

# Predecir, aprender, adaptarse y evolucionar



---

## **Como transformar experiencia en conocimiento**

---

1. Nombre: **SISTEMAS INTELIGENTES**

2. Docente: **Dr. Ernesto C. Martínez**

3. Duración: **60 horas.**

### 4. Fundamentos

La capacidad de aprender como rasgo distintivo del diseño y construcción de una pieza de software permite automatizar la realización de tareas complejas sin necesidad de incluir la lógica de actuación de manera explícita en el sistema. Por el contrario, el sistema debe ser capaz de transformar una meta, objetivo o requerimiento a satisfacer en una política de actuación. Para desplegar un comportamiento inteligente, el sistema incorpora en su diseño una máquina de aprendizaje automático que le permite transformar la experiencia en conocimiento (política de actuación), un modelo del entorno que le permite predecir y sobre esta base adaptarse permanentemente al entorno que le influye y sobre el que actúa. En muchas ocasiones el entorno está compuesto por otros agentes que dinámicamente cambian sus políticas de actuación y con ello modifican la del propio agente. El curso comienza discutiendo el rol de una máquina de aprendizaje en el diseño y programación de sistemas inteligentes. A continuación, se presenta el paradigma del aprendizaje supervisado a partir de ejemplos. Luego, el aprendizaje por refuerzos y su integración con representaciones profundas. Para abordar el tema del ajuste autónomos de los hiper-parámetros de los algoritmos se presenta la optimización Bayesiana. Finalmente, como una síntesis integradora del curso, se presentarán conceptos introductorios de los sistemas cognitivos.

### 5. Justificación

La ingeniería de sistemas de información ha ingresado definitivamente en un cambio paradigmático promovido por la creciente incorporación de la autonomía para actuar en el diseño y la programación de sistemas y aplicaciones. Esta autonomía impone que el sistema tenga la capacidad intrínseca de aprender, y a partir de ello decidir y actuar inteligentemente para hacer frente a las incertidumbres del entorno sobre el que actúa, y que a la vez le influye. La comprensión de la oportunidad de negocios que los sistemas que pueden predecir,

# *Predecir, aprender, adaptarse y evolucionar*



aprender y adaptarse en un contexto de interacción entre el usuario y el sistema es imprescindible para concebir la integración entre la inteligencia natural y la computacional.

## 6. Objetivos

El objetivo general del curso es proporcionar una visión acabada junto las herramientas imprescindibles para diseño y construcción de sistemas inteligentes que permitan automatizar tareas complejas con niveles de efectividad y eficiencia comparables a las de las personas que hoy realizan tales tareas.

Al final del curso, el asistente deberá ser capaz de:

- 1) Formular con claridad el problema de diseño de una máquina de aprendizaje usando distintos tipos de enfoques (supervisado, refuerzos, etc.) que integren la experimentación real o simulada con modelos del entorno para incorporar algún grado de inteligencia en un sistema de información.
- 2) Aplicar las distintas técnicas de construcción de una máquina de aprendizaje en el marco de una arquitectura cognitiva,
- 3) Evaluar analíticamente las ventajas y debilidades de diseños alternativos para la máquina de aprendizaje desde el punto de vista de la generación y re-uso del conocimiento,
- 4) Comprender la problemática de análisis y síntesis de la inteligencia para actuar desde la perspectiva de los agentes cognitivos.
- 5) Desarrollar y evaluar nuevos algoritmos de aprendizaje por refuerzos integrando distintos tipos de abstracciones (temporales, relacionales, modales, etc.) con representaciones de aproximación funcional de un continuo de estados y de acciones.

## 7. Contenidos

### **Módulo 1 – *Inteligencia, predicción y aprendizaje***

¿Qué es la inteligencia? ¿Cuál es el rol del aprendizaje? El test de Turing. Medidas de inteligencia. Principios de inteligencia artificial universal. El paradigma del agente situado. Incertidumbre del entorno. Aprendizaje por prueba y error. Estados, acciones y políticas. Estados escondidos. Percepción, predicción y acción. El cerebro como una máquina de predicción. Error de predicción y aprendizaje. Inferencia activa. El negocio de predecir. Super-inteligencia.

# Predecir, aprender, adaptarse y evolucionar



## **Módulo 2 – Aprendizaje supervisado: clasificación y regresión**

Aprendizaje con ejemplos correctos. El problema de clasificación con ejemplos etiquetados. Múltiples clases. Clasificador de Bayes. Clasificación de una única clase de interés. Discriminación lineal. Máquinas de soporte vectorial. Máquinas de núcleos (Kernel Machines). Clustering. El problema de regresión. Selección de modelos y generalización. Dimensiones de un sistema inteligente para aprendizaje supervisado. El problema de sobreajuste. Validación cruzada.

## **Modulo 3 – Aprendizaje por refuerzos (Reinforcement learning)**

Aprendizaje en problemas con Bandidos. Aprendizaje asociativo. Bandidos contextuales. Dilema explotación-exploración. La función de recompensa. Riesgos, beneficios y necesidad de la exploración. Feedback evaluativo. Aprendizaje y planificación. La función de valor Q. La política óptima. Acumulación de experiencia. Función de recompensa. La función de valor. El algoritmo *Q-learning*. El negocio de aprender.

## **Modulo 4 – Generalización y aprendizaje profundo (Deep Learning)**

Aproximación funcional. Generalización de la función de valor y de la política. Redes neuronales. Jerarquías internas de representación. Interpretaciones semánticas. Procesos Gaussianos. Aprendizaje por refuerzos con representaciones profundas.

**Modulo 5 – Meta-aprendizaje y optimización Bayesiana.** Ajuste automático de los hiperparámetros de los algoritmos por aprendizaje automático. Algoritmos autónomos de aprendizaje computacional. Aprendizaje de la estructura de representaciones Deep e interpretaciones semánticas.

## **Modulo 6 – Sistemas cognitivos**

Sistemas cognitivos. Características de los entornos, tareas y agentes. Autonomía. El rol de la memoria en el aprendizaje. Sensores y actuadores. Aprendizaje por imitación: *el problema inverso del aprendizaje por refuerzos*. Identificación de la función de recompensa y de las preferencias de otros agentes. El negocio de adaptarse y evolucionar. Aplicaciones a sistemas de recomendación.

# Predicir, aprender, adaptarse y evolucionar



## 8. Metodología

El curso se llevará a cabo en 10 Módulos de 6 horas reloj cada uno. En cada módulo se presentarán conceptos básicos y en marco interactivo se discutirán casos de estudio y desarrollarán trabajos prácticos presenciales. 4 horas del curso se dedicarán a las evaluaciones presenciales de teorías y conceptos.

**Casos de estudio.** Sistema de detección de intrusos. Supervisión del comportamiento de un coche autónomo. Drone autónomo de patrulla. Semáforo inteligente.

## 9. Bibliografía

1. Sutton R. S.; A. G. Barto, *Reinforcement Learning: An Introduction*, MIT Press, Cambridge MA (2018).
2. Alpaydm, E. *Introduction to Machine Learning*. 3rd Edition. MIT Press, 2014.
- 3.. Hawkins, J.; S. Blakeslee, *On intelligence*. Times Books, 2004.
4. Agrawal, A.; Gans, J.; Goldfarb, A. *Prediction Machines – The simple economics of Artificial Intelligence*. Harvard Business Review Press, 2018.