estructura inicial del protocolo de investigación Elaboración de los componentes fundamentales de un protocolo de investigación, incluyendo objetivos, hipótesis, preguntas, variables y enfoques metodológicos alineados al problema planteado.</p>

<p>Metodología de trabajo</p> <p>La asignatura se imparte en modalidad presencial y se desarrolla como un espacio de formación investigativa y acompañamiento académico individualizado. A través de exposiciones dialogadas, talleres prácticos, análisis crítico de literatura científica y sesiones de retroalimentación, se guiará al doctorando en la formulación rigurosa y fundamentada de su proyecto de investigación doctoral.</p> <p>Durante las sesiones, se abordarán ejercicios de delimitación de problemas científicos complejos, formulación de preguntas de investigación, elaboración de objetivos y planteamiento inicial de hipótesis. Se implementarán estrategias de búsqueda especializada en bases de datos académicas (Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, entre otras) y se promoverá el uso de herramientas para la revisión sistemática y análisis bibliométrico, con el fin de construir un estado del arte sólido, crítico y alineado a las líneas de investigación del programa doctoral.</p> <p>El estudiante trabajará de forma progresiva en la estructuración de su protocolo de investigación, mediante actividades como el diseño del marco teórico, la elaboración de modelos conceptuales, la identificación de vacíos en la literatura, la justificación del estudio y la definición preliminar del enfoque metodológico más adecuado. Además, se incentivará la integración de perspectivas interdisciplinarias, normativas y tecnológicas pertinentes a la problemática investigada.</p> <p>La evaluación será continua, centrada en el avance progresivo del doctorando y la calidad de los entregables parciales. Se considerará el uso adecuado y ético de fuentes académicas, la participación en discusiones críticas, la capacidad de recibir y aplicar retroalimentación, la claridad en la redacción académica, así como la coherencia y fundamentación del protocolo en desarrollo.</p>
<p>Criterios de evaluación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso adecuado de fuentes académicas • Organización y redacción académica • Participación en discusiones y retroalimentaciones • Avance progresivo y cumplimiento de entregas
<p>Bibliografía</p> <p><i>Básica:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p><i>Complementaria:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.
<p>Nombre de la Asignatura: Sistemas Inteligentes</p>
<p>Objetivo</p> <p>Conocer los conceptos de los Sistemas Inteligentes, sus modelos y arquitecturas básicas, comprender los diferentes tipos de algoritmos de búsqueda, planeación y razonamiento automático. Además, será capaz de desarrollar sistemas inteligentes utilizando los diferentes lenguajes de programación.</p>

Unidades	Objetivo particular
<p>Conceptos de Sistemas Inteligentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definición y características de los sistemas inteligentes • Diferencias entre sistemas automáticos, inteligentes y expertos • Ciclo de percepción, razonamiento y acción • Componentes fundamentales: sensores, razonadores, actuadores • Razonamiento simbólico vs. conexionista • Rol de la inteligencia artificial en sistemas inteligentes • Aplicaciones actuales en entornos adaptativos y context-aware <p>Reglas de Asociación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de minería de datos y descubrimiento de conocimiento • Algoritmos clásicos de asociación: Apriori, Eclat, FP-Growth • Medidas de interés: soporte, confianza y lift • Extracción de patrones frecuentes y asociaciones significativas • Aplicación de reglas de asociación en sistemas inteligentes de recomendación • Optimización de reglas para sistemas dinámicos • Integración de aprendizaje no supervisado con asociaciones <p>Sistemas Expertos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructura de un sistema experto: base de conocimientos, motor de inferencia y base de hechos • Representación del conocimiento: reglas, lógica, marcos y ontologías • Ciclo de inferencia y estrategias de razonamiento (encadenamiento hacia adelante y hacia atrás) • Adquisición del conocimiento y validación con expertos humanos • Lenguajes y herramientas para construir sistemas expertos (CLIPS, Jess, Prolog) • Ventajas, limitaciones y mantenimiento del conocimiento • Casos de uso en medicina, ingeniería, finanzas y diagnóstico 	<p>Conceptos de Sistemas Inteligentes</p> <p>Analizar en profundidad los fundamentos teóricos y estructurales de los sistemas inteligentes, identificando sus componentes, capacidades adaptativas y funcionamiento general, con el fin de comprender cómo emulan procesos cognitivos humanos como la percepción, el razonamiento y la toma de decisiones en entornos complejos.</p> <p>Reglas de Asociación</p> <p>Aplicar técnicas avanzadas de minería de datos para la generación y evaluación de reglas de asociación dentro de sistemas inteligentes, comprendiendo su valor para la extracción de patrones de comportamiento y conocimiento útil, y evaluando su impacto en entornos dinámicos, predictivos o de recomendación automatizada.</p> <p>Sistemas Expertos</p> <p>Diseñar, implementar y evaluar sistemas expertos capaces de representar conocimiento especializado mediante estructuras lógicas y reglas, aplicando técnicas de inferencia y razonamiento automatizado que permitan resolver problemas complejos en áreas como diagnóstico, asesoramiento, predicción y toma de decisiones bajo incertidumbre.</p>

