



1. Datos generales de la asignatura

Nombre de la asignatura: Aprendizaje Automático

LGAC: Modelos de Aprendizaje Inteligentes y Ciencia de Datos / Optimización Inteligente para Procesos Productivos

Tiempo de dedicación del estudiante a las actividades de:
48-40-100-6

DOC: Docencia, **TIS:** Trabajo independiente significativo; **TPS:** Trabajo profesional supervisado

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La asignatura Aprendizaje Automático fortalece el perfil del Maestro en Inteligencia Artificial al dotarlo de competencias avanzadas para el análisis, diseño e implementación de modelos de aprendizaje supervisado, no supervisado y por refuerzo, con el fin de resolver problemas complejos mediante técnicas de inteligencia computacional. Esto permitirá a las y los estudiantes construir soluciones inteligentes, tomar decisiones basadas en datos y proponer aplicaciones innovadoras que impacten positivamente en entornos tecnológicos, sociales e industriales.

El tema uno tiene como objetivo que las y los estudiantes comprendan los fundamentos del aprendizaje automático y sean capaces de distinguir entre los principales tipos de aprendizaje, identificando sus aplicaciones y limitaciones. Se busca que adquieran una visión crítica del ciclo de vida de un modelo, incluyendo su evaluación mediante métricas especializadas.

En el tema dos, las y los estudiantes desarrollarán competencias para aplicar algoritmos de aprendizaje supervisado, como regresión, árboles de decisión, SVM y redes neuronales, resolviendo tareas de clasificación y regresión. Durante esta etapa, se fomenta el análisis de desempeño y la selección de modelos adecuados, considerando los datos y el problema a resolver.

El tema tres está enfocado en el aprendizaje no supervisado. Las y los estudiantes diseñarán soluciones basadas en técnicas de agrupamiento, reducción de dimensionalidad y detección de anomalías. Se promoverá el uso de herramientas digitales para visualizar y evaluar los





resultados, identificando estructuras ocultas en los datos y generando hipótesis a partir de los hallazgos obtenidos.

Como parte del tema cuatro, las y los estudiantes se introducirán al aprendizaje por refuerzo, comprendiendo su terminología, fundamentos y aplicaciones. Implementarán agentes básicos utilizando algoritmos como Q-learning y evaluarán estrategias de exploración y explotación en entornos simulados. Esta etapa refuerza la capacidad para diseñar soluciones adaptativas y autónomas, así como para comunicar sus resultados mediante reportes científicos, visualizaciones interactivas y presentaciones digitales.

Intención didáctica

Esta asignatura se centra en desarrollar en las y los estudiantes las competencias necesarias para implementar, ajustar y evaluar modelos de aprendizaje automático aplicados a diversos contextos. A través del diseño, validación y comparación de algoritmos, se promueve la comprensión profunda del comportamiento de los modelos, permitiendo identificar patrones, optimizar parámetros y mejorar el rendimiento general de las soluciones inteligentes.

Se enfatiza en la importancia de analizar críticamente los resultados obtenidos a partir del entrenamiento de modelos, así como de evaluar su capacidad predictiva y adaptativa. Las y los estudiantes aprenderán a interpretar métricas, validar hipótesis mediante pruebas controladas y contextualizar sus hallazgos en función del estado del arte, fortaleciendo su criterio técnico y metodológico para la toma de decisiones basadas en datos.

Asimismo, la asignatura promueve el desarrollo de competencias en comunicación técnica y científica, orientadas a la elaboración de reportes analíticos, presentaciones digitales y productos de difusión académica sobre los modelos desarrollados. A través de esta práctica, las y los estudiantes fortalecerán su capacidad para comunicar hallazgos científicos de manera clara, estructurada y argumentativa, contribuyendo significativamente al avance del conocimiento en el área de la inteligencia artificial.

Finalmente, se refuerza la habilidad de las y los estudiantes para evaluar la aplicabilidad e impacto de sus modelos en problemas del mundo real, asegurando que sus propuestas sean pertinentes, éticas y alineadas a las necesidades tecnológicas, sociales o industriales. Esta integración de habilidades técnicas, analíticas y comunicativas permitirá a las y los





estudiantes posicionarse como profesionales líderes en el desarrollo de soluciones inteligentes.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, 20 de marzo de 2025	Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán María del Pilar Salas Zárate	Elaboración de diseño de asignaturas para el programa educativo de la Maestría en Inteligencia Artificial

4. Competencia a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
Desarrollar la capacidad para diseñar, implementar y evaluar modelos de aprendizaje automático supervisado, no supervisado y por refuerzo, aplicando técnicas, algoritmos y herramientas especializadas que permitan resolver problemas complejos del entorno productivo, social y tecnológico, mediante el análisis de datos y la generación de soluciones inteligentes en el ámbito de la inteligencia artificial.

5. Competencias previas

Inteligencia Artificial y su Ética	Comprensión de los fundamentos de la inteligencia artificial y análisis crítico de sus implicaciones éticas, sociales y tecnológicas.
Sistemas Difusos Inteligentes	Capacidad para aplicar sistemas difusos en la modelación de problemas con incertidumbre, utilizando lógica difusa.
Modelos Estadísticos para el Aprendizaje Automático y Ciencia de Datos	Habilidad para interpretar y aplicar modelos estadísticos en el análisis de datos, incluyendo regresión, inferencia y validación de modelos predictivos

6. Aportación al perfil de egreso





La asignatura de Aprendizaje Automático aporta al desarrollo de competencias avanzadas para que el egresado:

- Diseñe e implemente modelos inteligentes: Aplicando técnicas de aprendizaje supervisado, no supervisado y por refuerzo para resolver problemas complejos en entornos productivos, sociales y tecnológicos.
- Analice e interprete datos de manera crítica: Utilizando herramientas estadísticas, métricas de desempeño y visualización de datos para evaluar y optimizar modelos predictivos o adaptativos.
- Automatice procesos y proponga soluciones innovadoras: Incorporando algoritmos de aprendizaje automático que mejoren la eficiencia, la toma de decisiones y la generación de valor en su campo profesional.

Esta asignatura potencia las habilidades necesarias para que el egresado lidere el diseño e implementación de soluciones basadas en inteligencia artificial, contribuyendo al fortalecimiento de la transformación digital y al desarrollo sostenible de su entorno profesional.

7. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción al Aprendizaje Automático	1.1. Fundamentos del aprendizaje automático 1.2. Tipos de aprendizaje supervisado, no supervisado y por refuerzo 1.3. Ciclo de vida de un modelo de aprendizaje 1.4. Métricas para la evaluación de modelos
2	Aprendizaje Supervisado	2.1. Problemas de clasificación y regresión 2.2. Regresión lineal y logística 2.3. Árboles de decisión y Random Forest 2.4. K-vecinos más cercanos (KNN) 2.5. Máquinas de vectores soporte (SVM) 2.6. Redes neuronales básicas





3	Aprendizaje No Supervisado	3.1. Problemas de agrupamiento (clustering) 3.2. Algoritmo K-medias 3.3. DBSCAN y clustering jerárquico 3.5. Detección de anomalías
4	Aprendizaje por Refuerzo	4.1. Fundamentos y terminología 4.2. Proceso de decisión de Markov 4.3. Métodos basados en valores: Q-learning 4.4. Introducción a políticas y exploración/explotación 4.5. Aplicaciones prácticas del aprendizaje por refuerzo

8. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción al Aprendizaje Automático	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): - Comprender los fundamentos del aprendizaje automático y distinguir entre aprendizaje supervisado, no supervisado y por refuerzo. - Identificar las fases del ciclo de vida de un modelo de aprendizaje automático, desde la preparación de datos hasta la evaluación. - Aplicar métricas básicas para la evaluación del rendimiento de modelos, reconociendo su utilidad y limitaciones según el contexto. Genéricas:	Mapa conceptual sobre los tipos de aprendizaje automático: Elaborar un mapa conceptual que sintetice las características, ventajas, desventajas y aplicaciones del aprendizaje supervisado, no supervisado y por refuerzo. Análisis comparativo de artículos científicos: Revisar y comparar dos artículos académicos donde se apliquen diferentes tipos de aprendizaje automático, identificando la pertinencia de cada enfoque en función del problema abordado.





• Comunicación oral y escrita. • Habilidad para buscar, analizar, clasificar y sintetizar información proveniente de fuentes diversas. • Capacidad para resolver problemas complejos mediante la aplicación del pensamiento lógico y sistemático. • Razonamiento crítico para comparar enfoques de aprendizaje automático y seleccionar el más adecuado según el tipo de problema. • Habilidades para trabajar de manera autónoma, gestionando recursos digitales para el autoaprendizaje en entornos virtuales.	3. Ciclo de vida del modelo: Diseñar un esquema visual o infografía explicando cada fase del ciclo de vida de un modelo de aprendizaje automático, incluyendo preprocesamiento, entrenamiento, validación, evaluación y mantenimiento. 4. Taller de evaluación de modelos: Aplicar en un entorno práctico medidas como precisión, recall, F1 y ROC-AUC a un modelo básico usando un conjunto de datos sencillo en Python o herramienta digital asignada. 5. Foro de discusión sobre aplicaciones actuales: Participar en un foro virtual donde se discutan aplicaciones actuales del aprendizaje automático en distintos sectores (salud, educación, industria, gobierno), argumentando su impacto y retos. 6. Autoevaluación con WebQuest: Realizar una WebQuest que guíe al estudiante por diferentes fuentes confiables para identificar mitos y realidades sobre el aprendizaje automático, concluyendo con una reflexión escrita.
2. Aprendizaje Supervisado	
Competencias	Actividades de aprendizaje





Específica(s):

- Aplicar algoritmos de aprendizaje supervisado (regresión, clasificación) para resolver problemas reales, considerando las características de los datos y los objetivos del modelo.
- Comparar el desempeño de diferentes algoritmos supervisados mediante el uso de métricas estandarizadas, seleccionando el más adecuado para cada contexto.
- Implementar modelos de clasificación y regresión utilizando herramientas computacionales, ajustando hiperparámetros y evaluando su rendimiento.

Genéricas:

- Capacidad de análisis y síntesis para seleccionar técnicas apropiadas de modelado supervisado.
- Habilidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos en la resolución de problemas complejos.
- Razonamiento crítico para interpretar resultados y tomar decisiones informadas.
- Trabajo colaborativo para diseñar y evaluar modelos predictivos en equipos multidisciplinarios.
- Gestión autónoma del aprendizaje mediante el uso de plataformas

1. Resolución de casos con regresión lineal y logística:

Los estudiantes desarrollarán soluciones a problemas reales utilizando regresión, interpretando coeficientes, error cuadrático medio y validación cruzada.

2. Implementación comparativa de clasificadores:

Programar diferentes algoritmos de clasificación (KNN, árboles de decisión, SVM) con un mismo conjunto de datos, evaluando y comparando su precisión, recall y F1-score.

3. Taller de ajuste de hiperparámetros:

Aplicar técnicas de validación cruzada para ajustar hiperparámetros de modelos supervisados (profundidad del árbol, k en KNN, kernel en SVM) y analizar su impacto.

