



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Aprendizaje automático
Clave de la asignatura:	CDF-2402
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Ciencia de Datos

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La asignatura de *Aprendizaje Automático* es una asignatura que aporta al perfil profesional del ingeniero en Ciencia de Datos lo siguiente:

- Favorece el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y solución de problemas: Aprendizaje Automático es un área de la Inteligencia Artificial que requiere de un pensamiento crítico y creativo para identificar y resolver problemas. La asignatura puede ayudar a los estudiantes a desarrollar estas habilidades al exponerlos a diferentes casos de uso y ejemplos en selección adecuada de modelos.
- Adquirir conocimientos sobre tecnologías emergentes: El Aprendizaje Automático tiene el potencial de transformar la forma en que vivimos y trabajamos. La asignatura puede ayudar a los estudiantes a adquirir conocimientos sobre el funcionamiento base de las últimas tecnologías, orientadas a inteligencia artificial.
- Desarrollar habilidades de comunicación y trabajo en equipo: El Aprendizaje Automático es un área tecnológica multidisciplinaria que requiere de la colaboración de personas de diferentes disciplinas. La asignatura puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de comunicación y trabajo en equipo al trabajar en proyectos integradores.

En concreto, la asignatura puede abordar los siguientes atributos de egreso de la carrera de Ingeniería en Ciencia de Datos:

- Emplea capacidades de liderazgo, comunicación e interrelaciones personales con sentido ético y humanista
- Demuestra un pensamiento crítico y la comprensión de los conocimientos en principios de gestión de la ingeniería en Ciencia de Datos, con un enfoque hacia la toma de decisiones en el campo profesional: La asignatura puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico al analizar diferentes casos de uso con datos reales.
- Gestiona procesos de aprendizaje y autoaprendizaje en Ciencia de Datos, demuestra su compromiso con la actualización profesional continua y autónoma, para estar a la vanguardia en los cambios científicos y tecnológicos que se dan en el ejercicio de su profesión: La asignatura puede ayudar a los estudiantes a mantenerse actualizados en las últimas tecnologías al exponerlos a diferentes conferencias, publicaciones y recursos en línea.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



- Maneja las herramientas metodológicas para el desarrollo de proyectos de investigación multidisciplinarios en el ámbito de la Ciencia de Datos: La asignatura puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de investigación al trabajar en proyectos integradores para diseñar, implementar y evaluar soluciones o modelos.
- Conoce y aplica los fundamentos de las ciencias básicas y la ingeniería en Ciencia de Datos para el desarrollo de soluciones sustentables a problemas sociales, económicos, ambientales y tecnológicos en el entorno regional, sectorial, nacional e internacional: La asignatura puede ayudar a los estudiantes a comprender el impacto social, económico y ambiental de la inteligencia artificial.

La asignatura Aprendizaje Automático se puede relacionar con las siguientes asignaturas de la Ingeniería en Ciencia de Datos:

- Estadística I y II: para comprender los conceptos básicos para el análisis, descripción y modelado de datos y series de tiempo.
- Inteligencia Artificial: para comprender los principios de sistemas inteligentes, que se utilizan en diversas aplicaciones del Aprendizaje Automático.
- Programación Avanzada para Ciencia de Datos: para fortalecer habilidades de desarrollo de software, que son necesarias para implementar soluciones de Aprendizaje Automático.
- Bases de Datos SQL y No SQL: para comprender la integración, análisis, y exploración de datos necesaria para el Aprendizaje Automático.

La importancia de esta asignatura radica en que proporciona a los estudiantes las habilidades necesarias para abordar problemas del mundo real utilizando técnicas de aprendizaje automático. Estas habilidades son altamente demandadas en la industria y pueden ser aplicadas en una amplia gama de campos, desde la medicina hasta las finanzas y la tecnología. Además, el aprendizaje automático es una de las áreas de la inteligencia artificial que está experimentando un crecimiento y avance significativo, lo que hace que sea una habilidad valiosa para los futuros profesionales en Ciencia de Datos, Inteligencia Artificial y sistemas computacionales en general.

Intención didáctica

Los contenidos de la asignatura se abordan desde una perspectiva multidisciplinaria, que integra conceptos de ingeniería, informática, ciencias de la computación y ciencias sociales.

El enfoque de la asignatura es práctico y aplicado, con la intención de que los estudiantes puedan desarrollar soluciones y análisis a partir de datos reales.

Las actividades del estudiante que se resaltan para el desarrollo de competencias genéricas son las siguientes:

Trabajo en equipo: Los estudiantes trabajan en proyectos integradores para diseñar, implementar y evaluar soluciones.

