

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Tópicos Avanzados de Inteligencia Artificial
<b>Clave de la asignatura:</b>	CIC-2001
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-2-4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Sistemas Computacionales

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Sistemas Computacionales la capacidad de aplicar técnicas de aprendizaje computacional mediante el desarrollo y programación de modelos con fundamentos matemáticos y estadísticos para la solución de problemas complejos de control automático, diagnóstico, toma de decisiones, clasificación, minería de datos, entre otros, asociados con la Inteligencia Artificial. En este sentido, la ciencia de datos se concibe como un concepto para unificar estadísticas, análisis de datos, aprendizaje computacional y sus métodos relacionados, a efectos de comprender y analizar los fenómenos reales.

Fundamentalmente, el aprendizaje computacional se enfoca en el uso de algoritmos para extraer información a partir de datos "crudos" y representarlos en algún modelo. El modelo se utiliza para inferir cosas acerca de otros datos que aún no se han modelado.

Las redes neuronales son un tipo de modelo para el aprendizaje computacional y han existido por al menos 50 años. La unidad fundamental de una red neuronal es un nodo, que se basa en la neurona biológica en el cerebro de los mamíferos. Las conexiones entre neuronas en cerebros biológicos también se modelan, así como la forma en que estas conexiones se desarrollan con el tiempo (con "entrenamiento").

A mediados de la década de 1980 y principios de la década de 1990, se hicieron muchos avances arquitectónicos importantes en las redes neuronales. Sin embargo, la cantidad de tiempo y los datos necesarios para obtener buenos resultados retrasaron la adopción y, por lo tanto, el interés disminuyó. Sin embargo, a principios de la década de 2000, el poder computacional se expandió exponencialmente y la industria vio una explosión de técnicas computacionales que no eran posibles antes de esto. El aprendizaje profundo surgió del crecimiento computacional de esa década como un serio contendiente en el campo, ganando muchas competencias importantes de aprendizaje computacional. El interés por este tipo de modelo no ha disminuido desde 2017 y actualmente el aprendizaje profundo se menciona en diferentes áreas del aprendizaje computacional.

Esta asignatura se oferta en el octavo semestre del plan de estudio, debido a que el alumno necesita tener de base el aprendizaje de otras asignaturas que permitan que posea competencias en términos de Álgebra Lineal, Estadística e Inteligencia Artificial.

Las aportaciones de la asignatura al perfil del egresado son las siguientes:

- Diseña e implementa soluciones de aprendizaje computacional para contribuir en el mejoramiento de tareas de clasificación, regresión, modelos generativos, inferencia aproximada y optimización.
- Coordina y participa en equipos multidisciplinarios para la aplicación de soluciones innovadoras en diferentes contextos tales como procesamiento de imagen, procesamiento de lenguaje natural, aprendizaje por refuerzo y robótica, algoritmos de recomendación, comercio electrónico, juegos, arte, detección de anomalías y fraude, biomedicina, medicina, experiencia de usuario y big data.
- Diseña, implementa y administra soluciones computacionales basadas en aprendizaje computacional para mejorar la productividad y competitividad de las organizaciones cumpliendo con estándares de calidad.

### Intención didáctica

La asignatura incluye una revisión de los conceptos de aprendizaje computacional en general en el Tema 1. Asimismo, se ofrecen los fundamentos sobre redes neuronales y profundas para lograr una mejor comprensión de estos modelos. En el Tema 2, se exploran las principales arquitecturas de redes profundas incluyendo redes convolucionales y recurrentes. En el Tema 3, se sugiere que el docente revise con el estudiante las pautas para realizar el mapeo de redes profundas específicas con el tipo de problema que pueden abordar, además de revisar técnicas para realizar el afinamiento de redes neuronales tanto a nivel general como en el caso de arquitecturas de redes profundas específicas. Finalmente, en el tema 4 se promueve que el estudiante pueda construir un modelo de aprendizaje profundo con aplicación en alguno de los diferentes contextos del ámbito social y productivo.

El temario se dividió en cuatro temas, de tal manera que el estudiante en los primeros dos temas obtendrá los conocimientos generales, para que en el tercero y cuarto tema diseñe e implemente soluciones de aprendizaje profundo para entornos tales como procesamiento de imagen, procesamiento de lenguaje natural, aprendizaje por refuerzo y robótica, algoritmos de recomendación, comercio electrónico, juegos, arte, detección de anomalías y fraude, biomedicina, medicina, experiencia de usuario y big data.