4. Visualización de decisiones de modelos:

Generar visualizaciones para explicar cómo los modelos clasifican (por ejemplo, límites de decisión en 2D) y discutir su interpretabilidad.

5. Análisis colaborativo de un caso de aplicación industrial:

seleccionar un caso documentado de uso de aprendizaje supervisado en la industria (salud, finanzas, producción), analizarlo y presentar una propuesta de mejora.

6. Reto de clasificación automática:

Resolver una competencia tipo Kaggle





digitales, simuladores y recursos abiertos.	educativa usando un conjunto de datos con etiquetas, entregando notebook con análisis, código y resultados comentados.
7. Aprendizaje no Supervisado	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Aplicar técnicas de agrupamiento, reducción de dimensionalidad y detección de anomalías para explorar y estructurar conjuntos de datos sin etiquetas. • Evaluar e interpretar los resultados de modelos no supervisados mediante visualizaciones, métricas internas y criterios heurísticos. • Utilizar herramientas computacionales para implementar modelos de agrupamiento (K-medias, DBSCAN, clustering jerárquico) Genéricas: • Capacidad para analizar patrones y estructuras ocultas en conjuntos de datos complejos. • Habilidad para sintetizar información no etiquetada en categorías útiles para la toma de decisiones.	1. Exploración visual de agrupamientos: Aplicar K-medias y DBSCAN sobre un conjunto de datos no etiquetado, visualizando los resultados con proyecciones PCA y t-SNE para interpretar agrupamientos emergentes. 2. Comparación de algoritmos de clustering: Evaluar la calidad de distintos algoritmos de agrupamiento mediante métricas como Silhouette, Calinski-Harabasz y Davies-Bouldin Index. 3. Caso práctico de segmentación de clientes: Analizar una base de datos de comportamiento de usuarios o clientes, aplicar clustering y proponer perfiles para estrategias comerciales. 4. Detección de anomalías con clustering: Aplicar modelos no supervisados para detectar patrones atípicos en datos (por ejemplo, fraudes, fallos en sensores o comportamientos anómalos). 5. Discusión guiada en foro: Limitaciones y riesgos del





• Razonamiento lógico y pensamiento computacional para construir modelos interpretables. • Creatividad para proponer nuevas formas de representar y segmentar información sin supervisión.	aprendizaje no supervisado: Participar en una discusión grupal sobre los desafíos éticos, metodológicos y computacionales del uso de modelos sin etiquetas, aportando ejemplos reales o simulados.
8. Aprendizaje por Refuerzo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Comprender los fundamentos teóricos del aprendizaje por refuerzo, incluyendo los conceptos de agente, entorno, estados, acciones y recompensas. • Implementar algoritmos básicos de aprendizaje por refuerzo como Q-learning en entornos simulados, evaluando su desempeño y comportamiento. Genéricas: • Pensamiento lógico y abstracción para modelar procesos de toma de decisiones secuenciales. • Razonamiento crítico para interpretar y optimizar el comportamiento de un agente autónomo.	1. Mapa conceptual de los fundamentos del aprendizaje por refuerzo: Elaborar un mapa que explique los conceptos clave del marco de decisión de Markov, ciclo de interacción agente-entorno y tipos de recompensas. 2. Simulación de entornos con toma de decisiones secuenciales: Usar herramientas como OpenAI Gym para explorar el comportamiento de un agente en diferentes entornos simulados. 3. Implementación de Q-learning: Programar un agente básico con Q-learning para resolver un problema sencillo (laberinto, juego, entorno discreto) y visualizar la evolución de su política. 4. Análisis de políticas de exploración/explotación: Comparar diferentes estrategias como epsilon-





- Habilidad para integrar teoría y práctica en la resolución de problemas complejos mediante simulación. - Capacidad de aprendizaje autónomo para adaptar soluciones de código abierto a nuevos entornos. - Comunicación efectiva de resultados mediante reportes técnicos y visualizaciones interactivas.	greedy y softmax, observando su impacto en el aprendizaje del agente. 5. Estudio de caso: Aplicaciones reales del aprendizaje por refuerzo: Investigar una aplicación industrial, comercial o social del aprendizaje por refuerzo (como robótica, trading o juegos) y presentar sus ventajas y retos. 6. Bitácora reflexiva del entrenamiento del agente: Documentar de forma crítica el proceso de entrenamiento, incluyendo decisiones tomadas, errores comunes, ajustes realizados y reflexiones sobre el aprendizaje alcanzado.
--	--

9. Sugerencias de evaluación.

Tema	Sugerencias de evaluación
1. Introducción al Aprendizaje Automático	Análisis comparativo de tipos de aprendizaje Actividad evaluada: Elaboración de un mapa conceptual o cuadro comparativo. Procedimiento: Entrega de material visual con síntesis de características, ventajas y limitaciones del aprendizaje supervisado, no supervisado y por refuerzo. Criterios: Precisión conceptual, claridad en la comparación y calidad visual/comunicativa del producto. Informe sobre el ciclo de vida de un modelo





	• Actividad evaluada: Descripción de fases del ciclo de vida de un modelo de aprendizaje automático. • Procedimiento: Redacción de un informe individual donde se explique cada fase con ejemplos prácticos. • Criterios: Coherencia lógica, pertinencia de los ejemplos y comprensión del flujo de trabajo.
2. Aprendizaje Supervisado	Implementación de modelos supervisados • Actividad evaluada: Desarrollo de clasificadores/regresores con herramientas digitales. • Procedimiento: Entrega de un notebook con código comentado y análisis de resultados. • Criterios: Funcionalidad del código, interpretación de métricas y documentación clara. Análisis comparativo de algoritmos supervisados • Actividad evaluada: Comparación de desempeño entre varios modelos supervisados. • Procedimiento: Gráficos comparativos con interpretación escrita y justificación de la selección del mejor modelo. • Criterios: Uso adecuado de métricas, calidad del análisis y justificación técnica.
3. Aprendizaje no Supervisado	Segmentación de datos con clustering • Actividad evaluada: Aplicación de algoritmos no supervisados sobre un conjunto de datos. • Procedimiento: Presentación de resultados visuales con análisis de agrupamiento y justificación. • Criterios: Coherencia entre clusters y datos, uso de métricas y calidad de visualización.





	Informe de reducción de dimensionalidad • Actividad evaluada: Aplicación de PCA y/o t-SNE a un conjunto de datos. • Procedimiento: Redacción de un informe con visualizaciones y reflexión sobre su utilidad analítica. • Criterios: Correcta implementación, interpretación de componentes y redacción técnica.
4. Aprendizaje por Refuerzo	Implementación de agente con Q-learning • Actividad evaluada: Desarrollo de un agente básico en entorno simulado. • Procedimiento: Entrega de código funcional con visualización de aprendizaje y log de recompensas. • Criterios: Funcionamiento del agente, progresión en recompensas y claridad en la presentación de resultados. Bitácora reflexiva del entrenamiento del agente • Actividad evaluada: Documento reflexivo sobre el proceso de entrenamiento. • Procedimiento: Bitácora individual con narrativa del avance, ajustes y aprendizajes obtenidos. • Criterios: Profundidad del análisis, claridad en la expresión escrita y vinculación con los conceptos teóricos.

10. Práctica(s)

Tema	Prácticas propuestas
------	----------------------





1. Introducción al Aprendizaje Automático	Fundamentos del aprendizaje automático Objetivo: Comprender los principios básicos, tipos y aplicaciones del aprendizaje automático, así como su ciclo de vida en la resolución de problemas reales. Actividades: 1. Investigar y resumir los fundamentos del aprendizaje automático, diferenciando entre aprendizaje supervisado, no supervisado y por refuerzo. 2. Elaborar un cuadro comparativo con los principales algoritmos de cada tipo de aprendizaje. 3. Diseñar un esquema del ciclo de vida de un modelo de aprendizaje automático, desde la recolección de datos hasta la evaluación del modelo. 4. Analizar un caso de aplicación del aprendizaje automático (en salud, finanzas, industria o educación) e identificar qué tipo de aprendizaje se utilizó y por qué. Herramientas sugeridas: • Procesador de texto (Google Docs, Word) • Herramientas de visualización (Canva, Lucidchart, PowerPoint) • Plataforma de videos o artículos científicos (Google Scholar)
2. Aprendizaje Supervisado	Clasificación y regresión con aprendizaje supervisado Objetivo: Implementar y comparar modelos supervisados para tareas de clasificación y regresión, interpretando sus resultados mediante métricas de evaluación. Actividades:





	1. Cargar un conjunto de datos etiquetado en Python (por ejemplo, Iris, Titanic o Diabetes). 2. Aplicar regresión lineal y logística, y modelos de clasificación como KNN y árboles de decisión. 3. Calcular métricas como precisión, recall, F1 y matriz de confusión para comparar modelos. 4. Presentar un informe técnico con visualizaciones de resultados, análisis de desempeño y selección del modelo más adecuado. Herramientas sugeridas: • Google Colab o Jupyter Notebook • Librerías de Python: scikit-learn, pandas, matplotlib, seaborn • Conjunto de datos de UCI Machine Learning Repository o Kaggle
3. Aprendizaje no Supervisado	Descubriendo patrones con aprendizaje no supervisado Objetivo: Aplicar técnicas de agrupamiento y reducción de dimensionalidad para descubrir patrones ocultos en datos no etiquetados. Actividades: 1. Utilizar un dataset no etiquetado (por ejemplo, características de clientes o hábitos de consumo). 2. Aplicar algoritmos de clustering como K-medias y DBSCAN, y visualizar los resultados. 3. Usar PCA o t-SNE para reducir la dimensionalidad y facilitar la interpretación visual. 4. Elaborar un informe con gráficas, interpretación de grupos y propuestas de segmentación basada en los patrones detectados. Herramientas sugeridas: • Jupyter Notebook o Google Colab • Python con scikit-learn, seaborn, plotly





	Dataset sin etiquetas de Kaggle o UCI
4. Aprendizaje por refuerzo	Entrenamiento de un agente con aprendizaje por refuerzo Objetivo: Implementar un agente inteligente básico utilizando aprendizaje por refuerzo, comprendiendo los conceptos de entorno, agente, recompensas y políticas. Actividades: 1. Explorar el entorno FrozenLake o Taxi de OpenAI Gym. 2. Programar un agente con Q-learning y observar su comportamiento en diferentes episodios. 3. Ajustar los parámetros de exploración/explotación (ϵ) y tasa de aprendizaje (α) para mejorar la política del agente. 4. Elaborar un reporte donde se explique el entorno, los resultados de entrenamiento y las decisiones tomadas durante el proceso. Herramientas sugeridas: - Google Colab o Jupyter Notebook - Python con librerías: gym, numpy, matplotlib - Recursos de documentación oficial de OpenAI Gym

11. Fuentes de información

- Géron, A. (2023). <i>Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems</i> (3rd ed.). O'Reilly Media. [ISBN: 978-1098125974] - Raschka, S., Mirjalili, V. (2022). <i>Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2</i> (3rd ed.). Packt Publishing. [ISBN: 978-1801819312] - Alpaydin, E. (2020). <i>Introduction to Machine Learning</i> (4th ed.). The MIT Press.
--





- [ISBN: 978-0262043793]
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer. [ISBN: 978-0387310732]
 - Murphy, K. P. (2022). *Probabilistic Machine Learning: An Introduction*. The MIT Press. [ISBN: 978-0262046824]
 - Flach, P. (2012). *Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data*. Cambridge University Press. [ISBN: 978-1107422223]
 - Shalev-Shwartz, S., & Ben-David, S. (2014). *Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms*. Cambridge University Press. [ISBN: 978-1107057135]
 - Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement Learning: An Introduction* (2nd ed.). The MIT Press. [ISBN: 978-0262039246]
 - James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R* (2nd ed.). Springer. [ISBN: 978-1071614174]
 - Aggarwal, C. C. (2020). *Machine Learning: Fundamentals*. Springer. [ISBN: 978-3030403448]

12. Software de apoyo

Para el desarrollo de las actividades teóricas y prácticas de esta asignatura, se emplean herramientas de software ampliamente utilizadas en el ámbito académico y profesional del aprendizaje automático, que permiten la implementación, entrenamiento, evaluación y visualización de modelos inteligentes sobre datos reales. Estas herramientas facilitan la comprensión de los conceptos teóricos, la experimentación práctica y el desarrollo de soluciones basadas en datos, contribuyendo así a la formación de competencias técnicas y analíticas de las y los estudiantes.