<p>Aplicación de Sistemas Inteligentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas inteligentes en la toma de decisiones automatizada • Robótica cognitiva y sistemas autónomos • Diagnóstico y predicción en entornos médicos e industriales • Sistemas inteligentes en educación, marketing y transporte • Integración con big data, IoT e inteligencia artificial distribuida • Evaluación del rendimiento y adaptabilidad del sistema • Desafíos éticos y sociales en el uso de sistemas inteligentes 	<p>Aplicación de Sistemas Inteligentes</p> <p>Investigar y desarrollar aplicaciones de sistemas inteligentes en contextos reales como la industria, salud, robótica, educación o transporte, integrando tecnologías emergentes como inteligencia artificial, big data, IoT y aprendizaje automático, con el fin de proponer soluciones innovadoras que respondan a necesidades actuales y futuras de la sociedad.</p>
<p>Metodología de trabajo</p>	
<p>La asignatura se desarrollará en modalidad presencial, combinando exposiciones teóricas, laboratorios prácticos, resolución de problemas y desarrollo de proyectos enfocados en el diseño e implementación de sistemas inteligentes. Se fomentará el aprendizaje activo y la integración de enfoques teóricos y aplicados, centrando la experiencia formativa en el análisis de casos reales, la experimentación computacional y el trabajo colaborativo.</p>	
<p>Durante las sesiones, el estudiante participará en actividades como la construcción de reglas de asociación mediante técnicas de minería de datos, la implementación de sistemas expertos con herramientas especializadas (CLIPS, Jess, Prolog), y el desarrollo de prototipos de sistemas inteligentes en distintos dominios de aplicación, integrando sensores, razonadores y actuadores. Además, se realizarán prácticas sobre razonamiento simbólico, análisis de patrones, lógica de inferencia, y uso de algoritmos clásicos y avanzados de toma de decisiones automatizada.</p>	
<p>El aprendizaje será reforzado mediante la lectura crítica de artículos científicos, discusión de desafíos éticos y sociales del uso de sistemas inteligentes, y la elaboración de proyectos interdisciplinarios que integren conocimientos de inteligencia artificial, procesamiento de datos, diseño de interfaces y arquitectura de software. Los estudiantes trabajarán en propuestas que respondan a problemáticas actuales en salud, industria, educación o movilidad, incorporando tecnologías emergentes como Big Data, IoT, y aprendizaje automático distribuido.</p>	
<p>La evaluación será continua y formativa, basada en la calidad y complejidad de los sistemas desarrollados, el uso pertinente de técnicas de inteligencia artificial, la claridad metodológica de las soluciones propuestas y la documentación técnica entregada. Se valorará la originalidad en el diseño, el correcto funcionamiento del sistema implementado, la capacidad de justificar técnicamente las decisiones tomadas, así como el nivel de integración e interdisciplinariedad alcanzado en los proyectos presentados.</p>	
<p>Criterios de evaluación</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación adecuada de técnicas de inteligencia artificial • Originalidad y complejidad del sistema diseñado • Funcionamiento correcto del sistema implementado • Justificación metodológica del enfoque utilizado • Claridad en la documentación y presentación • Nivel de integración e interdisciplinariedad 	

Bibliografía

Básica:

- Russell, Stuart J. (Stuart Jonathan), Artificial intelligence: A modern approach, 2nd. Edition, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall/Pearson Education, New Jersey, 2003
- Luger, George F., Artificial Intelligence: Structures and strategies for complex problem solving, 6th. Edition, Boston, MA.: Pearson Addison-Wesley, Massachusetts, 2009
- Lucas, Peter, Principles of expert systems, , Wokingham, England; Reading, Mass.: Addison Wesley, England, 1991
- Ian, H. Witten & Eibe, F.(2005) .Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques, Second Edition, Expert Systems Durkin, John Prentice Hall.

Complementaria:

- Russell, S. y Norving. (2004) .Inteligencia Artificial, un enfoque moderno. México. Prentice Hall.
- Giarratono J. y Riley G. (2001) Sistemas Expertos, principios y programación, México, internacional Thomson Editores. Castillo, E., Gutierrez J.M. y Hadi, A.(1993) Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas. AIGroup.

TERCER SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Seminario de Investigación II	
<p>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.</p>	
Unidades	Objetivo particular
<p>Diseño metodológico</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Instrumentación y recolección de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Diseño del marco experimental</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Consideraciones éticas y normativas</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>Diseño metodológico Brindar criterios sólidos para seleccionar y justificar el enfoque metodológico más adecuado a su problema de investigación, considerando diseños científicos propios de la ingeniería y su aplicabilidad, así como aspectos de replicabilidad y validez.</p> <p>Instrumentación y recolección de datos Capacitar al alumno en el diseño, validación y aplicación de instrumentos de recolección de datos, así como en la integración de fuentes secundarias, asegurando la confiabilidad, precisión y trazabilidad de la información obtenida.</p> <p>Diseño del marco experimental Guiar en la construcción del marco experimental o computacional necesario para validar sus hipótesis, mediante el desarrollo de modelos, algoritmos o plataformas, definiendo variables, métricas y condiciones de control.</p> <p>Consideraciones éticas y normativas Sensibilizar sobre la importancia de la ética y la normativa en la investigación científica, promoviendo el cumplimiento de principios éticos, la protección de datos y la gestión responsable de los riesgos y derechos involucrados.</p>

