

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	<b>Redes neuronales artificiales de última generación</b>
<b>Clave de la asignatura:</b>	<b>TEF - 2305</b>
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	<b>3 - 2 - 5</b>
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería en Sistemas Computacionales</b>

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Con esta asignatura, el estudiante conocerá desde un enfoque teórico y práctico los principios fundamentales de las redes neuronales artificiales, así como su evolución hasta el día de hoy. Se hace énfasis principalmente en el estudio de las RNA de última generación como las convolucionales, las de memoria corta y aquellas que incluyen mecanismos de atención. La asignatura se enfoca al uso de estos modelos de Inteligencia Artificial en el tratamiento de imágenes y texto, que son dos de las áreas de mayor popularidad y uso en aplicaciones reales hoy en día.

Actualmente, muchas de las aplicaciones informáticas no se entenderían sin el uso de las RNA, por ejemplo, la interpretación del lenguaje natural por medio de dispositivos electrónicos o el reconocimiento de rostros, o búsquedas avanzadas en la web, entre otras. Adicionalmente, hoy en día estamos inmersos en un ambiente big data en el cual se generan desde diferentes fuentes grandes cantidades de datos y a gran velocidad, lo que resalta la importancia y trascendencia de aquellos algoritmos como las RNA capaces de aprender de los datos.

Como aportación al perfil de egresado se tiene lo siguiente:

- Identifica y resuelve problemas a con el uso de RNA.
- Posee las habilidades metodológicas de investigación para sentar las bases de conocimiento para futuros Científicos de Datos y especialistas en Inteligencia Artificial
- Desarrolla, implementa y administra software de sistemas o de aplicación que cumpla con los estándares de calidad con el fin de apoyar la productividad y competitividad de las organizaciones utilizando RNA.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

La asignatura presenta al alumno las RNA, las cuales están siendo utilizadas en un sinnúmero de aplicaciones comerciales. Asimismo, las RNA de última generación como las convolucionales o las que usan mecanismos de atención están siendo protagonistas del desarrollo tecnológico de hoy en día, en el cual se observan cada vez más capaces de imitar la inteligencia humana y realizar actividades que antes se creían exclusivas del ser humano como la creatividad. Todo esto resalta el potencial de las RNA en la búsqueda de soluciones novedosas a problemas cotidianos.

Las asignaturas con las que se relaciona esta materia son: Cálculo Diferencial, Vectorial e Integral, Tópicos Avanzados de Programación, Gestión de proyectos de software, Programación Lógica y Funcional, Inteligencia Artificial.

### **Intención didáctica**

Esta asignatura consiste en cinco unidades, la primera es una introducción general a las Redes Neuronales Artificiales (RNA), donde se abordan temas como la inspiración biológica (el cerebro humano) que dio origen a su desarrollo, más adelante se analiza cómo se llegó de un modelo biológico a uno artificial, así como el desarrollo de las RNA desde su concepción en la década de los cuarenta hasta nuestros días.

La unidad dos se refiere a los principios del Perceptron Multicapa (PM), la arquitectura de RNA de mayor popularidad desde sus inicios (el Perceptron) hasta hoy en día. Se estudian sus principios con el Perceptron y su evolución a múltiples capas, su algoritmo de aprendizaje, y sus heurísticas para mejorar su entrenamiento. Los principios del PM siguen vigentes incluso en los modelos de RNA más recientes. Se utilizarán mapas conceptuales, mentales, redes semánticas de tal forma que permitan al alumno relacionar los conceptos generales del PM en la resolución de problemas.

Las unidades tres y cuatro introduce al alumno al procesamiento de datos mediante RNA convolucionales y recurrentes. Se estudian algoritmos específicos de aprendizaje para cada modelo, así como sus componentes como las capas convolucionales, sus topologías y características propias de cada una de ellas, por ejemplo, los mecanismos de atención, dando a conocer detalles de funcionamiento e implementación, para ello es útil el uso de mapas mentales, semánticos, conceptuales, así como la organización de exposiciones y foros de discusión sobre los diferentes temas expuestos por el docente.

Finalmente, la unidad cinco presenta un caso de estudio de la resolución de problemas de la vida real por medio de RNA. Además del proyecto integrador, se deberán incluir exposiciones, foros de discusión sobre la repercusión de las RNA

en nuestra vida cotidiana y cómo esta transformado el mundo que nos rodea, así como el futuro de la humanidad.

### **Competencias Genéricas**

Competencias instrumentales:

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Conocimientos básicos de la carrera.
- Comunicación oral y escrita.
- Habilidades básicas de manejo de la computadora.
- Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.

