

Profesor: Alvaro J. Riascos Villegas

Contacto: e-mail: ariascos@uniandes.edu.co

Oficina: Bloque W, Oficina 918.

Página en Internet del curso: <https://www.alvaroriascos.com/teaching/topicosml/>

Horario de atención (virtual): Miércoles 12PM – 1PM (favor confirmar por correo) o cita previa (enviarme solicitud por correo): <https://uniandes-edu-co.zoom.us/my/alvaroriascos>

1. Objetivos de la materia

Este curso introduce a los estudiantes en temas especializados del aprendizaje automático clásico (es decir, redes neuronales profundas) y en los avances recientes en inteligencia artificial generativa (GenAI, por sus siglas en inglés). El principal objetivo es explicar las aplicaciones recientes de estas tecnologías a los siguientes problemas económicos: (1) diseño de mercados eléctricos, (2) deuda pública, (3) teoría general de emparejamiento (matching), (4) sesgos algorítmicos en los modelos de lenguaje de gran escala y (5) construcción de escenarios contrafactuales en economía.

Desde el punto de vista teórico, el énfasis está en comprender las matemáticas fundamentales de las redes neuronales profundas y las arquitecturas más avanzadas, como los transformers. Desde el punto de vista práctico, los estudiantes aprenderán desde un nivel básico a implementar estas técnicas en el lenguaje de programación Python, utilizando algunos frameworks como TensorFlow que facilitan en gran medida su implementación. Una parte fundamental del curso es realizar un trabajo final, investigación aplicada que trata sobre una problemática del interés de cada estudiante y que se aborde usando las técnicas del curso. Usualmente estos trabajos finales son la base de una tesis o una publicación en proceedings de conferencias especializadas.

Para poder entender las aplicaciones, será necesario desarrollar, de forma autocontenida, elementos básicos de la teoría de diseño de mecanismos, teoría de juegos, matching, sesgos algorítmicos e inferencia causal. Para facilitar la comprensión de la parte teórica, las primeras dos semanas del curso estarán dedicadas a introducir un lenguaje básico para el estudio de modelos de inteligencia artificial, es decir, los fundamentos del aprendizaje estadístico.

Por tanto, este curso no tiene como requisito formal conocimientos previos de aprendizaje automático o programación, aunque sí es altamente deseable contar con cierto nivel de sofisticación y pensamiento formal.

¹ Feynman, R. 1999. The Pleasure of Finding Things Out: The Best Short Works of Richard Feynman. "...All those students are in the class: Now you ask me how should I best teach them? Should I teach them from the point of view of the history of science, from the applications? My theory is that the best way to teach is to have no philosophy, [it] is to be chaotic and [to] confuse it in the sense that you use every possible way of doing it. That's the only way I can see to answer it, so as to catch this guy or that guy on different hooks as you go along, [so] that during the time when the fellow who's interested in history's being bored by the abstract mathematics, on the other hand the fellow who likes the abstractions is being bored another time by the history-if you can do it so you don't bore them all, all the time, perhaps you're better off. I really don't know how to do it."

2. Resultados del Aprendizaje

- Modelar datos usando las técnicas de redes, vecinos más cercanos, árboles, redes neuronales profundas, etc.
- Analizar los problemas de modelaje usando los conceptos fundamentales de la teoría de aprendizaje de máquinas: regularización, sesgo y varianza y función de pérdida.
- Programar en Python y usar frameworks que permitan implementar redes neuronales profundas.
- Aplicar los elementos básicos de las teorías que se usan para entender las aplicaciones del curso: diseño de mecanismos, emparejamiento, contrafactuales.

- Aplicar las ideas fundamentales de los mercados que se estudiarán.

- Formular e investigar una pregunta concreta sobre el mundo, aplicando los conocimientos adquiridos durante el curso.
- Escribir un artículo científico tipo *proceedings* con el estándar de una conferencia internacional de ciencias sociales.

3. Contenido

Clase	Semana Calendario	Tema	Referencias
1 Presencial	32	Aprendizaje Estadístico: Modelos, Conceptos y Resultados	[LS] [JWHT], [HTF]: Capítulo 1.
2 Virtual	33	Métodos básicos: lineales y no lineales: regresión lineal, modelo logístico, árboles. Regularización. Validación y Selección de Modelos	[JWHT], [HTF]: Capítulo 3, 4, 9, 10 y 15
3 Presencial	34	Redes Neuronales Profundas I	[B], [DL], [Ng]
4 Virtual	35	Redes Neuronales Profundas II	
5 Presencial	36	Redes Neuronales III	
6 Virtual	37	Diseño Mecanismos I	[R]
7 Presencial	38	Diseño Mecanismos II	
8 Virtual	39	Aplicación: Deuda y Energía	
	40	Receso	

9	Presencial	41	Presentaciones Estudiantes	
10	Virtual	42	Matching I Última fecha 30%	
11	Presencial	43	Matching II Aplicacion	
12	Presencial/Virtual	44	Transformers I	[B], [Ng]
13	Presencial	45	Transformers II	
14	Virtual	46	Aplicación: Segos algorítmicos	
15	Presencial	47	Encoders, GANs Aplicación: Contrafactuales	
16		48	No hay clase	