Dentro del Tema 4, se sugiere al docente coordinar a los estudiantes para que desarrollen un proyecto de aplicación en alguno de los diferentes contextos mencionados previamente. Es primordial que el estudiante logre desarrollar una solución final o proyecto integrador, puesto que la necesidad de una solución terminada es el claro escenario que se presenta en el ambiente laboral. En este sentido, el estudiante debe ser capaz de enfrentar dicha situación, reunir habilidades de investigación, desarrollar capacidad de adaptarse a nuevas situaciones, generar nuevas ideas y al mismo tiempo, integrar sus conocimientos en un equipo interdisciplinario. Por último, es importante que el profesor proporcione una visión completa de la asignatura sabiendo delimitar las aplicaciones al sector productivo y las del sector de investigación.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, enero 2020.	Integrantes de la Academia del P.E. de Ingeniería en Sistemas Computacionales  DCB. Karina Gutiérrez Fragoso  DCC. René Cruz Guerrero	Definición de los programas de estudio de la especialidad de Ciencia de Datos

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
El estudiante aplicará técnicas de Inteligencia Artificial en diferentes contextos mediante trabajo colaborativo para el desarrollo de soluciones que impacten en el sector productivo en la toma de decisiones a través del aprendizaje profundo

### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos de Álgebra Lineal tales como escalares, vectores, matrices, tensores, hiper-planos y ecuaciones.</li> <li>• Conocimientos básicos de Probabilidad y Estadística tales como probabilidad condicional, probabilidad posterior, distribuciones, métodos de muestreo y verosimilitud.</li> <li>• Conocimientos sobre Inteligencia Artificial</li> <li>• Conocimientos previos de programación de lenguajes de alto nivel</li> </ul>
--

### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de Aprendizaje Computacional	1. Conceptos matemáticos 1.1 Álgebra Lineal 1.2 Estadística 2. Modelos 2.1 Regresión 2.2 Clasificación 2.3 Clustering 2.4 Optimización

		2.5 Modelos generativos vs discriminativos 2.6 Regresión logística 3. Evaluación de modelos 3.1 Matriz de confusión
2	Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo	1. Conceptos sobre Redes Neuronales (RN) 1.1 Entrenamiento de RN 1.2 Funciones de activación 1.3 Funciones de pérdida 1.4 Hiperparámetros 2. Aprendizaje Profundo 2.1 Principios de las Redes Profundas 2.2 Bloques de Redes Profundas 2.2.1 Máquinas de Boltzman Restringidas 2.2.2 Autocodificadores 2.2.3 Autocodificadores variacionales
3	Arquitecturas de Redes Profundas	1. Redes pre-entrenadas no supervisadas 1.1 Redes de creencia profunda 1.2 Redes generativas antagónicas 2. Redes Neuronales Convolucionales 3. Redes Neuronales Recurrentes 4. Redes Neuronales Recursivas 5. Construcción de Redes Profundas 6. Afinación de Redes Profundas
4	Aplicaciones de Aprendizaje Profundo	1. Procesamiento de imagen 2. Procesamiento de lenguaje natural 3. Robótica 4. Algoritmos de recomendación 5. Juegos y arte 6. Otras aplicaciones 7. Oportunidades y perspectivas

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>Tema 1.- Fundamentos de Aprendizaje Computacional</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Especifica(s):</b>  Identifica los conceptos matemáticos y los modelos de Aprendizaje Computacional para comprender las maneras en que se puede modelar un fenómeno y como se evalúan los modelos, mediante trabajo en equipo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indaga los conceptos de escalares, vectores, matrices, tensores e hiper-planos para generar un glosario.</li> <li>Revisa las definiciones de probabilidad, probabilidad condicional, probabilidad posterior, distribuciones, muestras vs</li> </ul>

