

# MIAD



Maestría  
en Inteligencia  
Analítica de Datos

---

# PROGRAMA DEL CURSO

Deep Learning - MIID4405 - 202412

---

# Generalidades del curso

## Datos generales del curso

- Programa: Maestría en inteligencia Analítica de Datos - MIAD
- Nombre del curso: Deep Learning
- Código (NCR): MIID-4405
- Facultad o Departamento: Departamento Ingeniería Industrial
- Periodo académico: 2024-12
- Horario Sesiones Sincrónicas: Miércoles 6:00-7:20pm

## Equipo docente

### Profesor a cargo

- Nombre profesor (a): Carlos Felipe Valencia Arboleda
- Correo electrónico: [cf.valencia@uniandes.edu.co](mailto:cf.valencia@uniandes.edu.co)

### Líder de Tutores

- Nombre profesor (a): Carlos Guillermo Ramírez
- Correo electrónico: [cg.ramirez2513@uniandes.edu.co](mailto:cg.ramirez2513@uniandes.edu.co)

### Tutores

- Nombre profesor (a): Germán Andrés Sánchez
- Correo electrónico: [ga.sanchez10@uniandes.edu.co](mailto:ga.sanchez10@uniandes.edu.co)
  
- Nombre profesor (a): Diana Catalina Lozano
- Correo electrónico: [dc.lozano148@uniandes.edu.co](mailto:dc.lozano148@uniandes.edu.co)

\*Recuerde que el canal de comunicación para inquietudes al equipo docente o a la coordinación del programa es a través del correo [solicitudes-miad@uniandes.edu.co](mailto:solicitudes-miad@uniandes.edu.co). Los correos personales no son un canal de comunicación oficial.

## Horarios de atención a estudiantes

Los siguientes horarios se encuentran en hora colombiana (GMT-5)

**1. Horarios de atención sincrónicos a través de zoom:**

- o Lunes 7 am – 8 am
- o Jueves 7 am – 8 am
- o Viernes 5 pm – 6 pm
- o Sábado 11 am – 12 m

**2. Horarios de atención Slack:**

- o Lunes 10 am – 11 am
- o Miércoles 7 am – 8 am
- o Miércoles 3 pm – 4 pm
- o Viernes 8 am – 9 am
- o Viernes 4 pm – 5 pm
- o Sábado 12 m – 2 pm
- o Domingo 4 pm – 5 pm



---

## Introducción al curso

**Deep Learning**

### Descripción del Curso

El curso de *deep learning* enseña a los estudiantes los conceptos e implementaciones fundamentales de las redes neuronales y modelos de aprendizaje profundo en general. En el curso se comprenderán los fundamentos de las redes neuronales como modelos predictivos tanto para regresión como clasificación. Además, se desarrollarán las habilidades necesarias para implementar los algoritmos de estimación de parámetros a través del método de gradiente descendiente y sus derivaciones, incluyendo métodos de regularización (como penalización, *dropout*, etc.), estrategias de aceleración (*momentum*, estimación de momento adaptativos, etc.), y mecanismos de calibración de las redes tanto profundas como poco profundas.

Además, se estudiarán las redes convolucionales y la redes recurrentes, con aplicaciones particulares en visión computacional y en procesamiento natural de lenguaje.

En particular, se tiene como propósito que el estudiante tenga la capacidad de implementar modelos de aprendizaje profundo apropiados en contextos reales, considerando la necesidad del contexto, la disponibilidad y calidad de los datos, y los recursos computacionales disponibles. Así mismo, se espera que sepa interpretar y comunicar resultados de estos modelos e identificar oportunidades de aplicación en las organizaciones.

## Objetivos de Aprendizaje

Al finalizar el curso el estudiante estará en capacidad de:

- Implementar modelos de Deep Learning usando herramientas computacionales apropiadas en datos reales.
- Seleccionar modelos de Deep Learning apropiados de acuerdo con la disponibilidad de los datos y a los recursos computacionales disponibles.
- Implementar redes convolucionales para problemas de visión computacional.
- Implementar redes recurrentes.
- Identificar oportunidades de aplicación de modelos de Deep Learning en contextos organizacionales y para emprendimientos tecnológicos.

