

## **NOMBRE DE LA MATERIA**

Tópicos Selectos en Inteligencia Artificial

## **INFORMACIÓN DEL DOCENTE**

Soy Gissel Velarde, investigadora, consultora y docente, autora de los libros: “Era artificial: Predicciones para ultrahumanos, robots y otros entes inteligentes”, y “Una estrategia 4.0 de Inteligencia Artificial en Bolivia”. Publiqué varios artículos científicos en revistas y conferencias internacionales. Mi investigación ha sido presentada en reportajes en Jyllands-Posten, eju!, LadoBe, y La Razón.

Tengo más de 20 años de experiencia en ingeniería e informática. Obtuve el doctorado en ciencias informáticas e ingeniería por mi tesis “Convolutional Methods for Music Analysis” otorgado por la Universidad de Aalborg en Dinamarca en 2017, centro de estudios superiores reconocido como la mejor universidad de Europa y la cuarta del mundo en ingeniería según el US News World Ranking y el MIT ranking 2018. Obtuve una maestría en sistemas electrónicos y gestión de la ingeniería de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Westfalia del Sur, Soest en Alemania, gracias a una beca del DAAD, y poseo la licenciatura en ingeniería de sistemas de la Universidad Católica Boliviana de La Paz, reconocida como la tercera mejor universidad de Bolivia según el Webometrics Ranking 2020.

En 2021, recibí el Premio Búho a la Innovación otorgado por la Universidad Privada Boliviana por mi método de enseñanza, el cual depende en gran medida en los alumnos. En 2020, fui nombrada “Notable Women in the field” por el grupo que promueve diversidad de la Sociedad Internacional para la Recuperación de la Información Musical (ISMIR) y también fui seleccionada internacionalmente como una de las 120 tecnólogas de la cumbre Top Women Tech 2019 & 2020 de Bruselas. Fui investigadora en el proyecto de la Comisión Europea “Learning to Create”. Trabajé para Miebach GmbH, Hansa Ltda, SONY Computer Science Laboratories, y Moodagent entre otros. Desde 2020, dicto materias relacionadas a la Inteligencia Artificial en la Universidad Privada Boliviana.

He desarrollado algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo para la clasificación, análisis estructural, descubrimiento de patrones y sistemas de recomendación.

## **ATENCIÓN A LOS ESTUDIANTES**

En horario de clases.

## **PRESENTACIÓN DE LA MATERIA**

La inteligencia artificial es uno de los campos más prósperos de investigación a nivel mundial y económicamente es el campo de mayor inversión en los últimos años. Por tanto, es fundamental desarrollar capacidades en esta área, para que los estudiantes puedan utilizar herramientas que prometen gran crecimiento económico mediante de la automatización inteligente.

El objetivo del curso es que los alumnos aprendan a desarrollar un proyecto basado en inteligencia artificial por medio del aprendizaje en base a problemas. El aprendizaje en base a problemas o Problem Based Learning (PBL) es una metodología donde se realiza un proyecto gobernado por el estudiante bajo supervisión académica. Después de una introducción general de los algoritmos más utilizados en inteligencia artificial, los alumnos serán presentados con aplicaciones concretas de aprendizaje de máquina y aprendizaje profundo. Los alumnos podrán

elegir una aplicación específica para ser desarrollada durante el curso y aprenderán a plantear su aplicación como un proyecto de investigación y como un modelo de negocio. Los alumnos podrán formar grupos de 2 a 5 personas para realizar su proyecto. La evaluación del avance del proyecto es individual al igual que los exámenes.

El curso tomará el carácter de un taller de investigación aplicada. Los alumnos aprenderán a buscar publicaciones del estado del arte, implementaciones, y conjuntos de datos. También aprenderán a diseñar y evaluar experimentos de aprendizaje de máquina. Los algoritmos del proyecto deberá ser implementados utilizando herramientas como Python, Scikit-learn, Keras, TensorFlow, o Colab. Los alumnos aprenderán técnicas para llevar a cabo su proyecto de investigación con buen manejo de tiempos, también aprenderán a escribir un reporte y a presentar adecuadamente sus resultados.

El curso se llevará a cabo en una estructura de 3 módulos como se observa en la tabla 1.