<p>Metodología de trabajo</p> <p>La asignatura se imparte en modalidad presencial y constituye un espacio de profundización metodológica y acompañamiento académico avanzado para el desarrollo del proyecto de investigación doctoral. A través de sesiones expositivas, análisis de casos, discusión crítica y talleres aplicados, se guiará al doctorando en el diseño riguroso y viable de la metodología de su investigación, considerando criterios técnicos, científicos, éticos y contextuales.</p> <p>Durante las sesiones, el estudiante trabajará activamente en la definición del enfoque metodológico más pertinente para su estudio, la selección y justificación de técnicas de recolección de datos, el diseño de instrumentos de medición, la planificación del trabajo de campo o simulación, y la elaboración de protocolos experimentales detallados. Se promoverá el uso de herramientas tecnológicas para el diseño de algoritmos, entornos de simulación, análisis de datos y documentación técnica.</p> <p>El aprendizaje será reforzado mediante la construcción progresiva del diseño metodológico y del marco experimental, el análisis de normativas éticas y legales aplicables, y la participación en procesos de validación de instrumentos, planificación de pruebas piloto y documentación del proceso investigativo. Se incentivará el diálogo académico entre pares, la autoevaluación y la retroalimentación continua como parte integral del desarrollo científico.</p> <p>La evaluación será continua, orientada al progreso sistemático del doctorando y la calidad técnica y argumentativa del diseño metodológico. Se considerará el uso adecuado de fuentes académicas especializadas, la organización y claridad en la redacción, la pertinencia de las decisiones metodológicas tomadas, la participación en discusiones académicas, y el cumplimiento de entregas conforme a la planeación del protocolo doctoral.</p>
<p>Criterios de evaluación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso adecuado de fuentes académicas • Organización y redacción académica • Participación en discusiones y retroalimentaciones • Avance progresivo y cumplimiento de entregas
<p>Bibliografía</p> <p><i>Básica:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p><i>Complementaria:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.
<p>Nombre de la Asignatura: Realidad Virtual</p>
<p>Objetivo</p> <p>Proporcionar al alumno una sólida base de los principios fundamentales de la realidad virtual y de los requerimientos de programación y de plataforma y recursos tecnológicos específicos para estas aplicaciones. Familiarizarlo con algunos lenguajes y herramientas de diseño de sistemas de realidad virtual. Prepararlo para el diseño, desarrollo e implementación de sistemas de realidad virtual en diferentes campos de aplicación de estos.</p>