Entre los principales softwares de apoyo se incluyen:

- **Python 3.x:** Lenguaje de programación de propósito general, altamente utilizado en ciencia de datos y aprendizaje automático, con un ecosistema robusto de bibliotecas especializadas.
- **Jupyter Notebook / Google Colab:** Entornos interactivos que permiten la escritura de código, ejecución paso a paso, integración de visualizaciones y





documentación explicativa, ideales para el trabajo práctico en aprendizaje automático.

- **Scikit-learn:** Biblioteca de Python que ofrece implementaciones eficientes y accesibles de algoritmos de aprendizaje supervisado y no supervisado, métricas de evaluación, y herramientas para preprocesamiento y validación cruzada.
- **TensorFlow y Keras:** Frameworks de código abierto para el diseño y entrenamiento de redes neuronales y modelos de aprendizaje profundo, con interfaces amigables y capacidad para correr en GPU.
- **OpenAI Gym:** Entorno de simulación para el desarrollo y evaluación de agentes de aprendizaje por refuerzo, ampliamente adoptado en entornos educativos e investigativos.
- **Pandas y NumPy:** Bibliotecas fundamentales para la manipulación eficiente de estructuras de datos, esenciales en el preprocesamiento y análisis exploratorio previo a la modelación.
- **Matplotlib y Seaborn:** Herramientas gráficas que permiten representar visualmente los resultados de modelos, curvas de aprendizaje, matrices de confusión y distribuciones estadísticas.
- **Weka / Orange:** Plataformas visuales para experimentación con modelos de aprendizaje automático sin necesidad de programación, útiles para la exploración inicial y demostraciones.

Estas herramientas permiten al estudiante desarrollar habilidades prácticas para implementar modelos de aprendizaje automático, ajustar hiperparámetros, evaluar el rendimiento y comunicar resultados mediante reportes técnicos o visualizaciones. Además, su integración en entornos colaborativos y en la nube facilita la formación profesional en escenarios reales y reproducibles.





1. Datos generales de la asignatura

Nombre de la asignatura: Inteligencia Artificial y su Ética

LGAC: Modelos de aprendizaje Inteligentes y Ciencia de Datos

Tiempo de dedicación del estudiante a las actividades de:
DOC-TIS-TPS-CRÉDITOS

DOC: Docencia, **TIS:** Trabajo independiente significativo; **TPS:** Trabajo profesional supervisado

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La Inteligencia Artificial (IA) ha transformado diversos ámbitos del quehacer humano, desde la salud hasta la industria y la vida cotidiana. Esta asignatura analiza las implicaciones éticas, sociales y legales del desarrollo y aplicación de sistemas inteligentes. Se estudian los fundamentos filosóficos, las problemáticas actuales y los marcos regulatorios emergentes para fomentar la toma de decisiones responsables, justas y transparentes en la implementación de modelos de aprendizaje inteligente.

La asignatura "Inteligencia Artificial y su Ética" introduce al estudiante de posgrado en el análisis crítico, ético y social del desarrollo y aplicación de los sistemas de inteligencia artificial. Esta materia permite al alumno examinar los fundamentos filosóficos, los dilemas éticos, los impactos sociales y los marcos legales asociados al uso de modelos inteligentes. Su propósito es formar profesionales conscientes de su responsabilidad en el diseño de soluciones de IA que respeten la dignidad humana, promuevan la justicia y prevengan riesgos sociales. La asignatura se articula con la LGAC Modelos de Aprendizaje Inteligentes y Ciencia de Datos, al proveer una base ética y regulatoria para la generación de soluciones innovadoras, responsables y sostenibles.

En el Tema 1 se proporciona una base conceptual sólida para comprender las implicaciones morales del diseño y uso de sistemas inteligentes. Se exploran distintas corrientes filosóficas — como el utilitarismo, la deontología y la ética de la virtud— para interpretar el comportamiento de las tecnologías emergentes. Con ello, se busca desarrollar una mirada crítica que permita integrar los principios éticos desde las primeras etapas de desarrollo de modelos de IA.





En el Tema 2: Impacto social de la IA a través del análisis de casos reales, esta unidad estudia los efectos que la inteligencia artificial genera en el tejido social: desde la reproducción de sesgos hasta la pérdida de privacidad y la toma de decisiones automatizada. El estudiante desarrollará sensibilidad ante las consecuencias sociales de sus diseños, promoviendo la equidad, inclusión y justicia algorítmica como ejes de su quehacer profesional.

El Tema 3: Marco legal y normativo de la IA se ofrece un panorama actualizado de las regulaciones internacionales, códigos de ética y principios orientadores en torno a la IA. Se analizan documentos clave de organismos como la UNESCO, la OCDE y la Unión Europea, con el fin de preparar al estudiante para el cumplimiento normativo y la elaboración de protocolos éticos que respalden sus desarrollos tecnológicos.

Finalmente, en el Tema 4: Diseño ético de sistemas inteligentes se centra en la aplicación práctica de la ética en proyectos reales de IA. Se abordan metodologías de auditoría algorítmica, explicabilidad de modelos y evaluación del impacto ético en proyectos de ciencia de datos. El objetivo es formar profesionales capaces de diseñar sistemas transparentes, responsables y con una comprensión integral de sus consecuencias sociales.

Intención didáctica

La asignatura "Inteligencia Artificial y su Ética" tiene como intención didáctica general formar profesionales en inteligencia artificial con una visión crítica, ética y humanista, capaces de analizar, evaluar y orientar el desarrollo y aplicación de sistemas inteligentes desde una perspectiva responsable, justa y socialmente comprometida.

A través de un enfoque interdisciplinario, se busca que el estudiante integre los conocimientos técnicos propios de la inteligencia artificial con marcos filosóficos, éticos, sociales y legales, para identificar y reflexionar sobre los dilemas contemporáneos que plantea la IA en contextos reales: sesgos algorítmicos, opacidad de modelos, vulneración de derechos, discriminación automatizada o desinformación masiva, entre otros.

El propósito es trascender la capacitación meramente técnica para desarrollar competencias complejas que permitan al estudiante actuar con responsabilidad profesional, pensamiento crítico y conciencia social en el diseño de modelos de aprendizaje inteligente. Esta formación se apoya en estrategias pedagógicas activas —como el estudio de casos, el análisis normativo,





Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

la simulación de dilemas éticos y el desarrollo de prácticas de auditoría algorítmica— que favorecen la toma de decisiones informada, reflexiva y fundamentada.

La materia se articula directamente con la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) Modelos de Aprendizaje Inteligentes y Ciencia de Datos, aportando elementos clave para el diseño de tecnologías centradas en el ser humano, auditables, transparentes y alineadas con los principios de equidad, inclusión y sostenibilidad.

El papel del docente será el de facilitador y guía para fomentar la discusión crítica, la resolución creativa de problemas y la presentación efectiva de soluciones.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, 07 de julio de 2025	Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán Jacobó Robles Calderón Guadalupe Robles Calderón Marco Antonio Aguilar Cortés	Elaboración de diseño de asignaturas para el programa educativo del Maestría en Inteligencia Artificial.

4. Competencia a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
Analizar, evaluar y aplicar principios éticos, legales y sociales en el desarrollo y uso de modelos de inteligencia artificial, con base en marcos normativos y filosóficos contemporáneos, para garantizar una implementación justa, segura y responsable de los sistemas inteligentes.





5. Competencias previas

Fundamentos de Inteligencia Artificial: Comprensión de los fundamentos teóricos, conceptuales y computacionales de la inteligencia artificial, incluyendo algoritmos de aprendizaje automático, redes neuronales y modelos supervisados y no supervisados.

Aprendizaje automático: Es capaz de diseñar, implementar y evaluar modelos de aprendizaje inteligente, utilizando herramientas de desarrollo como Python, bibliotecas especializadas (scikit-learn, TensorFlow) y criterios de precisión, equidad y rendimiento.

Ética Profesional y Sociedad del Conocimiento: Posee habilidades de análisis crítico y argumentación ética, así como conocimientos sobre la responsabilidad profesional y los impactos sociales de la tecnología.

Fundamentos de Ciencia de Datos y Visualización de Datos: Aplica principios de ciencia de datos para la identificación y solución de problemas complejos, y maneja herramientas de visualización y comunicación de resultados de forma clara, efectiva y comprensible.

6. Aportación al perfil de egreso

La asignatura "Inteligencia Artificial y su Ética" fortalece el perfil de egreso del estudiante de la Maestría en Inteligencia Artificial al desarrollar capacidades clave en los siguientes aspectos:

- Actúa con responsabilidad ética y compromiso social en el diseño y aplicación de modelos inteligentes, reconociendo los riesgos y consecuencias del uso de tecnologías automatizadas. Aporta al componente de formación ética y humanista del egresado.
- Identifica y evalúa críticamente los impactos sociales, legales y culturales asociados a sistemas de IA, incorporando principios de equidad, transparencia y respeto a los derechos humanos. Aporta al enfoque de sostenibilidad y justicia social.
- Aplica marcos normativos nacionales e internacionales relacionados con la ética y la regulación de la IA, y es capaz de generar lineamientos propios para proyectos tecnológicos responsables. Fortalece la competencia para la toma de decisiones fundamentadas y con apego a la legalidad.





- Integra prácticas de diseño ético y auditoría algorítmica en el ciclo de vida de soluciones de IA, con visión crítica, sensibilidad contextual y orientación al bien común. Aporta a la capacidad de liderar proyectos con impacto positivo en la sociedad.