Pensamiento crítico: Los estudiantes analizan diferentes casos de uso y aplicaciones para identificar y resolver problemas.

Comunicación: Los estudiantes presentan sus proyectos y resultados a la comunidad académica.

Liderazgo: Los estudiantes asumen roles de liderazgo en los proyectos grupales.



Las competencias genéricas que se desarrollan con el tratamiento de los contenidos de la asignatura son las siguientes:

- Emplea capacidades de liderazgo, comunicación e interrelaciones personales con sentido ético y humanista al trabajar en proyectos integradores.
- Demuestra un pensamiento crítico y la comprensión de los conocimientos en principios de gestión de la ingeniería en Ciencia de Datos, con un enfoque hacia la toma de decisiones y la implementación de tecnologías nuevas y emergentes en el campo profesional.
- Gestiona procesos de aprendizaje y autoaprendizaje, demuestra su compromiso con la actualización profesional continua y autónoma, para estar a la vanguardia en los cambios científicos y tecnológicos que se dan en el ejercicio de su profesión al exponerlos a diferentes conferencias, publicaciones y recursos en línea.
- Maneja las herramientas metodológicas para el desarrollo de proyectos de investigación multidisciplinarios en el ámbito de Ciencia de Datos al trabajar en proyectos integradores para diseñar, implementar y evaluar soluciones.
- Conoce y aplica los fundamentos de las ciencias básicas y la ingeniería para el desarrollo de soluciones sustentables a problemas sociales, económicos, ambientales y tecnológicos en el entorno regional, sectorial, nacional e internacional al comprender el impacto social, económico y ambiental.

El papel que debe desempeñar el docente para el desarrollo de la asignatura es el de facilitador del aprendizaje. El docente debe crear un entorno de aprendizaje activo y participativo, en el que los estudiantes puedan desarrollar sus habilidades y conocimientos de manera autónoma.

Algunas actividades específicas que se pueden realizar en la asignatura de Aprendizaje Automático para desarrollar las competencias genéricas mencionadas anteriormente:

Los estudiantes pueden trabajar en proyectos integradores para diseñar, implementar y evaluar soluciones de Ciencia de Datos y participar en actividades de aprendizaje colaborativo, como debates y discusiones grupales.

Los estudiantes pueden analizar diferentes casos de uso y participar en actividades de resolución de problemas.

Los estudiantes pueden presentar sus proyectos y resultados a la comunidad académica y participar en actividades de escritura académica.

Los estudiantes pueden asumir roles de liderazgo en los proyectos integradores y participar en actividades de voluntariado o servicio comunitario.



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico Superior de Alvarado del 21 al 23 agosto de 2023.	Representante del Instituto Tecnológico Superior de Alvarado.	Propuesta inicial.
Tecnológico Nacional de México 30 octubre 2023	Representante del Instituto Tecnológico de: Querétaro y del Instituto Tecnológico Superior de Alvarado.	Presentación de la propuesta de la carrera de Ingeniería en Ciencia de Datos.
Instituto Tecnológico de Querétaro Campus Norte del 19 al 22 de marzo 2024.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Morelia, Puebla, Querétaro, Tehuacán. Instituto Tecnológico Superior de Alvarado. CENIDET. Representante de Ciencias Básica de los Institutos de: Celaya, Morelia y CIIDET.	Diseño y/o desarrollo curricular de la carrera de Ingeniería en Ciencia de Datos.
Tecnológico Nacional de México del 22 al 24 de abril del 2024	Representante del Instituto Tecnológico de Querétaro e Instituto Tecnológico Superior de Alvarado.	Contraste y ajuste de las asignaturas de Ingeniería en Ciencia de Datos con respecto a las de Ing. en Inteligencia Artificial, Ing. en Desarrollo WEB e Ing. en Ciberseguridad
Tecnológico Nacional de México del 27 al 31 de mayo del 2024.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Morelia, Querétaro. Instituto Tecnológico Superior de Alvarado. CENIDET.	Consolidación curricular de la carrera de Ingeniería Ciencia de Datos

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Desarrolla modelos para detectar dependencias entre variables dentro de un conjunto de datos, así como la capacidad de interpretar el análisis de los mismos, aplicando técnicas de aprendizaje automático.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> ● Diseña, interpreta e implementa algoritmos computacionales y notaciones matemáticas a través del uso de herramientas computacionales adecuadas tales como: software para modelado y lenguajes de programación. ● Diseña, interpreta e implementa sistemas de Bases de Datos mediante el uso de software de gestión de bases de datos. ● Comprende conceptos de estadística aplicada.
--