## **CÓDIGO DE CONDUCTA. PRINCIPIOS Y NORMAS**

Se espera una conducta ética en todo momento. Las clases comienzan de forma puntual. En todas las clases en línea los alumnos deben mantener sus cámara encendida, excepto en los descansos. Consideramos el código ético de ACM: <https://www.acm.org/code-of-ethics>

## **COMPETENCIAS DE SALIDA**

Las competencias son propias del perfil profesional del graduado: son saberes complejos que integran conocimientos, habilidades y actitudes.

En esta materia, desarrollaremos las siguientes competencias:

### **Competencias básicas, específicas y transversales**

- Capacidad de estudiar, aprender y ejecutar un proyecto de forma independiente, en grupo y bajo supervisión académica.
- Capacidad de buscar información relevante.
- Capacidad de analizar, describir la teoría, los métodos y las prácticas en proyectos basados en IA en base a los contenidos de la materia.
- Capacidad de implementar los algoritmos de IA en lenguajes de programación para resolver problemas concretos en un proyecto.
- Capacidad para discutir, reflexionar y evaluar los resultados del proyecto de forma oral y escrita de forma específica y en un contexto general.

## **OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA MATERIA**

El Objetivo es que los alumnos conozcan las técnicas más utilizadas en inteligencia artificial: aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado y aprendizaje por refuerzo, tal que cuando encuentren un problema a resolver, puedan aplicar la mejor solución mediante las técnicas aprendidas.

## CONTENIDOS

Introducción a la inteligencia artificial

Machine Learning, aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado, aprendizaje por refuerzo

Redes Neuronales (Deep Learning)

## METODOLOGÍA

El curso utiliza el método de Aprendizaje Basado en Problemas:

[https://www.aau.dk/digitalAssets/148/148025\\_pbl-aalborg-model\\_uk.pdf](https://www.aau.dk/digitalAssets/148/148025_pbl-aalborg-model_uk.pdf).

## EVALUACIÓN

La nota máxima de aprobación de la materia es de 100 puntos y la nota mínima es de 60 puntos. De 0 a 59 puntos el alumno está reprobado. La nota final se obtiene al sumar las notas de cada parcial.

La nota máxima del primer parcial es de 30 %.

(40% corresponde a participación en clases, mini-exámenes y avance del proyecto y 60% al examen.)

(40% corresponde a participación en clases, mini-exámenes y avance del proyecto y 60% al examen.)

La nota máxima del segundo parcial es de 30 %.

(40% corresponde a participación en clases, mini-exámenes y avance del proyecto y 60% al examen.)

La nota máxima del tercer parcial es de 40 %.

(40% corresponde a participación en clases, mini-exámenes y avance del proyecto. 60% al examen)

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### Bibliografía Básica:

- Bishop, (2006). Pattern recognition and Machine Learning. Springer.
- Alpaydin, E. (2014). Introduction to machine learning. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- Goodfellow, I. J., Bengio, Y., y Courville, A. (2016). Deep Learning. London, England: MIT Press.
- Velarde, G. (2021) Era Artificial: Predicciones para ultrahumanos, robots y otros entes inteligentes. PRICA Düsseldorf.

### Bibliografía Complementaria:

- Snowden, R., Snowden, R. J., Thompson, P., & Troscianko, T. (2012). *Basic vision: an introduction to visual perception*. Oxford University Press.
- Witten, I. H., Frank, E., y Hall, M. A. (2011). Data mining: Practical machine learning tools and techniques. Morgan Kaufmann.

## SÍLABO 2020

Versión 2, de 23 de julio de 2020

- Kuncheva, L. I. (2004). Combining pattern classifiers: methods and algorithms. John Wiley & Sons.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O.,... Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. Journal of Machine Learning Research, 12, 2825?2830. <https://scikit-learn.org/>.
- Chollet, Francois and others. Keras. <https://keras.io>.
- Google Colab. <https://colab.research.google.com/>.
- Problem Based Learning. (2015) Aalborg University.