Esta asignatura no solo dota al egresado de herramientas para analizar problemas éticos en el campo de la inteligencia artificial, sino que también fortalece su capacidad para liderar con responsabilidad la construcción de tecnologías justas, confiables y con valor social. Con ello, contribuye de manera directa a la consolidación de un perfil profesional ético, interdisciplinario y comprometido con la innovación al servicio de la humanidad.

7. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Fundamentos filosóficos y éticos de la inteligencia artificial.	1.1. Historia de la ética en el desarrollo tecnológico. 1.2. Introducción a las éticas normativas: deontología, utilitarismo y ética de la virtud. 1.3. Autonomía, responsabilidad y agencia moral en sistemas inteligentes. 1.4. Dilemas éticos clásicos y contemporáneos en IA. 1.5. Principios éticos aplicados al diseño tecnológico.





Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

2	Impacto social de la inteligencia artificial.	2.1 Discriminación algorítmica y sesgos en datos. 2.2 Privacidad, vigilancia y consentimiento informado. 2.3 Exclusión digital y brecha tecnológica. 2.4 Impacto en el trabajo, la educación y la vida cotidiana. 2.5 Justicia social, inclusión y equidad en el desarrollo de IA.
3	Marco legal y normativo de la inteligencia artificial.	3.1. Principios éticos internacionales (UNESCO, OCDE, Comisión Europea) 3.2. Legislaciones emergentes sobre IA a nivel global y nacional 3.3. Códigos de ética profesional en informática y ciencia de datos 3.4. Derecho a la explicación y transparencia algorítmica 3.5. Gobernanza, accountability y compliance en proyectos de IA.
4	Diseño ético de sistemas inteligentes.	4.1. Evaluación ética de algoritmos y modelos de IA 4.2. Diseño centrado en el ser humano (Human-Centered AI) 4.3. Transparencia y explicabilidad (XAI) 4.4. Auditoría algorítmica y mitigación de sesgos 4.5. Protocolos de evaluación ética en proyectos de ciencia de datos.





8. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Fundamentos filosóficos y éticos de la inteligencia artificial	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica: Analiza críticamente las principales corrientes filosóficas y éticas para fundamentar decisiones responsables en el desarrollo y aplicación de sistemas de inteligencia artificial. Genéricas: • Pensamiento crítico y reflexivo. • Responsabilidad social y profesional. • Capacidad de análisis argumentativo. • Sensibilidad ética ante los impactos tecnológicos. • Comunicación oral y escrita fundamentada.	1. Análisis comparativo de corrientes éticas: Comprender y comparar las principales teorías éticas aplicadas al desarrollo tecnológico. 2. Debate ético sobre dilemas tecnológicos: Argumentar una postura ética ante un dilema real relacionado con IA. 3. Elaboración de un mapa conceptual filosófico: Organizar y sintetizar las relaciones entre ética, tecnología y responsabilidad moral.
2. Impacto social de la inteligencia artificial	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica: Evalúa los impactos sociales de los sistemas inteligentes para anticipar riesgos, proponer soluciones éticas y diseñar modelos más justos y equitativos. Genéricas: • Conciencia social y compromiso con la equidad.	1. Análisis de caso sobre sesgos algorítmicos: Detectar impactos sociales y sesgos en decisiones automatizadas. 2. Foro de discusión "IA y justicia social": Reflexionar colectivamente sobre desigualdad y exclusión provocadas por sistemas inteligentes. 3. Infografía: Derechos digitales y privacidad en IA: Divulgar de manera visual los riesgos a la privacidad asociados al uso de IA.





• Capacidad de análisis de contextos sociotécnicos. • Pensamiento crítico aplicado. • Trabajo colaborativo interdisciplinario. • Responsabilidad ciudadana en entornos digitales.	
4. Marco legal y normativo de la inteligencia artificial.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica: Aplica principios legales y marcos normativos en el análisis, diseño y evaluación de soluciones de IA, con apego a los valores de legalidad, justicia y respeto a los derechos humanos. Genéricas: • Interpretación crítica de marcos regulatorios. • Pensamiento ético-jurídico. • Comprensión lectora especializada. • Argumentación jurídica y técnica. Responsabilidad institucional y profesional.	1. Tabla Comparativa de principios éticos internacionales: Identificar similitudes y diferencias entre marcos normativos internacionales. 2. Estudio de caso con enfoque legal: Aplicar principios normativos a un problema concreto. 3. Lineamientos éticos para un proyecto de IA: Elaborar un protocolo ético normativo en el cual se redactará un conjunto de lineamientos éticos aplicables a un proyecto propio o simulado de IA (por ejemplo, un sistema de recomendación o un chatbot médico).
5. Diseño ético de sistemas inteligentes	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica: Diseña modelos de inteligencia artificial integrando criterios éticos, de explicabilidad y de impacto social, aplicando herramientas y metodologías de evaluación responsables. Genéricas:	1. Evaluación de impacto ético de un modelo de IA: Analizar los riesgos y beneficios de un sistema inteligente en operación seleccionando una aplicación de IA (real o propuesta), y realizará una matriz de evaluación de impacto ético,





• Creatividad e innovación tecnológica responsable. • Capacidad para resolver problemas complejos. • Liderazgo técnico con visión ética • Comunicación de resultados éticos y técnicos. • Toma de decisiones informadas y reflexivas.	considerando aspectos como transparencia, equidad y autonomía. 2. Taller de explicabilidad (XAI): Explorar el principio de transparencia en modelos de IA a través de un entorno de laboratorio, los estudiantes usarán una herramienta XAI (ej. Google What-If Tool) para analizar cómo se toman decisiones en un modelo simple y presentar su interpretación. 3. Propuesta de rediseño ético de un sistema: Aplicar principios de diseño ético a un modelo inteligente con fallas detectadas.
---	--

9. Sugerencias de evaluación.

Tema	Sugerencias de Valuación
1. Fundamentos filosóficos y éticos de la inteligencia artificial.	Análisis comparativo de corrientes éticas. • Descripción: El estudiante elaborará una tabla comparativa con las características, principios y aplicaciones de la deontología, el utilitarismo y la ética de la virtud, utilizando ejemplos de uso de IA en diferentes contextos (salud, seguridad, finanzas). • Producto: Tabla comparativa y breve reflexión escrita (1 cuartilla). • Modalidad: Individual, entrega en aula virtual.





	Debate ético sobre dilemas tecnológicos. • Descripción: En equipos, los estudiantes simularán un debate formal sobre casos como el uso de IA en decisiones judiciales o vehículos autónomos. Cada equipo representará una corriente ética distinta. • Producto: Registro audiovisual del debate + documento de argumentos por equipo. • Modalidad: Sincrónica, en videoconferencia. Elaboración de un mapa conceptual filosófico • Descripción: El estudiante construirá un mapa conceptual digital que relacione los conceptos clave de la unidad, incorporando ejemplos reales de IA. • Producto: Mapa conceptual digital en formato PDF o imagen. • Modalidad: Individual, entrega en aula virtual
2. Impacto social de la inteligencia artificial.	Análisis de caso sobre sesgos algorítmicos. • Descripción: El estudiante seleccionará un caso documentado (por ejemplo, el algoritmo de COMPAS o reconocimiento facial) y analizará sus consecuencias sociales, éticas y técnicas. • Producto: Informe de análisis (3 cuartillas) con propuesta de mejora. • Modalidad: Individual, virtual Foro de discusión “IA y justicia social”. • Descripción: A partir de una lectura base y un video introductorio, los estudiantes participarán en un





	foro virtual aportando argumentos y ejemplos, y respondiendo a compañeros. • Producto: Participación en plataforma con al menos 2 aportes sustanciales. • Modalidad: Individual, virtual. Infografía: Derechos digitales y privacidad en IA. • Descripción: En equipos, los estudiantes diseñarán una infografía sobre el uso ético de datos personales por parte de sistemas inteligentes. • Producto: Infografía digital (PNG o PDF). • Modalidad: Equipo, virtual.
3. Marco legal y normativo de la inteligencia artificial	Comparativa de principios éticos internacionales. • Descripción: El estudiante elaborará una tabla que compare los principios éticos de la UNESCO, OCDE y la Comisión Europea aplicables al desarrollo de IA. • Producto: Tabla con análisis escrito (1 cuartilla). • Modalidad: Individual, en aula virtual. Estudio de caso con enfoque legal. • Descripción: En equipos, se analizará un caso (real o simulado) sobre un conflicto ético-legal en IA (p. ej., uso de IA para despidos laborales), proponiendo una solución fundamentada en marcos legales internacionales. • Producto: Informe ejecutivo con resolución propuesta (máx. 5 cuartillas). • Modalidad: Trabajo en equipo.





	Lineamientos éticos para un proyecto de IA. • Descripción: El estudiante redactará un conjunto de lineamientos éticos aplicables a un proyecto propio o simulado de IA (por ejemplo, un sistema de recomendación o un chatbot médico). • Producto: Documento de protocolo ético (2–3 cuartillas). • Modalidad: Individual, virtual.
4. Diseño ético de sistemas inteligentes.	Evaluación de impacto ético de un modelo de IA • Descripción: El estudiante seleccionará una aplicación de IA (real o propuesta), y realizará una matriz de evaluación de impacto ético, considerando aspectos como transparencia, equidad y autonomía. • Producto: Matriz de evaluación con análisis. • Modalidad: Individual, entrega en aula virtual Taller de explicabilidad (XAI) • Descripción: En un entorno de laboratorio, los estudiantes usarán una herramienta XAI (ej. Google What-If Tool) para analizar cómo se toman decisiones en un modelo simple y presentar su interpretación. • Producto: Capturas de pantalla y análisis en un documento. • Modalidad: Individual o en pareja, virtual. Propuesta de rediseño ético de un sistema • Descripción: En equipos, se trabajará sobre un caso en el que un sistema de IA haya presentado impactos





	negativos. El equipo propondrá un rediseño incorporando criterios éticos, sociales y normativos. • Producto: Documento de rediseño + presentación. • Modalidad: Trabajo colaborativo.
--	--

10. Práctica(s)

LGAC. Modelos de aprendizaje Inteligentes y Ciencia de Datos	
Tema	Prácticas propuestas
1. Fundamentos filosóficos y éticos de la IA	Práctica 1: Ética aplicada: Dilemas en la IA moderna. Objetivo: Analizar dilemas éticos a partir de un caso contemporáneo. Actividades: • Lectura asignada sobre dilemas éticos (caso real o hipotético). • Discusión guiada en foro virtual sobre posturas éticas (utilitarismo, deontología, virtud). • Trabajo en equipo para redactar una solución argumentada desde una corriente filosófica. • Presentación grupal en formato digital o video. • Coevaluación entre pares con base en una rúbrica ética. Herramientas: Google Docs, Miro, Foros Moodle. Práctica 2: Simulación de decisiones éticas. Objetivo: Experimentar decisiones automatizadas con consecuencias éticas.