Unidades	Objetivo particular
<p>Introducción a la Realidad Virtual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Historia y evolución de la realidad virtual • Definiciones clave y terminología asociada (VR, AR, XR, MR) • Principios psicológicos y perceptuales en entornos inmersivos • Diferencias entre realidad virtual, aumentada y mixta • Tipos de experiencias inmersivas: inmersión, presencia, interacción • Componentes básicos de un sistema de realidad virtual <p>Fundamentos de los Programas para Realidad Virtual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motores gráficos utilizados en VR (Unity, Unreal Engine) • Arquitectura de software para entornos virtuales • Modelado 3D, texturizado y optimización para VR • Sistemas de coordenadas, colisiones y físicas en mundos virtuales • Interacción hombre-máquina dentro de entornos virtuales • Normas y buenas prácticas de desarrollo para VR <p>Plataformas y técnicas de la Realidad Virtual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispositivos de entrada y salida: HMDs, controladores, guantes hápticos, plataformas omnidireccionales • Técnicas de seguimiento y posicionamiento (6DoF, sensores inerciales, ópticos) • Interfaces naturales de usuario (voz, gestos, mirada) • Técnicas de renderizado estereoscópico y foveated rendering • Limitaciones técnicas: latencia, mareo por simulación, resolución y campo de visión • Plataformas populares: Oculus, HTC Vive, PlayStation VR, WebVR, Meta Quest <p>Aplicaciones de la Realidad Virtual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Educación y entrenamiento inmersivo • Medicina: simuladores quirúrgicos y terapia asistida por VR • Arquitectura y diseño asistido por realidad virtual 	<p>Introducción a la Realidad Virtual</p> <p>Analizar el origen, evolución y fundamentos conceptuales de la realidad virtual, diferenciando sus variantes tecnológicas (VR, AR, MR, XR) y comprendiendo los principios perceptuales y cognitivos que permiten generar experiencias inmersivas significativas, como base para el desarrollo de aplicaciones avanzadas.</p> <p>Fundamentos de los Programas para Realidad Virtual</p> <p>Estudiar los fundamentos del desarrollo de software para realidad virtual, incluyendo la lógica de los motores gráficos, el modelado tridimensional, las físicas de interacción y las estructuras arquitectónicas que permiten la construcción de mundos virtuales funcionales, realistas y eficientes desde el punto de vista computacional.</p> <p>Plataformas y técnicas de la Realidad Virtual</p> <p>Explorar las principales plataformas, dispositivos y técnicas empleadas en entornos de realidad virtual, analizando sus capacidades tecnológicas, limitaciones, criterios de selección y estrategias para una implementación efectiva de sistemas inmersivos que respondan con precisión al movimiento, la interacción y la percepción del usuario.</p> <p>Aplicaciones de la Realidad Virtual</p> <p>Investigar las múltiples aplicaciones de la realidad virtual en campos como educación, medicina, industria, arquitectura, entretenimiento e investigación, evaluando su impacto, viabilidad técnica y social, así</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Industria 4.0: prototipado, mantenimiento y control remoto • Entretenimiento y videojuegos • Realidad virtual en la investigación científica y social <p>Programación: Construyendo un Mundo Virtual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integración de modelos 3D y programación de eventos • Desarrollo de scripts para interacción con el entorno (C#, Blueprints) • Manejo de inputs y controladores en un entorno 3D • Generación de escenas, animaciones y simulaciones físicas • Creación de HUDs (heads-up display) e interfaces VR • Exportación multiplataforma y optimización de builds VR <p>El futuro de la Realidad Virtual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realidad virtual y el metaverso: convergencias y desafíos • Integración con inteligencia artificial, blockchain y redes 5G/6G • Biofeedback y realidad virtual emocional • Interfaces cerebro-computadora (BCI) y neurotecnología • Ética, privacidad, y salud en experiencias inmersivas prolongadas • Tendencias emergentes y líneas de investigación en VR 	<p>como las oportunidades de innovación para resolver problemas complejos mediante entornos inmersivos personalizados.</p> <p>Programación: Construyendo un Mundo Virtual</p> <p>Desarrollar habilidades avanzadas de programación aplicadas a la construcción de mundos virtuales interactivos, incorporando scripting, animación, simulación física e integración de interfaces, con el objetivo de crear experiencias inmersivas funcionales, optimizadas y adaptables a múltiples plataformas y dispositivos.</p> <p>El futuro de la Realidad Virtual</p> <p>Proyectar las tendencias emergentes en el campo de la realidad virtual, evaluando su convergencia con otras tecnologías como la inteligencia artificial, neurointerfaces, redes 5G/6G y blockchain, reflexionando críticamente sobre los desafíos éticos, sociales y técnicos que acompañan su integración en el metaverso y otros escenarios futuros.</p>
<p>Metodología de trabajo</p>	
<p>La asignatura se desarrolla en modalidad presencial, combinando exposiciones teóricas, análisis de casos y demostraciones prácticas para abordar los principios fundamentales y tecnológicos de la realidad virtual. Se fomentará el aprendizaje activo mediante el estudio de plataformas, dispositivos y técnicas, así como la integración de lenguajes y herramientas para el desarrollo de entornos inmersivos. El enfoque promueve la participación crítica y la experimentación, buscando que los estudiantes comprendan y apliquen los conceptos esenciales para diseñar y construir sistemas de realidad virtual funcionales.</p> <p>Durante las sesiones, los estudiantes realizarán prácticas de programación y modelado 3D, ejercicios de integración de componentes y simulaciones de entornos virtuales, utilizando motores gráficos como Unity o Unreal Engine. Se realizarán talleres para el manejo de dispositivos de entrada y salida, técnicas de seguimiento y renderizado, así como para la optimización de sistemas en diferentes plataformas. Además, se analizarán casos de aplicación en campos como educación, medicina, industria y entretenimiento, que permitan contextualizar la tecnología en escenarios reales.</p>	

El alumno reforzará su aprendizaje mediante lecturas dirigidas de autores especializados, la elaboración de proyectos prácticos que integren programación, modelado y diseño de interfaces, y la documentación técnica del proceso de desarrollo. Se incentivará la investigación sobre tendencias emergentes, así como la reflexión crítica sobre aspectos éticos, sociales y de salud relacionados con el uso prolongado de tecnologías inmersivas.

La evaluación será continua y formativa, con retroalimentación constante por parte del docente en cada fase del desarrollo práctico y teórico. Se valorará la correcta implementación técnica de los entornos virtuales, la calidad y coherencia de la experiencia inmersiva generada, el uso adecuado de tecnologías y dispositivos, la claridad en la documentación y la innovación en el diseño aplicado.

Criterios de evaluación

- Funcionamiento técnico del entorno virtual desarrollado
- Calidad de la experiencia inmersiva
- Uso adecuado de tecnologías y dispositivos de RV
- Claridad en la documentación del proceso
- Creatividad e innovación en el diseño

Bibliografía

Básica:

- J.C. Parra, R. A. García, I. M. Santelices: Introducción Práctica a la Realidad Virtual, Editorial: Ediciones Universidad Bio, Concepción, 2001.
- W. R. Sherman, A. B. Craig: Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design, Morgan Kaufmann Publishers, 2002.
- M. L. McLaughlin, J. P. Hespanha S. Gaurav: Touch in Virtual Environments: Haptics and the Design of Interactive Systems, Prentice Hall, 2001.
- J. Vince: Essential Virtual Reality Fast: How to Understand the Techniques and Potential of Virtual Reality (Essential Series), Springer Verlag, 1998.

