

# **Inteligencia Artificial Aplicada para la Economía**

 **Profesores**

**Profesor Magistral**

Camilo Vega Barbosa

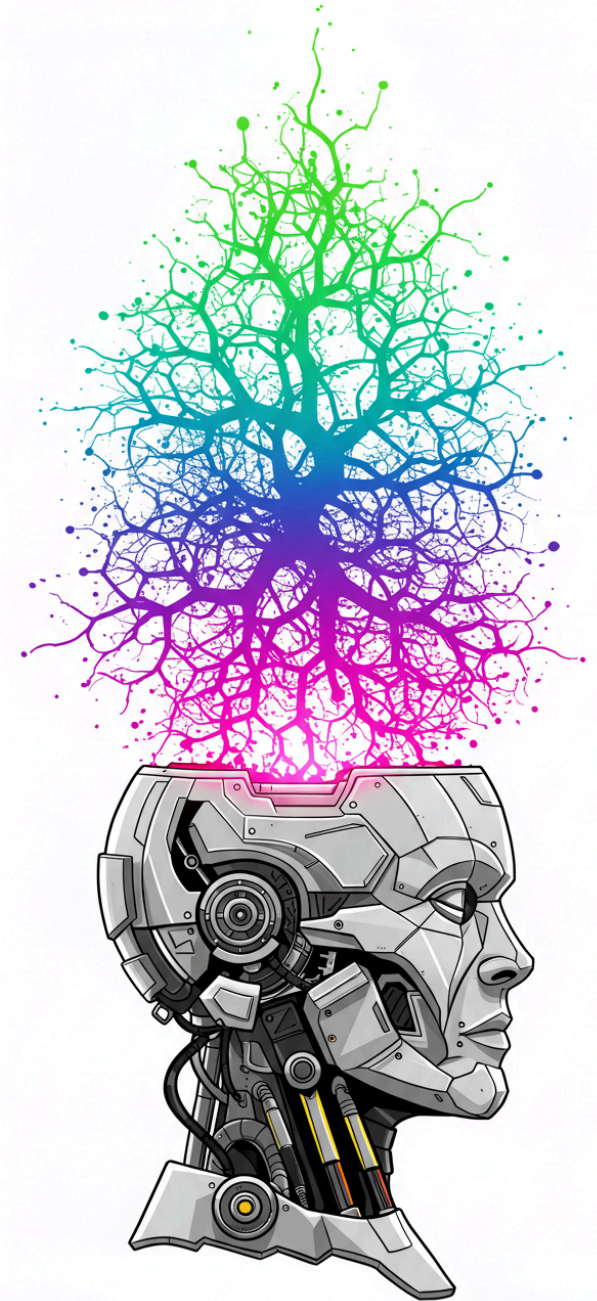
**Asistente de Docencia**

Sergio Julian Zona Moreno



# Algoritmos basados en distancias y no supervisados

Del Concepto a la Implementación



# Algoritmos que Cubriremos

## Aprendizaje Supervisado

- **KNN**: Clasificación/regresión basada en vecinos más cercanos
- **SVM**: Clasificación mediante hiperplanos óptimos

## Aprendizaje No Supervisado

- **K-means**: Agrupamiento de datos similares
- **PCA** (*No algoritmo de clasificación*): Reducción de dimensionalidad y extracción de características (*en Supervisado y no Supervisado*)

## Elemento Común:




Los algoritmos se basan en el concepto de **distancia** o **similitud** entre puntos de datos



# Algoritmos Basados en Distancia

Los algoritmos basados en distancia son una familia de métodos que funcionan midiendo qué tan "cerca" o "lejos" están los datos entre sí, similar a cómo usamos un mapa para encontrar lugares cercanos. En el mundo de los datos, esta "distancia" puede representar cualquier tipo de similitud o diferencia entre observaciones.

## Aspectos Clave

-  Utilizan métricas como distancia euclidiana
-  Asumen que puntos cercanos son similares
-  Son intuitivos y fáciles de interpretar

## Consideración Principal




La "maldición de la dimensionalidad" afecta su rendimiento en espacios de alta dimensión. Pero hay soluciones que vamos a estudiar.

# K-Nearest Neighbors (KNN)

El algoritmo KNN es como tener un consejo de vecinos: cuando necesitas tomar una decisión, consultas con tus K vecinos más cercanos y sigues la opinión mayoritaria.

