



## **Fundamentos del aprendizaje automático (Machine Learning)**

*Cátedra Indra. Sociedad digital*

**Profesor:** Joaquín Luque. Universidad de Sevilla

**Fechas:** del 24 de octubre al 19 de diciembre (10 semanas; la duración del curso es estimada)

**Hora:** jueves, de 18:30 a 20:00

**Lugar:** Escuela Politécnica Superior, Aula 2.1

**Resumen:** El aprendizaje automático (Machine Learning o ML) se ha mostrado como una potente herramienta en muchos campos de la ciencia y la ingeniería. Si bien son numerosas las plataformas y librerías que permiten implementar este tipo de soluciones, en no pocas ocasiones su utilización se realiza desde un conocimiento poco profundo de la materia. Este seminario está enfocado precisamente en esa dirección: tratando de fundamentar el uso del ML. Su objetivo es aclarar conceptos, describir técnicas y presentar una panorámica integrada de una disciplina que, por su complejidad, puede desconcertar al recién llegado.

### **Audiencia potencial:**

El curso va dirigido a investigadores, estudiantes, y profesionales que, o bien quieran introducirse en la disciplina o, que habiendo trabajado ya en ella, quieran profundizar en los fundamentos de la misma. El nivel de presentación es introductorio, por lo que expertos en ML encontrarán poca utilidad en el curso. Se suponen conocimientos previos de álgebra (principalmente matricial), cálculo (integral), y nociones de programación (preferiblemente, pero no exclusivamente en Python). En lo posible, se evitarán los detalles muy matemáticos aunque se facilitará la información para su estudio de forma opcional.

### **Índice de contenidos:**

1. Introducción
2. Regresión
  - a. Regresión univariable
  - b. Regresión multivariable
3. Clasificación
  - a. Regresión logística
  - b. Máquinas de vectores soporte (SVM)
    - Forma dual de la optimización (regresión y SVM)
  - c. Funciones Kernel
  - d. Clasificación multiclase
4. Segmentación
5. Reducción de dimensionalidad
6. Deep learning (introducción)



**Ejercicios:**

Para una mejor asimilación de los conceptos se propondrán un conjunto de ejercicios a realizar en Python y fuera del aula. La relación de ejercicios es la siguiente:

1. Preliminares de Python.
2. Regresión lineal univariable: Ecuación Normal.
3. Regresión lineal univariable: Gradiente Descendiente.
4. Regresión polinómica univariable.
5. Regresión multivariable.
6. Clasificación mediante regresión logística.
7. Clasificación mediante máquinas de vectores soporte (kernels).
8. Segmentación.
9. Reducción de dimensionalidad (PCA).
10. Redes neuronales.

De cada ejercicio se propondrá una solución (comentada) en Python. La extensión típica de cada ejercicio es de unas 100 líneas de código.

La realización de estos ejercicios no es estrictamente necesaria para el seguimiento del curso.

**Calendario:**

La duración estimada del curso es de unas 10 semanas (15 horas), aunque podrá modularse en función de las necesidades que aparezcan a lo largo del curso.

**Precio:**

El curso es gratuito.

## ANEXO. Principales técnicas y conceptos presentados:

1. Muestreo
  - Simple
  - Hold-out
  - Cros-validación
2. Determinación de características
  - Matriz de diseño
    - Matrices de covarianza y de Gramm
    - Autovalores y autovectores
    - Descomposición en Valores Singulares
  - Codificación 1-hot
  - Normalización de variables
  - Kernels
  - Análisis de componentes principales (PCA)
3. Formulación de hipótesis
  - Lineal
  - Polinómica
  - Logística
  - K-medias
  - Red neuronal (NN)
    - Perceptron
    - Función de activación
      - ✓ Sigmoide, ReLu,...
    - Single-layer NN
    - Multilayer NN (Feedforward NN; Fully Connected NN)
    - Convolutional NN
    - Recursive NN
4. Función de coste
  - Cuadrática
  - Regularización (Tikhonov, lasso, ridge regression,...)
    - Overfitting
  - Cros-entropía
  - Bisagra (hinge loss)
  - Distancia media
5. Optimización
  - Ecuación normal
  - Gradiente descendiente
    - Simple
      - ✓ Learning rate
    - Estocástico
      - ✓ Época

- Lotes
    - Backpropagation
  - Optimización dual
    - Multiplicadores de Lagrange
  - Método del codo
6. Generalización
- Riesgo y riesgo empírico
  - Bootstrap
  - Compromiso sesgo-varianza
    - Tensión ajuste-estabilidad
  - Curva de aprendizaje
  - Matriz de confusión
  - Medidas de prestaciones
  - Análisis ROC
  - Métricas multiclase
    - Ovr, Ovo
  - Silueta
  - Índice de Rand