Complementaria:

- S. K. Hegel, J. P. Roth: Virtual reality: Theory, practice and promise. Information Today Inc, 1991.
- S. Diehl: Distributed Virtual Worlds. Springer Verlag, 2001.
- Beyond the vision: The technology research, and business of virtual reality: proceedings of virtual reality '91, The Second A.

Nombre de la Asignatura: Entornos Inteligentes

Objetivo

El alumno conocerá todos los aspectos relacionados al planteamiento y funcionamiento de los entornos inteligentes.

Unidades

Interacción persona-ordenador

- Principios cognitivos de la interacción humano-computadora
- Modelos mentales y usabilidad en entornos digitales
- Interfaces adaptativas e interfaces multimodales
- Reconocimiento de gestos, voz y emociones
- Evaluación de experiencia de usuario (UX) en sistemas inteligentes

Objetivo particular

Interacción persona-ordenador

Analizar en profundidad los principios teóricos, psicológicos y tecnológicos que sustentan la interacción persona-ordenador (HCI), con énfasis en los modelos mentales, la ergonomía cognitiva y los paradigmas actuales de interacción multimodal. Se busca que el estudiante desarrolle la capacidad de evaluar críticamente interfaces adaptativas, así como proponer mejoras en términos de usabilidad, accesibilidad y experiencia de usuario en

<p>Interacción persona-entorno inteligente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definición de contexto y conciencia contextual (context awareness) • Sensado ambiental y comportamiento adaptativo • Diseño centrado en el usuario para entornos inteligentes • Agentes proactivos y personalizados • Ética y privacidad en la interacción con ambientes inteligente <p>Infraestructura</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redes de sensores y dispositivos IoT como soporte físico • Protocolos de comunicación en entornos distribuidos inteligentes • Computación ubicua: visión y tecnologías asociadas • Plataformas tecnológicas para ciudades, hogares y oficinas inteligentes • Gestión energética y sostenibilidad en la infraestructura <p>Arquitectura</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelos arquitectónicos para entornos inteligentes (capas, módulos, servicios) • Arquitecturas orientadas a eventos y servicios (EDA y SOA) • Sistemas centralizados vs. descentralizados • Middleware y capas de abstracción • Integración de inteligencia artificial distribuida 	<p>sistemas complejos y contextos sensibles como salud, educación y automatización industrial.</p> <p>Interacción persona-entorno inteligente</p> <p>Explorar las particularidades de la interacción entre el ser humano y los entornos inteligentes, considerando el rol del contexto, la percepción ambiental y la adaptación del sistema en tiempo real. El objetivo es que el doctorando comprenda cómo los sistemas inteligentes captan, procesan e interpretan el comportamiento humano para generar respuestas proactivas y personalizadas, al tiempo que reflexione sobre las implicaciones éticas, sociales y legales relacionadas con la privacidad, la autonomía del usuario y la transparencia del sistema.</p> <p>Infraestructura</p> <p>Diseñar, evaluar y modelar infraestructuras tecnológicas robustas y escalables que soporten el funcionamiento eficiente de entornos inteligentes, incorporando redes de sensores, tecnologías IoT, dispositivos embebidos, mecanismos de conectividad inalámbrica, computación en el borde (edge computing) y recursos en la nube. Se espera que el estudiante sea capaz de integrar estas tecnologías bajo criterios de eficiencia energética, tolerancia a fallos, seguridad y sostenibilidad, con base en estándares actuales y proyecciones futuras.</p> <p>Arquitectura</p> <p>Comparar, seleccionar y diseñar arquitecturas de software para entornos inteligentes, comprendiendo las implicaciones de adoptar modelos centralizados, distribuidos, orientados a eventos o basados en servicios. El objetivo es que el estudiante analice cómo estas arquitecturas facilitan la interoperabilidad, la escalabilidad y la modularidad del sistema, al tiempo que promueven la incorporación de inteligencia artificial distribuida, aprendizaje en línea y toma de decisiones autónoma en escenarios de alta complejidad.</p>
---	---