4. Referencias

- [LS]: Luxburg, U., B. Scholkopf. 2008. Statistical Learning Theory: Models, Concepts and Results. <http://arxiv.org/abs/0810.4752>
- [JWHT]: Introduction to Statistical Learning with Applications in R. <http://www.bcf.usc.edu/~garth/ISL/>
- [HTF]: Hastie, T., Tibshirani, R. y J. Hastie. 2009. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction. Segunda Edición. Springer. http://web.stanford.edu/~hastie/localftp/Springer/OLD/ESLII_print4.pdf
- [B]: Bishop, C. M. & Bishop, H. Cham, S., ed. (2023), *Deep Learning - Foundations and Concepts*. https://moodle.polymtl.ca/pluginfile.php/1339684/mod_folder/content/0/Deep%20Learning%20Foundations%20and%20Concepts%20%28Christopher%20Bishop%20%20Hugh%20Bishop%29.pdf?forcedownload=1
- [DL]. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. 2016. Deep Learning. The MIT Press.
- [Ng]. Deep Learning Specialization. Coursera. DeepLearning.ai.
- [R] Roughgarden T. *Twenty Lectures on Algorithmic Game Theory*. Cambridge University Press; 2016.

Mas referencias se irán cargando a la página web del curso a lo largo del semestre.

5. Metodología

El curso se desarrollará en una sesión magistral a la semana, una semana presencial y otra virtual de forma intercalada (i.e., formato de clase híbrida), a cargo del profesor titular. Las clases magistrales se enfocarán en la presentación formal de la teoría y se dejarán talleres calificables y/no calificables para hacer por fuera de clase.

6. Evaluación y Reclamos

Este curso es muy práctico y requiere de la participación intensa de los estudiantes para su desarrollo. Los estudiantes tendrán que formar grupos (de máximo dos personas) para hacer las siguientes entregas:

- Taller 1 (20% de la nota)
- Taller 2 (20% de la nota)
- Taller 3 (20% de la nota)
- Propuesta de proyecto final (10% de la nota).
- Proyecto final (30% de la nota): Máximo seis páginas incluyendo tablas, gráficos, bibliografía, etc.

Las calificaciones definitivas de las materias serán numéricas con dos decimales. No se aproximan las notas finales.

7. Asistencia a clase, excusas válidas, fraude académico y reclamos

En la siguiente tabla se encuentran los artículos pertinentes para cada tema del Reglamento General de Estudiantes de Pregrado (RGEPr), Reglamento General de Estudiantes de Maestría (RGEMa), Régimen Disciplinario de Estudiantes de Pregrado (RDEPr) y Régimen Disciplinario de Estudiantes de Maestría (RDEMa). Todos los reglamentos, en su versión más actualizada, se pueden consultar en la [página de la Secretaría General](#)

	Pregrado	Maestrías
Asistencia a clase	arts. 41-44 del RGEPr	arts. 41-44 del RGEMa
Excusas válidas	art. 45 del RGEPr	art. 45 del RGEMa
Reclamos	arts. 64-66 y 114 del RGEPr	arts. 62-64 y 100 del RGEMa
Fraude académico	art. 4 del RDEPr	art. 4 del RDEMa
Otras faltas disciplinarias	art. 5 del RDEPr	art. 5 del RDEMa

Los estudiantes deben consultar la [Reglamentación de las Incapacidades Estudiantiles](#) para justificar su inasistencia a cualquier actividad académica.

8. Políticas de bienestar

a. Ajustes razonables

En [este enlace](#) se encuentra la información sobre las políticas de ajustes razonables. Para solicitar un ajuste razonable es responsabilidad del estudiante contactar al profesor y a la Decanatura de Estudiantes oportunamente.

b. Cláusula de respeto por la diversidad

Todos debemos respetar los derechos de quienes integran esta comunidad académica. Consideramos inaceptable cualquier situación de acoso, acoso sexual, discriminación, matoneo, o amenaza. Cualquier persona que se sienta víctima de estas conductas puede denunciar su ocurrencia y buscar orientación o apoyo ante alguna de las siguientes instancias: el equipo pedagógico del curso, la Coordinación o la Dirección del programa, la Decanatura de Estudiantes, la Ombudsperson o el Comité MAAD. En [este enlace](#) puede encontrar más información sobre el protocolo MAAD.

9. Herramientas de inteligencia artificial

El uso de la inteligencia artificial en las actividades académicas debe ser informado, transparente, responsable, ético, crítico y coherente con las instrucciones de las actividades académicas de cada curso, con los reglamentos de la Universidad y con los valores de libertad, integridad, excelencia y solidaridad de la Universidad de los Andes. La Facultad invita a los profesores a explicar cómo se manifiestan estos principios generales en sus cursos, ya sea en los programas o en las instrucciones de las actividades académicas. Todos los miembros de la comunidad deben consultar el [Lineamiento para el Uso de la Inteligencia Artificial Generativa \(IAG\) en la Universidad de los Andes](#).