## Competencias a desarrollar

A continuación, se presentan las competencias del programa que busca desarrollar el curso:

- 1. Tecnologías de información:** hacer uso de herramientas computacionales y tecnológicas para manipular datos, gestionar el desarrollo y validación de modelos, así como la presentación efectiva de sus resultados.
  - a. Identificar las particularidades y propósito de diferentes lenguajes de programación, paquetes de software, servicios tecnológicos disponibles en el contexto de análisis de datos y el modelaje matemático.
  - b. Extraer, transformar y cargar datos de diversas fuentes estructuradas y no-estructuradas
  - c. Resolver modelos de analítica descriptiva, predictiva y prescriptiva.
- 2. Modelos matemáticos:** desarrollar modelos matemáticos para análisis de datos según su propósito, pertinencia y limitaciones en el contexto de un problema de negocio
  - a. Formular modelos matemáticos a partir de problemas de negocio con el fin de obtener soluciones numéricas que den lugar a análisis que agreguen valor.
  - b. Identificar y aprovechar oportunidades de aplicación de técnicas avanzadas de machine learning para beneficio de las organizaciones.
  - c. Comprender y comunicar los supuestos, limitaciones técnicas y consecuencias éticas de la formulación e implementación de modelos matemáticos con datos reales.
- 3. Gestión del negocio:** Liderar proyectos de inteligencia analítica de alto impacto para las organizaciones, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional involucrada.
  - a. Identificar oportunidades de aplicación de inteligencia analítica para generar valor dentro de las organizaciones.
  - b. Sintetizar y comunicar efectivamente los resultados de los modelos analíticos

A continuación se presentan las competencias semana a semana:

**Semana 1:**

- Reconocer los conceptos fundamentales del funcionamiento de los algoritmos de deep learning
- Implementar mecanismos de gradiente descendiente para estimación de parámetros en redes neuronales.

**Semana 2:**

- Implementar el algoritmo de gradiente descendiente en redes multicapa.
- Comprender la relevancia de las funciones de activación y las diferentes estrategias para prevenir estancamiento en el gradiente descendiente.

**Semana 3:**

- Implementar redes neuronales básicas en ambientes de keras/tensorflow.
- Comprender las estrategias de mejora del algoritmo de gradiente descendiente
- Implementar versiones mejoradas de gradiente descendiente en redes multicapa

**Semana 4:**

- Usar mecanismos de regularización para evitar overfitting en la implementación de deep learning
- Implementar procedimientos sistemáticos para calibración de hiper-parámetros en redes neuronales

**Semana 5:**

- Comprender los componentes y principios fundamentales de las redes convolucionales
- Implementar redes convolucionales para el problema de reconocimiento de imágenes

**Semana 6:**

- Comprender e implementar algunas de las arquitecturas más útiles para redes convolucionales en visión computacional
- Implementar transfer learning para reconocimiento de imágenes
- Comprender el funcionamiento de las redes convolucionales para localización de objetos y reconocimiento de rostros

**Semana 7:**

- Comprender los componentes y principios fundamentales de las redes recurrentes
- Implementar redes recurrentes de tipo LSTM para problemas de procesamiento de lenguaje
- Comprender los principios fundamentales de las redes tipo Transformers

### Semana 8:

- Implementar redes recurrentes en algunos problemas adicionales de procesamiento de lenguaje
- Identificar e implementar modelos pertinentes de Deep Learning basado en sus ventajas y limitaciones
- Comunicar el producto de modelos de Deep Learning

## Contenido de la asignatura

**Semana 1:** En esta semana, se hace una introducción al Deep Learning, con especial énfasis en su utilidad y versatilidad. Además se describen los componentes de una red neuronal así como la notación usada. Por último, se define el algoritmo de estimación de parámetros por gradiente descendiente.

**Semana 2:** En esta semana, se generaliza la estimación de parámetros de una rede neuronal de una y varias capas por medio del algoritmo de gradiente descendiente. Además de estudian las función de activación y las funciones de pérdida; y se hace una descripción gráfica del proceso de optimización. Por último se repasan conceptos fundamentales de machine learning.