	Actividades: • Acceder a la plataforma Moral Machine y completar 15 escenarios interactivos. • Reflexionar por escrito sobre las decisiones tomadas y los patrones observados. • Analizar los resultados agregados del experimento global. • Relacionar los resultados con principios éticos aprendidos. • Redactar una conclusión personal sobre los límites de las decisiones automatizadas. Herramientas: MIT Moral Machine, simuladores éticos.
2. Impacto social de la IA	Práctica 1: Análisis de sesgos algorítmicos en modelos existentes Objetivo: Detectar sesgos en conjuntos de datos y modelos de clasificación. Actividades: • Cargar un dataset proporcionado (por ejemplo, COMPAS o Adult Income). • Entrenar un modelo básico de clasificación (SVM, árbol de decisión, etc.). • Aplicar métricas de equidad con la librería AI Fairness 360. • Identificar y explicar posibles sesgos y sus implicaciones. • Proponer una técnica de mitigación (reestrategia de muestreo o ajuste de parámetros). Herramientas: IBM AI Fairness 360, Python, Jupyter. Práctica 2: Estudio de caso: discriminación por IA Objetivo: Identificar impactos sociales y proponer mejoras a un sistema injusto.





	Actividades: • Revisar un caso documentado de discriminación por IA (admisiones, crédito, vigilancia). • Elaborar una ficha de análisis con actores, contexto, problema y consecuencias. • Identificar la causa del sesgo (datos, modelo, contexto de aplicación). • Proponer soluciones desde el diseño ético y técnico. • Socializar resultados mediante una presentación grupal. Herramientas: Tableau, Notion, Repositorios de casos reales.
3. Marco legal y normativo de la IA	Práctica No. 1: Legislación comparada en IA Objetivo: Analizar el estado legal actual de la IA en distintas regiones. Actividades: • Leer y resumir los principios éticos de al menos 3 marcos internacionales. • Construir una tabla comparativa con enfoques, principios y obligaciones legales. • Elegir un país y analizar su marco normativo emergente. • Identificar vacíos o desafíos éticos actuales. • Elaborar un breve ensayo con recomendaciones para el contexto mexicano o latinoamericano. Herramientas: Base de datos de la UE, UNESCO, Zotero. Práctica No. 2: Taller de construcción de principios éticos propios Objetivo: Diseñar un código ético para un proyecto de IA.





	Actividades: • Reflexión individual: ¿Qué valores son imprescindibles en mi práctica profesional con IA? • En equipos, discutir y consensuar 6–8 principios éticos. • Redactar un mini “manifiesto ético” para su proyecto de IA (real o hipotético). • Diseñar un cartel visual con los principios y justificar su selección. • Compartir el resultado en un tablero colaborativo y recibir retroalimentación. Herramientas: Canva, Padlet, documentos colaborativos.
4. Diseño ético de sistemas inteligentes	Práctica 1: Auditoría ética de un modelo inteligente Objetivo: Evaluar un modelo bajo criterios de equidad, explicabilidad y transparencia. Actividades: • Seleccionar un modelo de clasificación simple (entrenado previamente). • Ejecutar el modelo en What-If Tool para observar variaciones por atributos sensibles. • Documentar resultados, patrones y posibles sesgos. • Evaluar el nivel de explicabilidad y transparencia. • Elaborar un informe con observaciones éticas y recomendaciones. Herramientas: Google What-If Tool, Fairlearn, Jupyter. Práctica 2: Diseño de protocolo ético para un proyecto de ciencia de datos Objetivo: Construir un protocolo que contemple riesgos éticos desde la planeación.





	Actividades específicas: • Elegir o proponer un proyecto de ciencia de datos aplicado (educación, salud, gobierno, etc.). • Identificar riesgos potenciales (éticos, legales, sociales, técnicos). • Proponer medidas preventivas y principios guía. • Redactar el protocolo en formato estructurado (contexto, riesgos, principios, medidas). • Publicar y presentar el protocolo al grupo con retroalimentación cruzada. Herramientas: Notion, GitHub, Datalad.
--	--

11. Fuentes de información

• Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. Nature Machine Intelligence. • Mittelstadt, B. (2019). Principles alone cannot guarantee ethical AI. Nature Machine Intelligence. • UNESCO (2021). Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. • OCDE (2021). Principios sobre IA confiable. • Russell, S. (2021). Human Compatible: AI and the Problem of Control. • Floridi, L. (2018). Soft ethics and the governance of the digital. Philosophy & Technology. • Dignum, V. (2019). Responsible Artificial Intelligence. Springer. • European Commission (2020). White Paper on Artificial Intelligence. • Binns, R. (2018). Fairness in Machine Learning: Lessons from Political Philosophy. • Cath, C. (2018). Governing artificial intelligence: Ethical, legal and technical opportunities and challenges.
--





12. Software de apoyo

Nombre del software	Tipo	Objetivo	Tema relacionado
Moral Machine (MIT)	Plataforma web interactiva	Simular dilemas éticos en decisiones automatizadas	1
CmapTools	Herramienta de mapas conceptuales	Organizar gráficamente conceptos éticos y filosóficos	1
IBM AI Fairness 360	Librería de Python	Detectar y mitigar sesgos en modelos de IA	2
Tableau	Software de visualización	Analizar datos y mostrar desigualdades o sesgos en IA	2
Zotero	Gestor bibliográfico	Gestionar fuentes legales y documentos normativos	3
Google What-If Tool	Herramienta XAI	Explorar decisiones de modelos y explicabilidad	4
Fairlearn	Librería de auditoría algorítmica	Evaluar equidad en modelos predictivos	4
Miro / Lucidchart	Herramienta colaborativa visual	Co-diseñar principios éticos y mapas argumentativos	1, 3 y 4
Notion / Google Docs	Plataforma de redacción colaborativa	Elaborar protocolos éticos y prácticas argumentadas	3 y 4
Canva / Piktochart	Herramienta de diseño gráfico	Diseñar infografías educativas sobre ética, derechos y regulación	2 y 3
Python (Jupyter Notebooks)	Lenguaje y entorno de desarrollo	Implementar modelos, auditorías y experimentos en IA	2 y 4



Nombre de la asignatura:	Seminario I
Línea de trabajo:	Modelos de Aprendizaje Inteligentes y Ciencia de Datos Optimización Inteligente para Procesos Productivos
Tiempo de dedicación del estudiante a las actividades de: DOC: 16 horas. TIC: 20 horas. TPS: 100 horas. Total de horas: 136 - 4 créditos SATCA	

1. Historial de la asignatura.

Fecha revisión / actualización	Participantes	Observaciones, cambios o justificación
03/2017	Consejo de posgrado de la Maestría en Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán	Análisis y Definición de asignatura

2. Pre-requisitos y correquisitos.

ANTERIORES	
Asignaturas	Temas
1. Todas	Todos

ANTERIORES	
Asignaturas	Temas
Todas	Todos

3. Objetivo de la asignatura

-El estudiante es capaz de desarrollar un protocolo, proponiendo un tema de investigación específico en el área de su conocimiento.

4. Aportación al perfil del graduado

-Proporcionar los conocimientos metodológicos para que el estudiante adquiriera un espíritu científico que le permita analizar y reflexionar creativamente adquiriendo la capacidad para plantear problemas, dar soluciones y publicar resultados.

5. Contenido temático.

UNIDAD	TEMAS	SUBTEMAS
1	La investigación científica y tecnológica. DOC: 4 horas TIC: 5 horas TPS: 20 horas	1.1. La relevancia de la investigación Científica y tecnológica. 1.2. La comunicación y difusión científica y tecnológica.

2	Tipos de metodología de la investigación. DOC: 4 horas TIC: 5 horas TPS: 30 horas	2.1. Metodología de la investigación básica 2.2. Metodología de la investigación tecnológica 2.3. Metodología de la investigación de intervención
3	Elaboración de un protocolo de investigación. DOC: 4 horas TIC: 5 horas TPS: 35 horas	3.1. Desarrollo de un protocolo de Investigación. 3.2. Planteamiento del problema del protocolo de investigación. 3.3. Definición del tipo de investigación a Utilizar. 3.4. Hipótesis. 3.5. Objetivos del protocolo de investigación. 3.6. Justificación del protocolo de investigación. 3.7. Impacto social, tecnológico, económico y ambiental. 3.8. Viabilidad del protocolo de investigación. 3.9. Construcción de protocolo de investigación. 3.9.1 Recolección de Información.
4	Entrega y presentación del protocolo final de investigación. DOC: 4 horas TIC: 5 horas TPS: 15 horas	4.1. Estructura del tipo de escrito. 4.2. Redacción de cada uno de los Puntos del protocolo. 4.3. Entrega y presentación del protocolo final.

6. Metodología de desarrollo del curso.

UNIDAD 1.- La investigación científica y tecnológica.	
Competencias específicas a desarrollar	Actividades de aprendizaje
Comprender y analizar el comportamiento del conocimiento científico y tecnológico, así como los avances de la investigación científica. DOC: 4 horas TIC: 5 horas TPS: 20 horas	-Discutir en forma grupal los conceptos de investigación científica y tecnológica -Búsqueda de fuentes de información para la retroalimentación en los conocimientos de comunicación científica, comunicación tecnológica, difusión científica, difusión tecnológica. -Realizar presentaciones expositivas para someter a discusión los temas investigados.
UNIDAD 2.- Tipos de metodología de la investigación	
Competencias específicas a desarrollar	Actividades de aprendizaje
Analizar y comprender los tipos de metodologías de investigación para conocer y explicar los fenómenos de la realidad natural y social. DOC: 4 horas TIC: 5 horas TPS: 30 horas	-Consultar información que permita analizar los tipos de metodologías de investigación. -Redactar ejemplos de cada tipo de metodología de investigación. -Analogía entre los diferentes tipos de investigación. -Acopio de información para fortalecer en el estudiante la capacidad de investigación

UNIDAD 3.- Realización de un protocolo de investigación	
Competencias específicas a desarrollar	Actividades de aprendizaje
Elaboración de un Protocolo de Investigación. DOC: 4 horas TIC: 5 horas TPS: 35 horas	-Búsqueda de información que permita analizar y definir cada punto que conforman un protocolo de investigación. -Establecer grupos de estudiantes para discutir cada uno de los puntos que conforman un protocolo de investigación -Redactar y analizar una cuartilla de la idea de lo que se pretende investigar -Redactar lo que se pretende lograr al realizar la investigación. -Redactar los propósitos que justifiquen la Investigación. -Redacción de la hipótesis para reconocer las posibles soluciones a la problemática planteada. -Explicar la importancia de la validación del protocolo de investigación
UNIDAD 4.- Entrega y presentación del protocolo final de investigación	
Competencias específicas a desarrollar	Actividades de aprendizaje
Presentar y analizar de manera adecuada los resultados obtenidos del proceso de investigación. DOC: 4 horas TIC: 5 horas TPS: 15 horas	-Establecer la estructura del tipo de redacción a utilizar. -Redactar cada punto del protocolo de investigación. -Presentación y exposición final del protocolo de investigación y discutir acerca de la problemática.