<p>Servicios</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de servicios en entornos inteligentes (ubicación, seguridad, automatización) • Orquestación de servicios adaptativos • Gestión del ciclo de vida de los servicios • Monitoreo, mantenimiento y actualizaciones dinámicas • Interoperabilidad entre servicios heterogéneos <p>Evolución</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tendencias emergentes en entornos inteligentes • Integración con sistemas cognitivos y aprendizaje continuo • Escalabilidad y adaptabilidad frente a la evolución del contexto • Convergencia tecnológica: AI, IoT, Big Data y 5G • Prospectiva tecnológica y retos futuros <p>Casos de estudio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hogares inteligentes y domótica avanzada • Hospitales inteligentes y atención médica personalizada • Edificios y oficinas inteligentes (smart buildings) • Smart cities: movilidad, seguridad, sostenibilidad • Aplicaciones educativas, industriales y ambientales 	<p>Servicios</p> <p>Investigar el diseño, implementación y gestión de servicios inteligentes que operan dentro de entornos adaptativos, considerando la interacción con múltiples usuarios, dispositivos heterogéneos y cambios dinámicos en el entorno. Se espera que el estudiante proponga esquemas de orquestación de servicios, despliegue continuo, detección de contexto y personalización, al mismo tiempo que explore estrategias para garantizar la interoperabilidad, la actualización en tiempo real y la resiliencia de los servicios frente a fallos o cambios de configuración.</p> <p>Evolución</p> <p>Estudiar la evolución histórica y tecnológica de los entornos inteligentes, desde sus bases en la computación ubicua hasta su integración actual con tecnologías emergentes como el aprendizaje profundo, la inteligencia colectiva, la computación afectiva, las redes 5G y el edge computing. El objetivo es que el estudiante desarrolle una visión crítica y prospectiva, capaz de identificar nuevas líneas de investigación, desafíos interdisciplinarios y oportunidades de innovación que definan la próxima generación de entornos cognitivos y sensibles al contexto.</p> <p>Casos de estudio</p> <p>Analizar detalladamente implementaciones reales de entornos inteligentes en distintos dominios (hogares, hospitales, ciudades, industrias, aulas inteligentes), evaluando no solo su arquitectura y componentes técnicos, sino también su impacto social, económico y ético. El estudiante deberá ser capaz de extraer patrones de diseño, identificar buenas prácticas, reconocer obstáculos comunes y proponer estrategias de mejora, transferencia tecnológica y escalamiento de soluciones adaptadas a diferentes contextos geográficos y culturales.</p>
<p>Metodología de trabajo:</p>	
<p>La asignatura se desarrolla en modalidad presencial, combinando exposiciones teóricas con análisis críticos de casos reales y actividades prácticas orientadas a la comprensión y diseño de entornos inteligentes. Se promoverá un aprendizaje activo y colaborativo, enfocándose en la</p>	

integración de aspectos tecnológicos, cognitivos y éticos en sistemas adaptativos y contextuales. El estudiante será guiado para evaluar y proponer soluciones innovadoras que integren inteligencia artificial, redes de sensores y servicios distribuidos, con énfasis en la experiencia del usuario y la sostenibilidad.

Durante las sesiones, los alumnos realizarán ejercicios prácticos de modelado de arquitecturas, diseño de servicios inteligentes y simulaciones de interacción persona-entorno utilizando plataformas tecnológicas actuales. Se implementarán talleres para el análisis de interfaces adaptativas, protocolos de comunicación y gestión de infraestructura, así como para la evaluación de casos de estudio en domótica, salud, smart cities e industria. La reflexión ética y social será un componente transversal que acompañará todas las actividades.

El alumno fortalecerá su aprendizaje mediante lecturas dirigidas de fuentes académicas y tecnológicas, elaboración de reportes críticos y propuestas de mejora basadas en análisis comparativos de soluciones existentes. Se fomentará la documentación rigurosa y la presentación clara de resultados, promoviendo la comunicación efectiva y el trabajo colaborativo como habilidades fundamentales para el desarrollo profesional en ambientes inteligentes.

La evaluación será continua y formativa, con retroalimentación constante por parte del docente durante el avance de proyectos y ejercicios prácticos. Se valorará la correcta aplicación de técnicas de inteligencia artificial, la innovación en el diseño de sistemas, la funcionalidad técnica de los prototipos desarrollados, la profundidad del análisis crítico, así como la calidad y claridad en la documentación y presentaciones finales.

Criterios de evaluación

- Aplicación efectiva de técnicas de IA en entornos inteligentes
- Innovación y creatividad en el diseño de sistemas
- Calidad técnica y funcionalidad de los prototipos
- Análisis crítico de resultados y reflexiones éticas
- Claridad y rigor en la documentación y presentación
- Trabajo colaborativo y comunicación efectiva

Bibliografía

Básica:

- Cook, D.J., Augusto, J.C., Jakkula, V.R. Review: Ambient intelligence: Technologies, applications, and opportunities. *Pervasive and Mobile Computing* 5, 277-298 (2009).
- Bravo, J., Hervás, R., Sánchez, I., Crespo, A. U. Servicios por identificación en el aula ubicua. En VI Simposio internacional de Informática Educativa (SIIE'04), pp. 26-27 (2004)
- Leonidis, A., Margetis, G., Antona, M., Stephanidis, C. ClassMATE: Enabling Ambient Intelligence in the Classroom. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 66, 594-598 (2010).
- Mathioudakis, G., Leonidis, A., Korozi, M., Margetis, G., Ntoa, S., Antona, M., Sthepanidis, C. (2003). Aml-RIA: Real-Time Teacher Assistance Tool for and Ambient Intelligence Classroom. En *Proceedings of the fifth International Conference on Mobile, Hybrid, and On-Line Learning (eLmL 2013)*.