6. Temario

1	Introducción al aprendizaje automático.	<ul style="list-style-type: none"> 1.1. Conceptos y definiciones. 1.2. Tipos de aprendizaje automático. <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1. Aprendizaje no supervisado. 1.2.2. Aprendizaje supervisado. 1.2.3. Aprendizaje por refuerzo. 1.3. Diseño de un sistema de aprendizaje. 1.4. Aplicaciones del aprendizaje automático.
2	Aprendizaje no supervisado.	<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Análisis de componentes principales. 2.2. Aprendizaje basado en clustering. 2.3. Tipos de clustering. <ul style="list-style-type: none"> 2.3.1. Clustering jerárquico. 2.3.2. Clustering particional. 2.4. Modelos probabilistas. 2.5. Modelos difusos. 2.6. Detección de anomalías. 2.7. Aplicaciones del aprendizaje no supervisado.
3	Aprendizaje supervisado.	<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Definición y conceptos. 3.2. Regresión. <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1. Línea. 3.2.2. Logística. 3.2.3. Polinomial. 3.3. Clasificación. <ul style="list-style-type: none"> 3.3.1. Vecino más cercano. 3.3.2. Árboles de decisión. 3.3.3. Bosques aleatorios. 3.3.4. Redes bayesianas. 3.3.5. Máquinas de soporte vectorial (SVM). 3.3.6. Redes neuronales. 3.4. Aplicaciones del aprendizaje supervisado.
4	Aprendizaje por refuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> 4.1. Introducción al aprendizaje por refuerzo 4.2. Caso de un solo estado. 4.3. Aprendizaje Q (Q learning). 4.4. Elementos del aprendizaje por refuerzo. 4.5. Aprendizaje basado en modelos. 4.6. Aprendizaje de diferencias temporales. 4.7. Generalización desde ejemplos. 4.8. Estados parcialmente observables.



7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción al aprendizaje automático	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Conoce los tipos de aprendizaje automático y diseña sistemas de aprendizaje.</p> <p><i>Genéricas:</i></p> <p><i>Instrumentales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de análisis y síntesis. ● Conocimientos generales básicos. ● Conocimientos básicos de la carrera. ● Comunicación oral y escrita en su propia lengua. ● Habilidades básicas de manejo de la computadora. ● Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). <p><i>Competencias interpersonales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad crítica y autocrítica. ● Compromiso ético. <p><i>Competencias sistémicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Habilidades de investigación. ● Capacidad de aprender. ● Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. ● Habilidad para trabajar en forma autónoma. ● Preocupación por la calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Investigar los conceptos de aprendizaje automático y elaborar un glosario. ● Hacer un cuadro comparativo donde indique las diferencias entre el aprendizaje supervisado y el no supervisado. ● Investigar en qué consiste el diseño de un sistema de aprendizaje. ● Investigar las aplicaciones del aprendizaje automático y elaborar un mapa conceptual.
2. Aprendizaje no supervisado	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Conoce, analiza y aplica las técnicas de aprendizaje no supervisado en la solución de problemas reales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Investigar en qué consiste el análisis de componentes principales. ● Elaborar un mapa mental donde se muestran los tipos de clustering. ● Realizar un mapa conceptual donde se plasmen los diferentes modelos de clustering. ● Elaborar una infografía sobre las aplicaciones del aprendizaje no supervisado. ● Realizar prácticas con distintos algoritmos de clustering.



<p><i>Genéricas:</i></p> <p><i>Instrumentales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de análisis y síntesis. ● Conocimientos básicos de la carrera. ● Habilidades básicas de manejo de la computadora. ● Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). ● Solución de problemas. ● Toma de decisiones. <p><i>Competencias interpersonales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad crítica y autocrítica. ● Compromiso ético. <p><i>Competencias sistémicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. ● Habilidades de investigación. ● Capacidad de aprender. ● Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. ● Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). ● Liderazgo. ● Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	
3. Aprendizaje supervisado	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Conoce, analiza y aplica las técnicas de aprendizaje automático para obtener modelos que permitan realizar predicciones.</p> <p><i>Genéricas:</i></p> <p><i>Competencias instrumentales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de análisis y síntesis. ● Capacidad de organizar y planificar. ● Conocimientos básicos de la carrera. ● Habilidades básicas de manejo de la computadora. ● Solución de problemas. ● Toma de decisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Elaborar un mapa conceptual del aprendizaje supervisado. ● Realizar un mapa mental con las técnicas de regresión. ● Diseñar un cuadro sinóptico con los distintos clasificadores. ● Hacer una infografía con las aplicaciones del aprendizaje supervisado. ● Realizar prácticas donde se utilicen las técnicas de aprendizaje automático para resolver problemas de la vida real.