<p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li> <li>Comprensión de textos técnicos en una segunda lengua</li> <li>Habilidades de gestión de información</li> </ul> <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad crítica</li> <li>Capacidad de trabajar en equipo</li> </ul> <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de integrar conocimientos formativos generales en un campo específico</li> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	<p>población, métodos de muestreo, selección de sesgo y verosimilitud.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Expone en clase alguno de los diferentes modelos de Aprendizaje Computacional mediante trabajo en equipo, utilizando alguna herramienta tecnológica y material audiovisual para el diseño del organizador gráfico.</li> <li>Indaga información sobre la matriz de confusión y utiliza un ejemplo para comprender sus elementos.</li> <li>Discute en grupos un artículo sobre métricas o indicadores para evaluación de modelos de aprendizaje computacional.</li> </ul>
<p><b>Tema 2.- Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo</b></p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Especifica(s):</p> <p>Comprende los fundamentos de las redes neuronales, aprendizaje profundo y redes profundas para identificar diferentes métodos y discernir cuál de ellos es más convenientes ante diferentes problemas y cuándo se puede abordar un fenómeno mediante un modelo de aprendizaje profundo, mediante trabajo en equipo.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li> <li>Comprensión de textos técnicos en una segunda lengua</li> <li>Habilidades de gestión de información</li> </ul> <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad crítica</li> <li>Capacidad de trabajar en equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indaga información sobre Redes Neuronales (RN): inspiración biológica, el perceptrón y redes multi-capas para participar activamente en clase.</li> <li>Revisa el algoritmo de retropropagación para entrenamiento de RN organizado en grupos.</li> <li>Expone en clase alguna de las funciones de activación de RN (<i>Linear, Sigmoid, Tanh, Hard Tanh, Softmax, Rectified Linear</i>) mediante trabajo en equipo.</li> <li>Elabora un resumen de las funciones pérdida para las tareas de regresión, clasificación y reconstrucción, así como hiperparámetros.</li> <li>Revisa en un MOOC los fundamentos sobre Aprendizaje Profundo y elabora un mapa conceptual que incluya el concepto de Aprendizaje Profundo, los principios arquitecturales comunes</li> </ul>

<p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción</li> <li>• Capacidad de adaptación a entornos complejos</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	<p>en Redes Profundas, máquinas de Boltzman, autocodificadores y autocodificadores variacionales.</p>
<p><b>Tema 3.- Arquitecturas de Redes Profundas</b></p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Especifica(s):</p> <p>Identifica las características de las principales arquitecturas de Redes Profundas (RP) para construirlas y analizar los mejores métodos con los que se pueden abordar diferentes problemas, mediante trabajo colaborativo.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li> <li>• Comprensión de textos técnicos en una segunda lengua</li> <li>• Habilidades de gestión de información</li> </ul> <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo</li> <li>• Capacidad de resolver conflictos</li> <li>• Coordinación y liderazgo</li> </ul> <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción</li> <li>• Capacidad de adaptación a entornos complejos</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Capacidad para implementar proyectos en cumplimiento de alcance y tiempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expone en clase alguna de las principales arquitecturas de Redes Profundas (RP) mediante trabajo en equipo.</li> <li>• Indaga un artículo especializado que describa una aplicación de alguna de las principales arquitecturas de RP mediante trabajo colaborativo para presentarlo en clase.</li> <li>• Discute en un debate el tema de cuándo se puede aplicar un modelo de Aprendizaje Profundo.</li> <li>• Construye y afina RP realizando un mapeo entre los tipos de redes y los tipos de problemas. Elabora un informe de la implementación.</li> </ul>
<p><b>Tema 4.- Aplicaciones de Aprendizaje Profundo</b></p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Especifica(s):</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecciona un contexto para aplicar un modelo de Aprendizaje</li> </ul>

<p>Aplica un modelo de Aprendizaje Profundo en un contexto específico para evaluar el modelo, analizar e interpretar los resultados, mediante trabajo colaborativo.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>• Habilidades de gestión de información</li> <li>• Solución de problemas</li> </ul> <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y de autocrítica.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo.</li> </ul> <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Capacidad para desarrollar proyectos</li> </ul>	<p>Profundo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza la implementación del modelo, lo evalúa y elabora un reporte.</li> <li>• Presenta los resultados de su proyecto en una exposición en clase mediante trabajo en equipo.</li> <li>• Elabora un ensayo sobre las oportunidades y perspectivas del Aprendizaje Profundo.</li> </ul>
--	---

## 8. Prácticas

En el desarrollo de la asignatura se han planteado actividades para fomentar la reflexión crítica sobre el aprendizaje computacional, particularmente el aprendizaje profundo, no sólo desde el punto de vista conceptual sino también abarca las diferentes arquitecturas de redes profundas, así como la manera de implementar este modelo de aprendizaje en un contexto específico. En este sentido, resulta fundamental que el estudiante conozca los aspectos conceptuales del tema, el proceso de construcción de redes profundas y técnicas de afinación. La manera de llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en la asignatura se enfatiza en las actividades referentes a la implementación de un modelo aprendizaje profundo para una aplicación determinada, lo que incluye:

- Diseño
- Implementación
- Ejecución
- Afinación
- Evaluación

## 9. Proyecto de asignatura



El objetivo del proyecto es demostrar el desarrollo y alcance de la competencia de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- Contextualización
- Fundamentación
- Planeación
- Ejecución
- Evaluación
- Socialización

Desarrollar un proyecto que consista en la aplicación de un modelo de aprendizaje profundo para un contexto específico, incorporando las fases de desarrollo en los temas 3 y 4.