Complementaria:

- Bravo, J., Hervás, R., Chavira, G. Ubiquitous Computing in the Classroom: An Approach through Identification Process. *Journal of Universal Computer Science*, 11(9), 1494-1504 (2005).
- G. Kearsley, "Intelligent agents and instructional systems: implications of a new paradigm," *Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol.. 4, No. 4, 1993

CUARTO SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Seminario de Investigación III	
<p>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.</p>	
Unidades	Objetivo particular
<p>Ejecución metodológica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejecución de pruebas piloto o simulaciones iniciales • Evaluación de instrumentos en campo • Identificación de desviaciones y ajustes necesarios • Registro estructurado de procedimientos <p>Recolección de datos sistemática</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Análisis preliminar de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis exploratorio de datos (EDA) • Estadística descriptiva, visualización • Limpieza y depuración de datos • Identificación de sesgos o errores sistemáticos • Reporte de resultados iniciales <p>Evaluación y ajuste metodológico</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>Ejecución metodológica Capacitar al alumno en la implementación controlada y documentada de pruebas piloto o simulaciones iniciales, evaluando la eficacia de los instrumentos y realizando ajustes metodológicos cuando sea necesario.</p> <p>Recolección de datos sistemática Desarrollar habilidades para la captura rigurosa, codificación y almacenamiento estructurado de datos experimentales, garantizando la calidad, trazabilidad y disponibilidad de la información para su posterior análisis.</p> <p>Análisis preliminar de datos Fomentar el desarrollo de competencias en análisis exploratorio de datos, depuración y visualización inicial, permitiendo detectar errores, sesgos o patrones relevantes para la validación inicial de hipótesis.</p> <p>Evaluación y ajuste metodológico Promover la revisión crítica y reflexiva de la estrategia metodológica aplicada, identificando oportunidades de mejora, justificando ajustes realizados y evaluando su impacto en la validez del estudio.</p>
Metodología de trabajo	
<p>La asignatura se desarrolla en modalidad presencial, combinando exposiciones teóricas, análisis de casos y la realización práctica de las primeras fases de recolección y análisis de datos para el proyecto doctoral. Se fomentará el aprendizaje activo, donde el estudiante aplicará las metodologías diseñadas, ajustando de forma crítica su estrategia en función de los resultados</p>	

preliminares y desafíos encontrados durante la ejecución. Se promoverá la rigurosidad, sistematicidad y ética en la gestión de los datos.

Durante las sesiones, los estudiantes participarán en la ejecución de pruebas piloto, el uso y evaluación de instrumentos en campo, así como en la implementación de técnicas para el registro y almacenamiento estructurado de datos. Se realizarán talleres para la gestión de bases de datos experimentales y la automatización de procesos de captura, con énfasis en el control de calidad y la codificación precisa de la información recolectada. Asimismo, se llevarán a cabo análisis exploratorios preliminares que permitan identificar desviaciones, sesgos o errores, para reportar resultados iniciales confiables.

El alumno reforzará su aprendizaje a través de lecturas dirigidas, elaboración de reportes técnicos y la presentación de avances críticos que reflejen la revisión y ajuste de la estrategia metodológica. Se incentivará la documentación detallada y la reflexión crítica sobre las fortalezas y limitaciones del diseño aplicado, justificando cualquier modificación implementada para optimizar la calidad y validez de la investigación.

La evaluación será continua y formativa, basada en la participación activa, la calidad en la organización y redacción académica, y el cumplimiento puntual de entregas y avances. Se valorará especialmente la capacidad para integrar la retroalimentación, realizar ajustes fundamentados y mantener la rigurosidad científica en todas las etapas de ejecución y análisis.

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.

Optativa I

Consultar en el periodo

QUINTO SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Seminario de Investigación IV	
<p>Objetivo</p> <p>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.</p>	
Unidades	Objetivo particular
<p>Consolidación de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Aplicación de técnicas de análisis avanzadas</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) <p>Interpretación de resultados parciales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de tendencias, relaciones e implicaciones • Contraste de hipótesis • Relación entre variables • Comparación con literatura científica • Reflexión crítica sobre los hallazgos 	<p>Consolidación de datos</p> <p>Fortalecer las capacidades del doctorando para estructurar, normalizar y validar los datos recolectados, asegurando su integridad, calidad y preparación adecuada para su análisis estadístico o computacional.</p> <p>Aplicación de técnicas de análisis avanzadas</p> <p>Capacitar al alumno en el uso de técnicas estadísticas, computacionales y de minería de datos para el análisis profundo de la información, integrando herramientas avanzadas de visualización y análisis cualitativo cuando se requiera.</p> <p>Interpretación de resultados parciales</p> <p>Desarrollar habilidades analíticas y críticas para interpretar los resultados parciales del estudio, identificar patrones significativos, contrastar hipótesis y compararlos con el conocimiento científico existente.</p>
<p>Metodología de trabajo</p> <p>La asignatura se desarrolla en modalidad presencial, centradas en la consolidación y análisis avanzado de los datos recolectados en el proyecto doctoral. Se promueve el trabajo autónomo y colaborativo, donde el estudiante aplicará técnicas estadísticas y computacionales para organizar, validar y preparar las bases de datos, garantizando la calidad y consistencia necesarias para un análisis riguroso.</p> <p>Durante las sesiones, los alumnos realizarán ejercicios prácticos para normalizar y estructurar datos, además de aplicar modelos multivariados, minería de datos y métodos de simulación con apoyo de herramientas especializadas. También se integrarán actividades de visualización avanzada e interpretación cualitativa para fortalecer la comprensión interdisciplinaria y la capacidad de análisis crítico de los resultados parciales obtenidos.</p> <p>El estudiante reforzará su aprendizaje a través de la elaboración de reportes técnicos que incluyan análisis de tendencias, contraste de hipótesis y comparación con la literatura científica</p>	