### **Prerequisitos:**

Programación en Python

Algebra lineal

Cálculo

Probabilidad y estadística

Inglés (lectura y audición)

### **Nice to have:**

Control de versiones (Git) Latex

**Tabla 1. Contenidos de la materia.**

OBJETIVOS : TOPICOS SELECTOS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL por Gissel Velarde, PhD						
<p>1) Un objetivo general del curso es que los alumnos aprendan conceptos de Inteligencia Artificial y aprendizaje de máquina por medio del Aprendizaje en Basado en Problemas.</p> <p>2) Otro objetivo es que los alumnos implementen algoritmos del estado-del-arte de aprendizaje de máquina (machine learning) y aprendan a programar estos algoritmos.</p> <p>3) Finalmente, otro objetivo es que los alumnos puedan presentar su trabajo.</p> <p><b>Nota:</b> El material de estudio, así como las actividades antes y después de clase se comunican durante clases.</p>						
UNIDAD DE APRENDIZAJE 1			SESIONES			
TÍTULO	OBJETIVOS	#	TÍTULO	OBJETIVOS	CONTENIDOS	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Primer módulo	Capacidad de estudiar, aprender y ejecutar un proyecto de forma independiente, en grupo y bajo supervisión académica. - Capacidad de buscar información relevante. - Capacidad de analizar, describir la teoría, los métodos y las prácticas en proyectos basados en IA en base a los contenidos de la materia.	1 y 2	Introducción al Aprendizaje Basado en Problemas, y al Growth Mindset (o Mentalidad de Crecimiento)	El objetivo es que los alumnos se familiaricen con el Aprendizaje Basado en Problemas, en el cual los alumnos realizan un proyecto gobernado por los estudiante bajo supervisión académica. Otro objetivo es que aprendan sobre la mentalidad de crecimiento, donde los alumnos que saben que la inteligencia se puede desarrollar demuestran un mejor rendimiento que los estudiantes que consideran a la inteligencia como estática.	Aprendizaje Basado en Problemas. Mentalidad de crecimiento.	Se espera que Los alumnos se se motiven por realizar un proyecto de su elección.

3	Historia de la Inteligencia Artificial	El objetivo es que los alumnos conozcan el desarrollo de el campo de la Inteligencia Artificial	Precusores de la Inteligencia Artificial, Eventos históricos más importantes. El estado-del-arte.	Se espera que los alumnos aprendan sobre el desarrollo histórico de la Inteligencia Artificial.
4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Aprendizaje de Máquina	Presentación de los conceptos y escenarios más importantes del Aprendizaje de máquina	Conceptos básicos, clases, features, etiquetas, representación de datos. Escenarios: supervised learning, unsupervised learning, reinforcement, learning. Procesamiento de datos.	Se espera que los alumnos entienda el funcionamiento de los algoritmos y los pueda programar.
11	Presentado resultados científicos.	Que los alumnos puedan realizar una presentación de calidad. Monitorear si los alumnos entienden el procedimiento y si tienen dudas en cómo proceder con su proyecto. Además aclarar y guiar el curso del proyecto.	Cómo realizar una presentación	Se espera que los alumnos sepan presentar su trabajo debidamente referenciado y sin cometer plagiarismo.
	EXAMEN	El objetivo del examen es que los alumnos demuestran conocimiento de los escenarios más importantes de aprendizaje de máquina.	Examen	Se espera que los alumnos aprendan a leer, estudiar y sintetizar conocimiento de artículos científicos del estado-del-arte y puedan programar algoritmos de aprendizaje de máquina.

UNIDAD DE APRENDIZAJE 2		SESIONES				
TÍTULO	OBJETIVOS	#	TÍTULO	OBJETIVOS	CONTENIDOS	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Segundo Módulo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de implementar los algoritmos de IA en lenguajes de programación para resolver problemas concretos en un proyecto.</li> <li>- Capacidad para discutir, reflexionar y evaluar los resultados del proyecto de forma oral en forma específica y en un contexto general.</li> </ul>	1, 2, 3 y 4	Aplicaciones	El objetivo es que los alumnos tengan contacto con artículos científicos y aplicaciones y las puedan re-implementar	Aplicaciones diversas para clasificación, regresión y clustering	Se espera que los alumnos tengan contacto con aplicaciones de aprendizaje de máquina, puedan leer los artículos, buscar información, y realizar su propia implementación
		5	Temas éticos	El objetivo es que los alumnos conozcan ética en inteligencia artificial	Sesgo en conjuntos de datos. Sesgo en diseño de experimentos.	Se espera que los alumnos desarrollen pensamiento crítico en base a consideraciones éticas
		6	Models tipo Clever Hans	El objetivo es que los alumnos conozcan el concepto de black box y algoritmo Clever Hans	Aprendiendo características irrelevantes al problema a solucionar. Historia de Clever Hans. Ruido en los datos, problemas de recopilación.	Se espera que los alumnos aprendan a evaluar conscientemente y de forma escéptica los algoritmos de aprendizaje de máquina.
		7	Filosofía en IA	Discutir temas filosóficos	Inteligencia humana versus inteligencia artificial. Lo que las computadoras pueden y lo que no pueden. Conciencia.	Se espera un entendimiento filosófico de la inteligencia artificial.