### **Competencias interpersonales:**

- Capacidad crítica y autocrítica.
- Trabajo en equipo.
- Habilidades interpersonales

### **Competencias sistémicas:**

- Habilidades de investigación.
- Capacidad de aprender.
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.
- Búsqueda del logro

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Toluca, septiembre de 2022	M. en T. E. Luis Antonio Estrada Manuel Dr. Roberto Alejo Eleuterio Dr. Federico del Razo López Dra. Eréndira Rendón Lara	Miembros de la Academia de Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Toluca

### 4. Competencias a desarrollar

Competencias específicas de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce, organiza y relaciona los conceptos y principios básicos de las Redes Neuronales Artificiales (RNA).</li> <li>• Comprende, relaciona e implementa los conceptos básicos del Perceptrón Multicapa en la resolución de problemas actuales utilizando software especializado.</li> <li>• Comprende, relaciona e implementa los conceptos básicos de las RNA Convolucionales en la resolución de problemas actuales utilizando software especializado.</li> <li>• Comprende, relaciona e implementa los conceptos básicos de las RNA Recurrentes en la resolución de problemas actuales utilizando software especializado.</li> <li>• Resuelve problemas reales a través del uso de RNA</li> </ul>

### 5. Competencias previas

<p>Las adquiridas en las asignaturas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programación Orientada a Objetos</li> <li>• Inteligencia Artificial</li> <li>• Calculo diferencial, vectorial e integral</li> <li>• Estructuras de datos</li> <li>• Simulación</li> <li>• Investigación de operaciones</li> <li>• Probabilidad y estadística</li> <li>• Algebra lineal</li> </ul>
---

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	<b>Introducción a las Redes Neuronales Artificiales</b>	1.1 Inspiración biológica: el cerebro humano 1.2 Neurona biológica y artificial 1.3 Bosquejo histórico de las redes neuronales artificiales
2	<b>Perceptrón Multicapa</b>	2.1 Perceptrón 2.2 Multicapas y Back-propagation 2.3 Heurísticas para el entrenamiento del perceptrón multicapa
3	<b>Redes Neuronales Convolucionales</b>	3.1 Capa de convolución 3.2 Capa Pooling 3.3 Capa clasificadora
4	<b>Redes neuronales recurrentes</b>	4.1 Topología 4.2 Redes LSTM 4.3 Mecanismos de Atención
5	<b>Análisis de casos de uso de redes neuronales artificiales</b>	5.1 Aplicaciones de redes neuronales artificiales en TensorFlow

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>Tema 1: Introducción a las Redes Neuronales Artificiales</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce, organiza y relaciona los conceptos y principios básicos de las Redes Neuronales Artificiales (RNA).</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de análisis y de síntesis.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma y en equipo.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Flexibilidad.</li> <li>• Gestión de tiempo.</li> <li>• Colaboración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar adecuadamente los conceptos, y terminología de los fundamentos de las RNA.</li> <li>• Observar y analizar problemáticas propias de las RNA y su relación con las matemáticas.</li> <li>• Aplicar los conceptos, modelos y metodologías matemáticas que se van aprendiendo en el desarrollo de la unidad.</li> <li>• Dialogar, argumentar, replicar, discutir, explicar, sostener un punto de vista sobre los conceptos que fundamentan a las RNA.</li> </ul>

<b>Tema 2: Perceptrón Multicapa</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b> Comprende, relaciona e implementa los conceptos básicos del Perceptrón Multicapa (PM) en la resolución de problemas actuales utilizando software especializado.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de análisis y de síntesis.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma y en equipo.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Flexibilidad.</li> <li>• Gestión de tiempo.</li> <li>• Colaboración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar, identificar, conocer, interpretar, relacionar y representar los conceptos asociados al PM.</li> <li>• Trabajar en equipo, intercambiando y discutiendo información para su exposición en el grupo.</li> <li>• Usar software especializado en el desarrollo de los contenidos de la unidad.</li> <li>• Producir textos originales acerca de los principios y conceptos del PM.</li> <li>• Aplicar los conceptos asociados al PM que se van aprendiendo en el desarrollo de la unidad.</li> </ul>
<b>Tema 3: Redes Neuronales Convolucionales</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b> Comprende, relaciona e implementa los conceptos básicos de las RNA Convolucionales en la resolución de problemas actuales utilizando software especializado.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de análisis y de síntesis.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma y en equipo.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Flexibilidad.</li> <li>• Gestión de tiempo.</li> <li>• Colaboración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar, identificar, conocer, interpretar, relacionar y representar los conceptos asociados a las RNA Convolucionales.</li> <li>• Trabajar en equipo, intercambiando y discutiendo información para su exposición en el grupo.</li> <li>• Usar software especializado en el desarrollo de los contenidos de la unidad.</li> <li>• Producir textos originales acerca de los principios y conceptos de las RNA Convolucionales.</li> <li>• Aplicar los conceptos asociados a las RNA Convolucionales que se van aprendiendo en el desarrollo de la unidad.</li> </ul>