#### **Fundamentación**

Con base en las competencias desarrolladas durante el curso el estudiante debe ser capaz de diseñar, analizar e implementar lo visto en todos los temas.

#### **Planeación**

El estudiante debe ser capaz de estructurar las etapas para el diseño, análisis e implementación del proyecto.

#### **Ejecución**

El estudiante debe realizar la implementación del modelo, incluir la fase de pruebas y afinación del mismo.

#### **Evaluación**

El docente dará seguimiento desde la propuesta de desarrollo, ejecución y reporte técnico de la evaluación del modelo donde pueda comprobar con evidencia objetiva, que se alcanzaron los requerimientos establecidos.

#### **Proyecto integrador sugerido**

El proyecto que permite abordar los conocimientos adquiridos en esta asignatura se enfoca en la aplicación de un modelo de aprendizaje profundo para un contexto específico, lo cual implica establecer un área de aplicación, seleccionar un modelo y herramientas de implementación para concluir con la evaluación del modelo.

### **10. Evaluación por competencias (específicas y genéricas de la asignatura)**

<p>La evaluación es continua y formativa, por lo que en el desarrollo de la asignatura se promueve el trabajo por equipo y colaborativo a través de actividades de continua reflexión crítica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica los conceptos básicos del aprendizaje computacional para</li> </ul>	<p><b>Genéricas:</b></p> <p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>• Habilidades de gestión de</li> </ul>
--	---



<p>centrarse en el aprendizaje profundo mediante trabajo en equipo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende los fundamentos de las redes neuronales y el aprendizaje profundo, así como las diferentes arquitecturas de redes profundas mediante trabajo en equipo</li> <li>• Implementa un modelo de aprendizaje profundo para un contexto específico mediante trabajo en equipo</li> <li>• Evalúa el modelo implementado para analizar e interpretar los resultados en el contexto específico mediante trabajo colaborativo</li> </ul>	<p>información</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución de problemas</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y de autocrítica.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo.</li> <li>• Coordinación y liderazgo.</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos</li> </ul>
--	--

## 11. Fuentes de información

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Michelucci, <i>Advanced Applied Deep Learning. Convolutional Neural Networks and Object Detection</i>, Apress, 2019.</li> <li>2. U. Michelucci, <i>Applied Deep Learning. A case-based approach to understanding Deep Neural Networks</i>, Apress, 2018.</li> <li>3. Patterson y A. Gibson, <i>Deep Learning. A practitioner's Approach</i>, O'Reilly, 1a. Edición, 2017.</li> <li>4. A. Vieira y B. Ribeiro, <i>Introduction to Deep Learning Bussines Applications for Developers. From Conversational Bots in Customer Service to Medical Image Processing</i>. Apress, 2018.</li> <li>5. J. P. Mueller y L. Massaron, <i>Deep Learning for dummies</i>, John Wiley &amp; Sons, 2019.</li> <li>6. T. Teofili, <i>Deep Learning for Search</i>, Manning, 2019.</li> <li>7. B.Ramsundar, P. Eastman, P. Walters y V. Pande, <i>Deep Learning for the Life Sciences. Applying Deep Learning to Genomics, Microscopy, Drug Discovery and more</i>. O'Reilly, 2019.</li> <li>8. H. El-Amir y M. Hamdy, <i>Deep Learning Pipeline. Building a Deep Learning Model with TensorFlow</i>, Apress, 2020.</li> <li>9. S. Cai, S. Bileschi, E. D. Nielsen, F. Chollet, <i>Deep Learning with JavaScript. Neural Networks in TensorFlow.js</i>, Manning, 2020.</li> <li>10. F. Chollet, <i>Deep Learning with Python</i>, Manning, 2018.</li> <li>11. T. Beysolow II, <i>Introduction to Deep Learning using R. A step-by-step guide to learning and implementing Deep Learning models using R</i>. Apress, 2017.</li> <li>12. B. Ramsundar y R. B. Zadeh, <i>Tensor Flow for Deep Learning. From Linear Regression to Reinforcement Learning</i>, O'Reilly, 2018.</li> </ol>
---