<p><i>Competencias interpersonales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad crítica y autocrítica <p><i>Competencias sistémicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. ● Capacidad de aprender. ● Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. ● Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	
4. Aprendizaje por refuerzo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Conoce y aplica las técnicas de aprendizaje por refuerzo en problemas de la vida real.</p> <p><i>Genéricas:</i></p> <p><i>Competencias instrumentales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de análisis y síntesis. ● Conocimientos básicos de la carrera. ● Habilidades básicas de manejo de la computadora. ● Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. ● Solución de problemas. ● Toma de decisiones. <p><i>Competencias interpersonales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad crítica y autocrítica. ● Trabajo en equipo. ● Compromiso ético. <p><i>Competencias sistémicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. ● Habilidades de investigación. ● Capacidad de aprender. ● Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. ● Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). ● Preocupación por la calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Investigar en qué consiste el aprendizaje por refuerzo. ● Hacer un mapa conceptual de Q learning. ● Elaborar un mapa mental del aprendizaje de las diferencias temporales. ● Implementar el algoritmo Q learning para hacer que un ente computacional aprenda.



8. Práctica(s)

- Seleccionar un problema de la vida real y diseñar un sistema de aprendizaje.
- Aplicar el análisis de componentes principales en un caso de estudio.
- Implementar el algoritmo de clustering K-means desde cero utilizando un lenguaje de programación como Python o R. Aplicar el algoritmo a un conjunto de datos y visualizar los resultados mediante gráficos o representaciones visuales.
- Utilizar el algoritmo Expectation-Maximization (E-M) para realizar una estimación de densidades de probabilidad en un conjunto de datos. Comparar los resultados obtenidos con los de otros métodos de estimación y analizar las ventajas y limitaciones del enfoque E-M.
- Emplear diversos conjuntos de datos para procesarlos con las diferentes regresiones lineales.
- Utilizar diversos conjuntos de datos para procesarlos con los distintos clasificadores y evaluar los resultados.
- Implementar el método de aprendizaje por refuerzo con un robot Lego.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.

Planeación: con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.

Ejecución: consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.

Evaluación: es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.



10. Evaluación por competencias

La evaluación debe hacerse diagnóstica, formativa y sumativa. De igual manera, para fortalecer la parte actitudinal, se recomienda guiar al estudiante hacia la introspección para utilizar la autoevaluación y la coevaluación.

En el caso de las actividades de aprendizaje se sugiere el uso de estrategias metacognitivas como: mapas mentales, mapas conceptuales, reportes de prácticas, exposiciones en clase, ensayos, resúmenes, observación y cuestionarios, cuadros comparativos, informes.

Mientras que para verificar el nivel del logro de las competencias del estudiante se recomienda utilizar: el portafolio de evidencias, listas de cotejo, rúbricas, matrices de valoración, exámenes, guías de observación, además de estrategias en las que se logren las competencias blandas.

11. Fuentes de información

- 1 Alpaydin, A. (2004), Introduction to Machine Learning. MIT Press.
- 2 Bishop, M. (2006), Pattern recognition and machine learning. Springer Verlag, Berlín.
- 3 Flach, P. (2012), Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data. Cambridge University Press, Cambridge.
- 4 Gollapudi, S. (2016), Practical Machine Learning. Packt Publishing, Birmingham.
- 5 Isasi, P., Borrajo, D. (2006), Aprendizaje automático. Sanz y Torres.
- 6 Lantz, B. (2013), Machine learning with R. Packt Publishing, Birmingham.
- 7 Mitchell, T. (1997), Machine Learning, McGraw Hill, Nueva York.
- 8 Moreno, A. et al. 1(994), Aprendizaje automático. Edicions UPC, Barcelona.
- 9 Pajares, G., García, A. (2010), Aprendizaje automático. RA-MA, Madrid.
- 10 Raschka, S. (2015), Python Machine Learning, Packt Open Source, Birmingham.
- 11 Theodoridis, S., Koutroumbas, K. (2009), Pattern recognition. Academic Press, 4^a ed.
- 12 Witten, I.H., Eibe, F. (2011), Data Mining: Practical machine learning tools and techniques. Morgan Kaufmann.