<b>Tema 4: Redes neuronales recurrentes</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b> Comprende, relaciona e implementa los conceptos básicos de las RNA Recurrentes en la resolución de problemas actuales utilizando software especializado.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de análisis y de síntesis.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma y en equipo.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Flexibilidad.</li> <li>• Gestión de tiempo.</li> <li>• Colaboración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar, identificar, conocer, interpretar, relacionar y representar los conceptos asociados a las RNA Recurrentes.</li> <li>• Trabajar en equipo, intercambiando y discutiendo información para su exposición en el grupo.</li> <li>• Usar software especializado en el desarrollo de los contenidos de la unidad.</li> <li>• Producir textos originales acerca de los principios y conceptos de las RNA Recurrentes.</li> <li>• Aplicar los conceptos asociados a las RNA Recurrentes que se van aprendiendo en el desarrollo de la unidad.</li> </ul>
<b>Tema 5: Análisis de casos de uso de redes neuronales artificiales</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b> Resuelve problemas reales a través del uso de RNA.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de análisis y de síntesis.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma y en equipo.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Flexibilidad.</li> <li>• Gestión de tiempo.</li> <li>• Colaboración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias de las RNA en la vida real.</li> <li>• Leer, escuchar, observar, descubrir, cuestionar, preguntar, indagar, obtener información sobre los problemas o fenómenos que se están resolviendo a través del uso del RNA.</li> <li>• Participar en actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración sobre el impacto de las RNA en nuestra vida cotidiana y el futuro de la humanidad, considerando esta herramienta.</li> <li>• Analizar, diseñar y desarrollar un proyecto integrador para abordar una problemática de la vida real desde una perspectiva de las RNA.</li> </ul>

## 8. Práctica(s)

- Práctica 1. Crear un proyecto utilizando Perceptrón Multicapa (PM) en la resolución de problemas actuales utilizando software especializado
- Práctica 2. Crear un proyecto utilizando RNA Convolucionales en la resolución de problemas actuales utilizando software especializado.
- Práctica 3. Crear un proyecto utilizando RNA Recurrentes en la resolución de problemas actuales utilizando software especializado.

## 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 ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Uso de rúbricas de evaluación y tablas de cotejo
- Aplicación de exámenes teóricos y prácticos
- Entrega a tiempo de productos de aprendizaje
- Realizar una retroalimentación efectiva de los diferentes productos de aprendizaje
- Calendarización congruente de la entrega de los productos de aprendizaje para los diversos momentos de las evaluaciones diagnóstica, formativa y sumativa

## 11. Fuentes de información

1. S. Haykin, Neural Networks. A Comprehensive Foundation, 2nd Edition, Prentice Hall, New Jersey, 1999.
2. S. Haykin, Neural Networks and Learning Machines, 3th Edition Pearson India, 2016.
3. I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press, Cambridge, MA, 2016
4. Q. V. Le, A tutorial on deep learning part 2: Autoencoders, convolutional neural networks and recurrent neural networks (2015).
1. Duda, R.; Hart, P.; Stork, D. (2001). Pattern Classification, 2nd ed.;Wiley: New York, NY, USA.
2. P. M. de Sá. (2001). Pattern Recognition: Concepts, Methods and Applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
3. Marc Peter Deisenroth, A. Aldo Faisal, and Cheng Soon Ong. (2020) Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press. United Kingdom.
4. Bishop, Christopher M., (2007). Pattern Recognition and Machine Learning, Springer.
5. Alpaydin, Ethem. (2010). Introduction to Machine Learning. MIT Press.
6. Mitchell, Tom. (1997). Machine Learning. McGraw-Hill.
7. Müller, Andreas C., and Guido, Sarah. (2016). Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists. O'Reilly Publishing.
9. Murphy, Kevin P. (2012). Machine Learning: A Probabilistic Perspective. MIT Press.
10. Raschka, Sebastian, and Mirjalili, Vahid. (2017). Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow. Packt Publishing.