7. Sugerencia de evaluación.

Participación en clase	15%
Tareas y trabajos	15%
Exposiciones	20%
Proyecto final y presentación	50% (30+20)

8. Bibliografía y Software de apoyo.

1.- Hernández. Sampieri, Roberto, Fernández Carlos, Bautista Lucio Pilar, <i>Metodología de la Investigación</i> , Editorial Mc. Graw Hill, 1994.
2.-Arturo Pacheco Espejel, Ma. Cristina Cruz Estrada, <i>Metodología Crítica de la Investigación</i> , Editorial PATRIA,2006
3.-Tamayo y Tamayo Mario, <i>El Proceso de la Investigación Científica</i> , Editorial Limusa, 1993.

9. Prácticas propuestas.

UNIDAD.	Horas prácticas	Prácticas
UNIDAD 1.- La investigación científica y tecnológica.	TPS:20	Realizar lecturas recomendadas sobre la investigación científica y tecnológica
UNIDAD 2.- Tipos de metodología de la investigación	TPS:30	Realizar lecturas recomendadas sobre la metodología de la investigación. Selección del problema de investigación
UNIDAD 3.- Realización de un protocolo de investigación	TPS:35	Elaboración de un protocolo de investigación sobre el problema seleccionado por el alumno.
UNIDAD 4.- Entrega y presentación del protocolo final de investigación	TPS:15	Elaborar el protocolo del proyecto de investigación.

10. Nombre del catedrático y grado académico.

Nombre:	M.A Julio Víctor Galindo Rojas
Título:	Maestría en Administración
Firma:	



1. Datos generales de la asignatura

Nombre de la asignatura: Sistemas difusos inteligentes

LGAC: Modelos de Aprendizaje Inteligentes y Ciencia de Datos / Optimización Inteligente para Procesos Productivos

Tiempo de dedicación del estudiante a las actividades de:
48-20-100-6

DOC: Docencia, **TIS:** Trabajo independiente significativo; **TPS:** Trabajo profesional supervisado

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La asignatura, Sistemas difusos inteligentes, aporta al perfil de egreso del estudiante de la Maestría en Inteligencia Artificial los conocimientos, habilidades y competencias necesarias para comprender y aplicar la teoría de la lógica difusa en la resolución de problemas caracterizados por incertidumbre, imprecisión o ambigüedad. Esta asignatura permite al estudiante diseñar e implementar sistemas difusos capaces de modelar el razonamiento humano en entornos inciertos, facilitando la toma de decisiones en áreas como el control inteligente, el reconocimiento de patrones y la gestión de bases de datos difusas. La importancia de esta asignatura radica en su contribución al desarrollo de sistemas inteligentes robustos y adaptativos, fundamentales en contextos donde la lógica tradicional resulta insuficiente.

Sistemas difusos inteligentes se relaciona con la asignatura *Inteligencia Artificial y su ética*, ya que ambas abordan la construcción de sistemas inteligentes capaces de razonar y tomar decisiones en entornos complejos. Mientras que *Inteligencia Artificial y su ética* proporciona los fundamentos teóricos, históricos y éticos del campo, analizando el impacto social y moral de las tecnologías inteligentes, *Sistemas difusos inteligentes* se enfoca en el diseño técnico de modelos basados en lógica difusa, útiles para resolver problemas donde existe incertidumbre, ambigüedad o información incompleta. Asimismo, se vincula con la asignatura *Aprendizaje automático*, dado que ambas persiguen el desarrollo de soluciones inteligentes adaptativas. *Aprendizaje automático* introduce algoritmos que aprenden patrones a partir de datos, como árboles de decisión, k-NN o redes bayesianas, mientras que *Sistemas difusos inteligentes* utiliza un enfoque basado en reglas y funciones de pertenencia para representar conocimiento experto. En





conjunto, ambas asignaturas permiten al estudiante abordar problemas de forma híbrida, combinando técnicas simbólicas y conexionistas en el diseño de sistemas inteligentes robustos y explicables.

Para abordar la asignatura de *Sistemas difusos inteligentes*, el temario se organiza en cinco temas principales. El primer tema introduce los fundamentos y la motivación de los sistemas difusos, analizando su arquitectura, principios y aplicaciones representativas en contextos con alta incertidumbre. El segundo tema profundiza en los conjuntos difusos, abordando su definición, operaciones, funciones de membresía y propiedades esenciales. En el tercer tema se estudia la lógica difusa, incluyendo los operadores lógicos, reglas de inferencia, sistemas de inferencia difusa y procesos de fuzzificación y desfuzzificación. El cuarto tema está dedicado a la modelación difusa, cubriendo el diseño de sistemas basados en reglas, el ajuste de funciones de membresía y la integración con otras técnicas de inteligencia artificial. Finalmente, el quinto tema presenta diversas aplicaciones prácticas de los sistemas difusos, tales como el control inteligente, el reconocimiento de patrones y el manejo de bases de datos difusas, complementadas con casos de estudio reales en diferentes dominios.

Intención didáctica

La extensión de los contenidos descritos debe ser adecuada para asegurar la comprensión de los fundamentos teóricos de la lógica difusa, así como de los métodos y técnicas necesarias para el diseño de sistemas difusos. Es fundamental complementar la teoría con ejemplos prácticos, simulaciones y estudios de caso que permitan a los estudiantes observar cómo se aplican estos sistemas en contextos reales con alto grado de incertidumbre. El enfoque de la asignatura debe ser práctico y orientado al análisis, diseño e implementación de soluciones mediante sistemas difusos, promoviendo el trabajo colaborativo y el desarrollo de proyectos que reflejen problemáticas reales del entorno profesional.

La asignatura debe contribuir al desarrollo de competencias como el pensamiento crítico y analítico, la resolución de problemas complejos, el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, el aprendizaje autónomo y la capacidad de adaptación al utilizar distintas herramientas de modelado difuso. Estas competencias permitirán al estudiante aplicar de manera flexible los conceptos adquiridos en diversas áreas como control, clasificación, bases de datos y sistemas expertos.

El docente, por su parte, debe desempeñarse como facilitador del aprendizaje, guiando a los estudiantes a través de actividades prácticas, discusiones técnicas y retroalimentación continua. Su rol incluye presentar ejemplos claros, proponer





problemas relevantes, fomentar el debate sobre enfoques alternativos de modelación, y promover la vinculación de la lógica difusa con otras técnicas de inteligencia artificial. Además, deberá mantenerse actualizado en las tendencias actuales y herramientas tecnológicas relacionadas con los sistemas difusos, asegurando una enseñanza pertinente y de vanguardia.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, 20 de marzo de 2025	Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán	Elaboración de diseño de asignaturas para el programa educativo de Maestría en Inteligencia Artificial.

4. Competencia a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
Comprende y aplica los fundamentos teóricos de la lógica difusa, así como los métodos para construir sistemas difusos orientados a resolver problemas con alta incertidumbre en aplicaciones como el control inteligente, el reconocimiento de patrones y el manejo de bases de datos difusas.

5. Competencias previas

Con base en la naturaleza de la asignatura Sistemas difusos inteligentes, estas son cinco competencias previas recomendadas:

- Comprende los fundamentos de matemáticas aplicadas, incluyendo teoría de conjuntos, lógica clásica, álgebra y funciones, como base para el análisis de modelos difusos.
- Utiliza herramientas de programación científica, como Python o MATLAB, para implementar algoritmos orientados a la resolución de problemas computacionales.





- Aplica técnicas básicas de análisis y representación de datos, lo que le permite interpretar información cuantitativa y cualitativa con cierto grado de incertidumbre.
- Conoce los principios de los sistemas inteligentes, incluyendo nociones generales de inteligencia artificial y técnicas computacionales para la toma de decisiones.
- Identifica estructuras de decisión basadas en reglas, utilizadas en lógica simbólica o sistemas expertos, como fundamento para la transición a sistemas basados en lógica difusa.

6. Aportación al perfil de egreso

La asignatura de Sistemas Difusos Inteligentes aporta al desarrollo de competencias especializadas para que el egresado:

- Comprenda y aplique los fundamentos de la lógica difusa: Analizando conceptos clave como conjuntos difusos, funciones de membresía, operadores lógicos difusos y sistemas de inferencia para modelar razonamiento en contextos con incertidumbre.
- Diseñe sistemas difusos orientados a la solución de problemas reales: Construyendo modelos basados en reglas, ajustando funciones de pertenencia y aplicando técnicas de fuzzificación y desfuzzificación en escenarios como el control inteligente, clasificación de patrones y análisis de información imprecisa.
- Implemente soluciones computacionales con herramientas especializadas: Utilizando lenguajes y entornos de programación como Python y MATLAB para simular y evaluar el comportamiento de sistemas difusos en diversos dominios de aplicación.
- Integre los sistemas difusos con otras técnicas de inteligencia artificial: Combinando enfoques simbólicos y conexionistas para abordar problemas complejos mediante modelos híbridos, como redes neurodifusas o sistemas adaptativos.

Esta asignatura fortalece las capacidades analíticas, técnicas y de abstracción del egresado, preparándolo para diseñar soluciones inteligentes robustas, adaptativas y explicables, aplicables en sectores estratégicos que requieren razonamiento aproximado y toma de decisiones bajo incertidumbre.

7. Temario



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**

Fracción I y II s/n Aire Libre, Teziutlán, Puebla,
C.P. 73960 Tels. 231 311 4000 / 4001 / 4002 / 4003
e-mail: itsteziutlan@hotmail.com www.teziutlan.tecnm.mx





No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a los sistemas difusos	1.1. Motivación y origen de los sistemas difusos. 1.2. Principios fundamentales de los sistemas difusos. 1.3. Arquitectura general de un sistema difuso. 1.4. Aplicaciones representativas de los sistemas difusos.
2	Conjuntos difusos	2.1. Definición y representación de conjuntos difusos. 2.2. Operaciones básicas con conjuntos difusos. 2.3. Funciones de membresía y tipos comunes. 2.4. Propiedades y leyes de los conjuntos difusos.
3	Lógica difusa	3.1. Propositiones y operadores lógicos difusos. 3.2. Reglas de inferencia en lógica difusa. 3.3. Sistemas de inferencia difusa: Mamdani y Sugeno. 3.4. Fuzzificación y desfuzzificación.
4	Modelación difusa	4.1. Diseño de sistemas difusos basados en reglas. 4.2. Métodos de generación automática de reglas. 4.3. Ajuste de funciones de membresía. 4.4. Integración de sistemas difusos con otras técnicas de inteligencia artificial.
5	Aplicaciones de sistemas difusos	5.1. Control difuso en sistemas dinámicos. 5.2. Reconocimiento de patrones y clasificación difusa.