## SÍLABO 2020

Versión 2, de 23 de julio de 2020

	7 al 1 0	Experimentos y Revisión de proyectos	Monitorear si los alumnos entienden el procedimiento y si tienen dudas en cómo proceder con su proyecto. Además aclarar y guiar el curso del proyecto.	Diseño y análisis de experimentos en ML. Factores, respuesta estrategia de experimentación. Medición del performance de los algoritmos. Matriz de confusión. Test de hipótesis. Comparando algoritmos de IA. Benchmarking.	Aprendizaje personalizado por cada alumno, y cada grupo.
		EXAMEN/ PROYECTO	El objetivo es que los alumnos entiendan a profundidad el proyecto a implementar	Revisión de algoritmos con las técnicas aprendidas. Experimentación de una aplicación en inteligencia artificial	Se espera que los alumnos aprendan a colaborar con sus compañeros de grupo. También que aprendan sobre detalles de los modelos a implementar.

UNIDAD DE APRENDIZAJE 3			SESIONES			
TÍTULO	OBJETIVOS	#	TÍTULO	OBJETIVOS	CONTENIDOS	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Segundo Módulo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de implementar los algoritmos de IA en lenguajes de programación para resolver problemas concretos en un proyecto.</li> <li>- Capacidad para discutir, reflexionar y evaluar los resultados del proyecto de forma oral en forma concisa y en un</li> </ul>	1 y 2	<p>Antecedentes del Deep Learning, historia.</p> <p>Convulsión</p>	El objetivo es que los alumnos aprendan el proceso de convulsión y cómo este modela procesos cerebrales	<p>Procesos cerebrales.</p> <p>Percepción Visual.</p> <p>Convulsión en señales de una y dos dimensiones</p>	Se espera que los alumnos aprendan mecanismos cerebrales y cómo la convulsión modela estos mecanismos. También que aprendan la descripción matemática de la convulsión y su implementación algorítmica

## SÍLABO 2020

Versión 2, de 23 de julio de 2020

específica y en un contexto general.

3, 4, y 5	Convolutional Neural Networks	El objetivo es que los alumnos aprendan uno de los modelos más importantes de los últimos tiempos en inteligencia artificial	Filtros, arquitecturas, padding. Deep Networks, Gradient-based learning, back-propagation, learning rate.	Para poder implementar el proyecto de clase, se espera que los alumnos aprendan sobre las redes neuronales convolucionales, su descripción matemática y su implementación en código.
6, 7, 8	Técnicas importantes en Convolutional Neural Networks	El objetivo es que los alumnos aprendan a implementar y experimentar con redes neuronales convolucionales	Regularization for deep learning, data augmentation, early stopping, dropout. Representation learning, transfer	Se espera que los alumnos aprendan a entrenar redes neuronales convolucionales.
9	Emprendimiento e innovación	El objetivo es que los alumnos puedan desarrollar un modelo de negocio de la aplicación que desarrollaron.	Startups, modelos de negocio, modelo canvas	Se espera que los alumnos aprendan a enfocar su innovación para mercaderla presentando un modelo canvas.
10	Revisión de proyectos	Monitorear si los alumnos entienden el procedimiento y si tienen dudas en cómo proceder con su proyecto. Además aclarar y guiar el curso del proyecto.	Aplicaciones de la Inteligencia Artificial descritas en artículos científicos del estado del arte	Aprendizaje personalizado por cada alumno, y cada grupo.

## SÍLABO 2020

Versión 2, de 23 de julio de 2020

8	EXAMEN/ PROYECTO	El objetivo es que los alumnos pueda implementar óptimamente el proyecto de inteligencia artificial que eligieron. Además, que puedan analizar los resultados de los experimentos.	Implementación, experimentación de una aplicación estado-del-arte en inteligencia artificial	Se espera que los alumnos aprendan a desarrollar una implementación en colaboración con sus compañeros de grupo. Se espera que sepan presentar óptimamente sus resultados, que sepan evaluar algoritmos. Finalmente, que sepan orientar su aplicación hacia un modelo de negocio.
---	---------------------	--	--	---