vigente. Se fomentará la reflexión crítica sobre los hallazgos, vinculando los resultados empíricos con el marco teórico del proyecto y preparando el camino para la discusión científica final. La evaluación será continua, valorando la correcta aplicación de técnicas analíticas, la calidad y claridad en la documentación académica, la participación activa en discusiones y retroalimentaciones, así como el cumplimiento puntual de las entregas y avances del proyecto. La metodología busca desarrollar la capacidad del alumno para generar resultados sólidos y fundamentados que contribuyan significativamente a su línea de investigación.

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.

Optativa II

Consultar en el periodo

SEXTO SEMESTRE	
Nombre de la Asignatura: Seminario de Investigación V	
<p>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.</p>	
Unidades	Objetivo particular
<p>Integración y discusión de resultados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Articulación entre teoría y resultados • Discusión comparativa con otros estudios • Identificación de patrones y contradicciones • Argumentación científica rigurosa <p>Generación de aportaciones originales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulación de nuevos modelos o hipótesis • Innovación en métodos o aplicaciones • Aportes al conocimiento disciplinar • Implicaciones prácticas, sociales o tecnológicas <p>Redacción del cuerpo central de la tesis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redacción académica avanzada • Organización lógica de resultados y argumentos • Coherencia entre objetivos, métodos y hallazgos • Uso de citas y referencias científicas <p>Preparación de publicaciones científicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructura de artículos científicos • Selección de revistas indexadas • Normas editoriales y formato APA/IEEE • Estrategias de revisión y respuesta a pares 	<p>Integración y discusión de resultados Guiar al alumno en la interpretación crítica de sus hallazgos, articulando los resultados con los marcos teóricos y estudios previos, mediante una argumentación científica rigurosa que identifique patrones, contradicciones y aportes relevantes.</p> <p>Generación de aportaciones originales Fomentar la capacidad del doctorando para formular contribuciones originales al conocimiento disciplinar, ya sea mediante nuevos modelos, hipótesis, métodos o aplicaciones con impacto científico, tecnológico o social.</p> <p>Redacción del cuerpo central de la tesis Desarrollar competencias en redacción académica avanzada para estructurar con claridad, coherencia y rigor el cuerpo de la tesis doctoral, asegurando la alineación entre objetivos, metodología, resultados y conclusiones.</p> <p>Preparación de publicaciones científicas Instruir en la elaboración de artículos científicos publicables, considerando estructura, normas editoriales, selección de revistas indexadas y estrategias efectivas para el proceso de revisión por pares.</p>
Metodología de trabajo	
<p>La asignatura se imparte en modalidad presencial, promoviendo un enfoque reflexivo y crítico sobre los resultados obtenidos en la investigación doctoral. Los estudiantes integrarán sus hallazgos con el marco teórico para generar discusiones sólidas y fundamentadas, comparando sus aportaciones con otros estudios relevantes para identificar patrones, contradicciones y oportunidades de avance científico.</p> <p>Durante las sesiones, se realizarán actividades que fomentan la formulación de modelos o hipótesis originales, así como la exploración de innovaciones metodológicas o aplicativas. El trabajo colaborativo y las discusiones en grupo permitirán enriquecer las aportaciones disciplinares, vinculando los resultados con sus implicaciones prácticas, sociales o tecnológicas.</p>	

El alumno desarrollará habilidades avanzadas de redacción académica para estructurar el cuerpo central de su tesis doctoral, asegurando coherencia entre objetivos, metodología y resultados. Se trabajará en la correcta utilización de citas y referencias según normas internacionales, consolidando un documento claro, riguroso y bien organizado.

Finalmente, se brindará capacitación para la preparación de publicaciones científicas, abordando la estructura típica de artículos, selección adecuada de revistas indexadas, formatos editoriales (APA, IEEE), y estrategias para la revisión por pares. La evaluación será continua, considerando la calidad de la integración teórica, la originalidad de las aportaciones, la claridad en la redacción y la participación activa durante el curso.

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.

Optativa III

Consultar en el periodo