		5.3. Bases de datos difusas y recuperación de información. 5.4. Casos de estudio en ingeniería, medicina y negocios.
--	--	--

8. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a los sistemas difusos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): - Comprende los fundamentos, la arquitectura y las aplicaciones de los sistemas difusos, identificando sus ventajas frente a enfoques tradicionales para la solución de problemas con incertidumbre. Genéricas: - Capacidad de análisis y síntesis. - Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. - Capacidad de investigación.	- Investigar y presentar un resumen crítico sobre el origen, evolución y motivación de los sistemas difusos, destacando sus diferencias con la lógica clásica. - Elaborar un mapa conceptual que integre los principios fundamentales de los sistemas difusos y su relación con la inteligencia artificial. - Diseñar un diagrama de bloques que represente la arquitectura general de un sistema difuso tipo Mamdani, identificando cada uno de sus componentes. - Analizar e identificar al menos tres aplicaciones reales de sistemas difusos en ingeniería o ciencias computacionales, explicando el problema y la solución propuesta.
2. Conjuntos difusos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s):	Implementar un programa en Python o MATLAB que represente





- Comprende y aplica los conceptos fundamentales de los conjuntos difusos, incluyendo su representación, operaciones y funciones de membresía, como base para la construcción de sistemas difusos. Genéricas: - Capacidad de análisis y síntesis. - Capacidad de investigación. - Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. - Capacidad de trabajo en equipo.	conjuntos difusos y grafique sus funciones de membresía. - Desarrollar ejercicios prácticos sobre operaciones básicas con conjuntos difusos (unión, intersección, complemento) y analizar sus diferencias respecto a la teoría de conjuntos clásica. - Clasificar y ejemplificar distintos tipos de funciones de membresía (triangular, trapezoidal, gaussiana, sigmoide), describiendo sus características y aplicaciones. - Resolver casos prácticos en los que se apliquen propiedades de los conjuntos difusos a la modelación de conceptos vagos del lenguaje natural (como “alto”, “bajo” o “rápido”).
3. Lógica difusa	
Competencias	Actividades de aprendizaje





Específica(s): • Aplica operadores lógicos, reglas de inferencia y procesos de fuzzificación y desfuzzificación en sistemas basados en lógica difusa para modelar el razonamiento en entornos inciertos. Genéricas: • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad de comunicación oral y escrita.	1. Implementar operadores lógicos difusos (AND, OR, NOT) en Python o MATLAB y comparar su comportamiento con los operadores booleanos tradicionales. 2. Construir un conjunto de reglas difusas utilizando el enfoque de inferencia Mamdani o Sugeno para un problema simple de control. 3. Diseñar un esquema de fuzzificación y desfuzzificación para una variable lingüística, representando gráficamente su conversión de datos reales a valores difusos y viceversa. 4. Resolver un caso de inferencia difusa paso a paso, desde la entrada hasta la salida, utilizando un motor de inferencia y validando los resultados obtenidos.
4. Modelación difusa	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Diseña modelos difusos mediante reglas, funciones de membresía y esquemas de inferencia, aplicando técnicas de ajuste e integración con otros enfoques de inteligencia artificial. Genéricas: • Capacidad de análisis y síntesis.	1. Diseñar un sistema difuso basado en reglas para resolver un problema real (por ejemplo, control de temperatura o evaluación de desempeño). 2. Ajustar manualmente las funciones de membresía de un modelo difuso y analizar el impacto en los resultados obtenidos. 3. Investigar e implementar un método automático para la





• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad de comunicación oral y escrita.	generación de reglas difusas a partir de datos. 4. Integrar un sistema difuso con una técnica de inteligencia artificial (por ejemplo, red neuronal o algoritmo de aprendizaje supervisado) en un prototipo simple.
5. Aplicaciones de sistemas difusos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Implementa y evalúa sistemas difusos en aplicaciones reales, analizando su efectividad en contextos como el control inteligente, el reconocimiento de patrones y la gestión de datos imprecisos. Genéricas: • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad de comunicación oral y escrita.	1. Desarrollar una aplicación de control difuso (por ejemplo, control de velocidad o climatización) utilizando un entorno de simulación como MATLAB Fuzzy Toolbox o Python con skfuzzy. 2. Diseñar un sistema difuso para clasificar patrones simples (por ejemplo, calificación de riesgo o segmentación de clientes) y evaluar su desempeño. 3. Implementar una consulta difusa sobre una base de datos con información imprecisa, utilizando operadores lingüísticos. 4. Analizar un caso de estudio donde se haya aplicado lógica difusa en la industria, documentando el problema, el modelo utilizado y los resultados obtenidos.

9. Sugerencias de evaluación.

Tema	Sugerencias de evaluación
------	---------------------------





1. Introducción a los sistemas difusos	Análisis del origen y fundamentos de los sistemas difusos Actividad evaluada: Elaboración de un resumen crítico sobre los antecedentes, motivación y principios fundamentales de los sistemas difusos. Procedimiento: El estudiante investigará el origen de los sistemas difusos, las aportaciones de Lotfi Zadeh y las diferencias con la lógica clásica. A partir de ello, elaborará un documento que explique estos conceptos con ejemplos y reflexiones propias. Criterios: • Claridad conceptual sobre la lógica difusa y su motivación. • Profundidad del análisis y reflexión crítica. • Organización y coherencia del texto. • Correcta citación de fuentes y uso de lenguaje técnico adecuado. Representación gráfica de la arquitectura de un sistema difuso Actividad evaluada: Diseño de un diagrama que represente la estructura general de un sistema difuso. Procedimiento: El estudiante elaborará un diagrama de bloques identificando los componentes de un sistema difuso (entrada, fuzzificación, base de reglas, motor de inferencia, desfuzzificación, salida) y explicará brevemente la función de cada uno. Criterios: • Identificación correcta de los elementos del sistema. • Claridad y precisión en la representación gráfica. • Explicaciones comprensibles de cada componente. • Adecuado uso de simbología y presentación visual.
---	--





2. Conjuntos difusos	Implementación de conjuntos difusos y funciones de membresía Actividad evaluada: Desarrollo de un programa que represente conjuntos difusos y grafique funciones de membresía. Procedimiento: El estudiante implementará en Python o MATLAB un script que defina uno o más conjuntos difusos, utilizando funciones de membresía como triangular, trapezoidal o gaussiana. El programa debe generar gráficas que representen visualmente dichas funciones. Criterios: • Correcta implementación de las funciones de membresía. • Claridad en la codificación y documentación del script. • Presentación gráfica adecuada y etiquetada. • Variedad y pertinencia de los ejemplos implementados. Resolución de ejercicios con operaciones sobre conjuntos difusos Actividad evaluada: Aplicación de operaciones básicas sobre conjuntos difusos. Procedimiento: El estudiante resolverá un conjunto de ejercicios en los que se apliquen operaciones como unión, intersección y complemento, tanto de forma manual como programada. Deberá interpretar los resultados y compararlos con la lógica clásica. Criterios: • Aplicación correcta de las operaciones difusas. • Interpretación adecuada de los resultados. • Comparación y reflexión crítica respecto a la lógica clásica. • Presentación ordenada y justificación de los procedimientos.
3. Lógica difusa	Construcción de un sistema de inferencia difusa simple





	Actividad evaluada: Desarrollo de un conjunto de reglas y evaluación de salidas difusas. Procedimiento: El estudiante diseñará un sistema de inferencia tipo Mamdani o Sugeno para un caso simple (por ejemplo, nivel de confort en una habitación en función de temperatura y humedad). Implementará las reglas en pseudocódigo o en un lenguaje de programación y calculará manualmente o con apoyo computacional la salida difusa. Criterios: • Coherencia y pertinencia de las reglas definidas. • Adecuada representación de variables lingüísticas y sus términos. • Aplicación correcta del proceso de inferencia difusa. • Claridad en la documentación y justificación del proceso.
	Implementación de operadores lógicos difusos Actividad evaluada: Programación de funciones para operadores AND, OR y NOT difusos. Procedimiento: El estudiante desarrollará en Python o MATLAB una serie de funciones que emulen los operadores lógicos difusos utilizando métodos como el mínimo, máximo, producto algebraico y suma algebraica. Se debe aplicar a ejemplos numéricos y comparar los resultados. Criterios: • Implementación correcta de cada operador lógico. • Comprensión de los distintos métodos de agregación. • Ejecución de pruebas con resultados interpretables.





	• Código documentado, estructurado y funcional.
4. Modelación difusa	Diseño de un sistema difuso basado en reglas Actividad evaluada: Desarrollo de un modelo difuso para resolver un problema práctico. Procedimiento: El estudiante seleccionará un problema del entorno (por ejemplo, evaluación de desempeño, control de iluminación o asignación de recursos) y diseñará un sistema difuso que incluya variables lingüísticas, funciones de membresía y una base de reglas. El modelo podrá implementarse mediante pseudocódigo, software especializado o lenguaje de programación. Criterios: • Definición clara y coherente de las variables y sus términos lingüísticos. • Estructura lógica y funcional de la base de reglas. • Adecuación del modelo al problema planteado. • Presentación estructurada, argumentada y funcional del sistema. Ajuste de funciones de membresía y análisis de resultados Actividad evaluada: Modificación de funciones de membresía y evaluación del impacto en el sistema. Procedimiento: El estudiante ajustará manualmente los parámetros de las funciones de membresía en un modelo difuso previamente desarrollado o proporcionado. Comparará los resultados obtenidos antes y después del ajuste y reflexionará sobre los efectos de dichos cambios en la salida del sistema. Criterios:





	• Adecuación de los ajustes realizados a los objetivos del modelo. • Análisis crítico del impacto del ajuste en los resultados. • Capacidad para interpretar gráficamente los cambios. • Documentación clara del procedimiento y las conclusiones.
5. Aplicaciones de sistemas difusos	Desarrollo de una aplicación de control difuso Actividad evaluada: Implementación de un sistema difuso aplicado a un problema de control. Procedimiento: El estudiante desarrollará una aplicación de control difuso (por ejemplo, climatización, velocidad de un ventilador o riego automatizado), utilizando una herramienta como MATLAB Fuzzy Toolbox o una librería en Python. El proyecto debe incluir diseño del modelo, simulación, visualización de resultados y análisis del comportamiento del sistema. Criterios: • Implementación funcional del sistema difuso de control. • Diseño adecuado de variables, funciones de membresía y reglas. • Presentación de resultados con interpretación y análisis. • Documentación completa del desarrollo y pruebas del sistema. Análisis de caso de aplicación real de lógica difusa Actividad evaluada: Presentación y discusión de un caso de estudio basado en una aplicación real. Procedimiento: El estudiante seleccionará un caso documentado donde se haya aplicado lógica difusa en la industria, salud, negocios, o ciencias computacionales. Elaborará un informe técnico en el que





	describa el problema, la solución propuesta con lógica difusa, el diseño del sistema y los resultados obtenidos, destacando beneficios y limitaciones. Criterios: • Selección pertinente y fundamentada del caso de estudio. • Comprensión del diseño y aplicación del sistema difuso. • Capacidad de análisis crítico sobre resultados e impacto. • Claridad y estructura del informe presentado.
--	---

10. Práctica(s)

Tema	Prácticas propuestas
1. Introducción a los sistemas difusos	Práctica 1: Explorando el origen y los fundamentos de los sistemas difusos Objetivo: Comprender el contexto histórico, la motivación y los principios fundamentales de los sistemas difusos, así como su diferencia con enfoques tradicionales. Actividades: 1. Investigar y redactar un resumen sobre el origen de la lógica difusa, sus aplicaciones iniciales y el papel de Lotfi Zadeh. 2. Elaborar una tabla comparativa entre lógica clásica y lógica difusa, destacando sus principales diferencias en el tratamiento de la incertidumbre. 3. Identificar y describir tres casos reales donde se haya implementado un sistema difuso, explicando el problema, la solución y los beneficios obtenidos.