**Semana 3:** En esta semana, se introduce la implementación de redes neuronales profundas en Keras. Además se estudian estrategias de mejora y estabilización el algoritmo de gradiente descendiente como mini-batch, momentum, RMSProp y Adam.

**Semana 4:** En esta semana, se estudian los diferentes mecanismos de regularización de redes neuronales produntas que sirven para controlar el sobre-ajuste. También se comprenden las estrategias para calibrar las redes neuronales profundas.

**Semana 5:** En esta semana, se hace una introducción a las Redes Convolucionales en Deep Learning, con énfasis en las aplicaciones relacionadas con visión computacional. Además se estudian las implementaciones de redes convolucionales para el problema de reconocimiento de imágenes.

**Semana 6:** En esta semana, se estudian las diferentes aplicaciones de las redes convolucionales e problemas relacionados con la visión computacional. En particular, se estudian las arquitecturas convolucionales típicas, y se comprende las implementaciones las el problema de localización de objetos y de reconocimiento de rostros.

**Semana 7:** En esta semana, se hace una introducción a las redes recurrentes en Deep Learning, con especial énfasis en las aplicaciones en series de tiempo y para procesamiento de lenguaje. Se hace énfasis en las redes de tipo LSTM, la cual se aplica para diferentes problemas prácticos.

**Semana 8:** En la última semana del curso, se estudian unas implementaciones adicionales de las redes recurrentes, incluyendo las de tipo Transformers. Por último, se cierra el curso con la presentación asincrónica en video del proyecto final.

## Metodología

En este curso se cuenta con material que contiene los fundamentos necesarios para que el estudiante aprenda el funcionamiento de los algoritmos de deep learning. Estos materiales corresponden a videos explicativos y lecturas complementarias. Luego, se cuenta con material interactivo para que el estudiante refuerce los conocimientos aprendidos poniéndolos en práctica. Para ello, se cuenta con notebooks prácticos a modo de tutorial y evaluaciones cortas formativas después de algunos videos. Finalmente, el curso cuenta con diversas actividades sumativas, donde se realiza una verificación de conocimientos de los estudiantes en la parte fundamental y su respectiva implementación de código. En esta última categoría se cuenta con cuestionarios calificables, talleres de programación individuales, casos con datos reales, participación grupal en competencia y la entrega de proyectos grupales.

## Herramientas y requerimientos tecnológicos

- Verificación de código para la evaluación e implementación de algoritmos
- Notebooks en Jupyter para Python
- Plataforma para el soporte de competencias en Kaggle
- Padlet

## Criterios de evaluación y aspectos académicos

- Cuestionarios Calificables (6) 12%
- Talleres de Programacion (10) 45%
- Desarrollo de casos en Grupo (5) 20%
- Miniproyecto intermedio/Competencia (1) 10%
- Entrega proyecto grupal (1) 10%
- Actividades de coevaluación de trabajo en equipo (1) 3%

La descripción de cada una de esas actividades, así como de sus criterios de calificación, se encuentran disponibles en cada una de las actividades. Por último, se tiene la siguiente política de penalización por entregas tardías:

- Si el estudiante o grupo realiza su entrega un día después de lo establecido, esta será calificada sobre el 80%.

*\*Recuerde que, de acuerdo al nuevo reglamento de estudiantes de maestrías, esta será todo estudiante que desee formular un reclamo sobre la calificación de cualquier evaluación o sobre la nota definitiva del curso deberá dirigirlo por escrito y debidamente sustentado al profesor responsable de la materia, dentro de los cuatro (4) días hábiles siguientes a aquel en que se dan a conocer las calificaciones en cuestión. El profesor dispone de cinco (5) días hábiles para resolver el reclamo formulado.*

## Conocimientos previos y pre-requisitos

- Conocimientos básicos en probabilidad y estadística
- Conocimientos básicos en álgebra lineal y cálculo diferencial
- Conocimientos de programación (recomendado en Python)
- Conocimientos básicos de machine learning

## Bibliografía

Géron, A. (2022). *Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*. O'Reilly Media, Inc. Second Edition.

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press.