4. Participar en una discusión grupal sobre el papel de los sistemas difusos dentro del campo de la inteligencia artificial y sus ventajas frente a modelos deterministas.

Herramientas sugeridas:

- Procesador de texto (Word, Google Docs, Overleaf)
- Búsqueda académica (Google Scholar, IEEE Xplore, Scopus)
- Presentación de apoyo (PowerPoint o similar)

Práctica 2: Modelando la arquitectura de un sistema difuso

Objetivo: Analizar y representar gráficamente la arquitectura de un sistema difuso, identificando sus componentes y su funcionamiento general.

Actividades:

1. Investigar los componentes de un sistema difuso (fuzzificación, base de reglas, motor de inferencia, desfuzzificación) y elaborar una breve descripción de cada uno.
2. Diseñar un diagrama de bloques que represente la arquitectura general de un sistema difuso tipo Mamdani, con etiquetas y conexiones claras.
3. Simular de forma conceptual el funcionamiento del sistema ante un conjunto de datos de entrada (por ejemplo, temperatura y humedad), explicando cómo fluye la información entre los componentes.
4. Exponer en equipo el diagrama y explicar cómo se podrían adaptar los componentes a una aplicación específica (por ejemplo, control de aire acondicionado).

Herramientas sugeridas:





	- Herramienta CASE para la elaboración de diagramas (Draw.io, Lucidchart, PowerPoint, Canva) - Editor de texto para explicaciones - Entorno de presentación en clase o virtual
2. Conjuntos difusos	Práctica 1: Representación y visualización de conjuntos difusos Objetivo: Comprender la definición de conjuntos difusos y representar gráficamente sus funciones de membresía. Actividades: - Definir manualmente conjuntos difusos con funciones de membresía de tipo triangular, trapezoidal y gaussiana. - Implementar en Python o MATLAB un script que grafique cada función de membresía en un intervalo definido. - Comparar visualmente las diferentes funciones y discutir en equipo su posible aplicación en variables lingüísticas como “temperatura”, “velocidad” o “riesgo”. - Documentar cada función con su fórmula y parámetros utilizados. Herramientas sugeridas: - Python (con librerías NumPy y Matplotlib) o MATLAB - Editor de código (Visual Studio Code, Jupyter Notebook, o similar) - Material de apoyo teórico (apuntes o bibliografía del curso) Práctica 2: Operaciones y propiedades de conjuntos difusos Objetivo: Aplicar operaciones básicas sobre conjuntos difusos e interpretar sus propiedades fundamentales. Actividades:





	1. Crear dos conjuntos difusos definidos sobre el mismo universo de discurso. 2. Implementar en Python o MATLAB las operaciones de unión, intersección y complemento entre los conjuntos creados. 3. Visualizar los resultados de cada operación mediante gráficos y analizar los cambios. 4. Realizar ejercicios teóricos para demostrar propiedades como conmutatividad, asociatividad y ley de Morgan en el contexto difuso. Herramientas sugeridas: • Python con skfuzzy o MATLAB • Editor de código
3. Lógica difusa	Práctica 1: Implementación de operadores lógicos difusos Objetivo: Aplicar operadores lógicos difusos y comparar su comportamiento con la lógica booleana tradicional. Actividades: 1. Programar funciones en Python o MATLAB para los operadores difusos AND (mínimo), OR (máximo) y NOT (complemento). 2. Realizar pruebas con diferentes valores de pertenencia entre 0 y 1, registrando los resultados de cada operador. 3. Comparar los resultados con los obtenidos mediante lógica booleana y reflexionar sobre las diferencias en el tratamiento de la incertidumbre. 4. Documentar cada operador utilizado con ejemplos numéricos y gráficos. Herramientas sugeridas: • Python (NumPy, Matplotlib) o MATLAB





	• Editor de código • Plantilla de resultados para comparación Práctica 2: Sistema de inferencia difusa simple Objetivo: Diseñar e implementar un sistema de inferencia difusa tipo Mamdani para un problema básico. Actividades: 1. Definir un problema sencillo (por ejemplo, control del nivel de confort en una habitación) e identificar las variables lingüísticas involucradas. 2. Establecer funciones de membresía para las variables de entrada y salida. 3. Construir una base de reglas difusas y realizar el proceso completo de inferencia, incluyendo fuzzificación, evaluación de reglas y desfuzzificación. 4. Implementar el sistema en Python o MATLAB y mostrar los resultados con ejemplos. Herramientas sugeridas: • Python (skfuzzy) o MATLAB (Fuzzy Logic Toolbox) • Editor de código o simulador • Plantilla para la definición de reglas y variables lingüísticas
4. Modelación difusa	Práctica 1: Diseño de un sistema difuso basado en reglas Objetivo: Construir un sistema difuso utilizando variables lingüísticas, funciones de membresía y una base de reglas para modelar un problema real. Actividades:





1. Seleccionar un problema aplicable (por ejemplo, evaluación del desempeño estudiantil o control del flujo vehicular).
2. Definir las variables de entrada y salida, junto con sus respectivos términos lingüísticos y funciones de membresía.
3. Establecer al menos cinco reglas difusas que relacionen las variables de entrada con la salida.
4. Simular el sistema en MATLAB o Python y analizar los resultados obtenidos para distintos escenarios.

Herramientas sugeridas:

- MATLAB (Fuzzy Logic Toolbox) o Python (skfuzzy)
- Editor de código
- Diagrama de bloques del sistema propuesto

Práctica 2: Ajuste y optimización de funciones de membresía

Objetivo: Modificar funciones de membresía de un sistema difuso y analizar su efecto en los resultados del modelo.

Actividades:

1. Partiendo de un sistema difuso previamente desarrollado (propio o proporcionado), modificar las funciones de membresía de al menos una variable de entrada y una de salida.
2. Ejecutar el sistema con los valores originales y con los valores modificados.
3. Comparar los resultados obtenidos en ambos casos y reflexionar sobre la sensibilidad del sistema ante los cambios.
4. Documentar los criterios utilizados para ajustar las funciones y justificar su elección.





	Herramientas sugeridas: • Python o MATLAB • Editor de código • Tablas de comparación y gráficas de salida
5. Aplicaciones de sistemas difusos	Práctica 1: Desarrollo de una aplicación de control difuso Objetivo: Implementar un sistema de control difuso aplicado a una situación del mundo real. Actividades: 1. Seleccionar un problema de control (por ejemplo, regulación de velocidad, temperatura o iluminación). 2. Diseñar un sistema difuso que incluya variables de entrada/salida, funciones de membresía y base de reglas. 3. Implementar el sistema en MATLAB o Python y probar su comportamiento con diferentes escenarios de entrada. 4. Analizar y documentar el desempeño del sistema, destacando sus ventajas frente a métodos tradicionales. Herramientas sugeridas: • MATLAB (Fuzzy Logic Toolbox) o Python (skfuzzy) • Editor de código • Plantilla de análisis de desempeño Práctica 2: Análisis de un caso real de aplicación de lógica difusa Objetivo: Investigar y analizar una aplicación real de lógica difusa en una industria o área del conocimiento. Actividades:





	1. Investigar un caso documentado (por ejemplo, diagnóstico médico, clasificación de clientes, control de procesos industriales) donde se haya aplicado lógica difusa. 2. Describir el problema, las variables involucradas, el modelo difuso utilizado y los resultados obtenidos. 3. Elaborar un informe técnico con diagramas, explicación del sistema y análisis crítico del caso. 4. Presentar el caso en equipo y discutir su relevancia y posibilidades de mejora. Herramientas sugeridas: • Procesador de texto y herramientas de presentación (Word, PowerPoint, Canva) • Fuentes académicas y artículos especializados • Espacio colaborativo para discusión grupal
--	--

11. Fuentes de información

- Aliev, R. A. (2013). Fundamentals of the fuzzy logic-based generalized theory of decisions. Springer.
- Altas, I. H. (2017). *Fuzzy logic control in energy systems with design applications in MatLab/Simulink* (No. 137832). IET.
- Klir, G. J., & Yuan, B. (1996). Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications. *Possibility Theory versus Probab. Theory*, 32(2), 207-208.
- Kosko, B., & Toms, M. (1994). *Fuzzy thinking: The new science of fuzzy logic* (Vol. 141). London: Flamingo.
- Mlynek, D. J., & Patyra, M. J. (Eds.). (2012). Fuzzy logic: implementation and applications. Springer Science & Business Media.
- Mukaidono, M. (2001). Fuzzy logic for beginners. World Scientific.
- Peckol, J. K. (2021). Introduction to fuzzy logic. John Wiley & Sons.
- Singh, H., Lone, Y. A. (2019). Deep Neuro-Fuzzy Systems with Python: With Case Studies and Applications from the Industry. Alemania: Apress.





- Zadeh, L. A. (1983). The role of fuzzy logic in the management of uncertainty in expert systems. Fuzzy sets and systems, 11(1-3), 199-227.
- Zadeh, L. A., & Aliev, R. A. (2018). *Fuzzy logic theory and applications: part I and part II*. World Scientific Publishing.

12. Software de apoyo

Para el desarrollo de las actividades teóricas y prácticas de esta asignatura, se emplean herramientas de software ampliamente utilizadas en el ámbito académico y profesional de la inteligencia artificial, que permiten la construcción, simulación, visualización y análisis de sistemas basados en lógica difusa. Estas herramientas facilitan la comprensión de los conceptos teóricos, así como la experimentación con modelos reales en entornos de incertidumbre.

Entre los principales softwares de apoyo se incluyen:

- **Python 3.x:** Lenguaje de programación de alto nivel utilizado en inteligencia artificial, ideal para implementar sistemas difusos mediante bibliotecas especializadas.
- **Jupyter Notebook / Google Colab:** Entornos interactivos que permiten combinar código, visualizaciones y documentación en un solo lugar, facilitando el análisis y la presentación de modelos difusos.
- **scikit-fuzzy (skfuzzy):** Biblioteca de Python para el diseño y simulación de sistemas difusos, que permite definir conjuntos difusos, reglas, procesos de inferencia y desfuzzificación.
- **MATLAB:** Entorno de programación numérica ampliamente usado para el modelado y simulación de sistemas difusos a través del Fuzzy Logic Toolbox, que ofrece una interfaz gráfica intuitiva y herramientas avanzadas de análisis.
- **Draw.io / Lucidchart / PowerPoint:** Herramientas para el diseño y documentación gráfica de diagramas de sistemas difusos, facilitando la representación estructurada de componentes y flujos de información.
- **Excel o Google Sheets:** Para tabular, analizar y graficar valores asociados a funciones de membresía y resultados de sistemas difusos simples.





Estas herramientas permiten al estudiante desarrollar habilidades prácticas esenciales, desde la representación y análisis de conjuntos difusos hasta la implementación de modelos aplicados a problemas reales, fortaleciendo su formación integral en sistemas inteligentes.