## La Intuición

Imagina una biblioteca donde los libros similares están cerca entre sí. Si encuentras un nuevo libro:

-  Miras los 3 libros más cercanos
-  Observas sus géneros
-  Asignas el género más común

# KNN: Matemática y Aplicaciones

## Matemática del KNN

Para dos puntos p y q:




$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}$$

### Proceso

1. Calcular distancias
2. Seleccionar K vecinos
3. Votar/promediar resultado

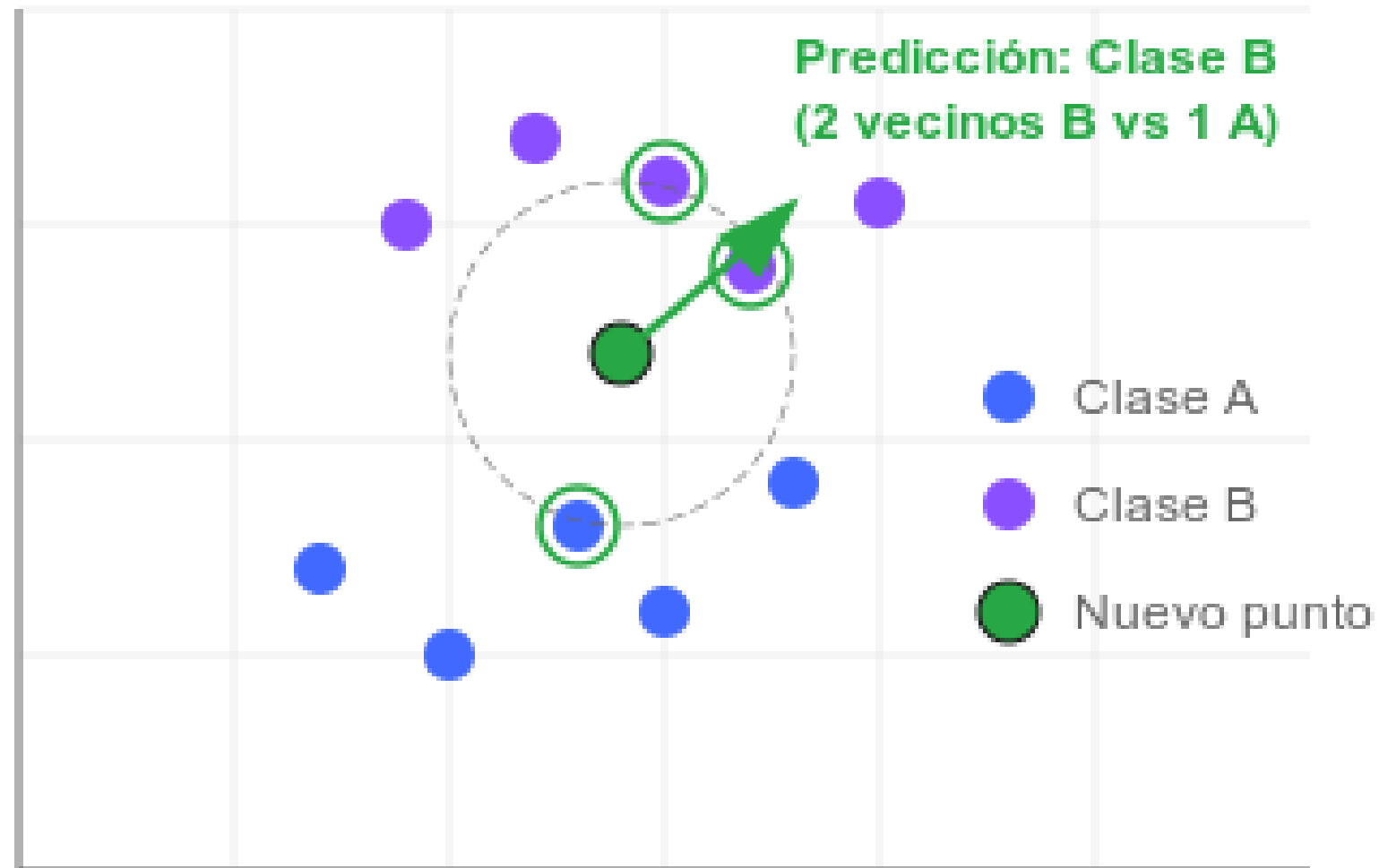
## Aplicaciones y Consideraciones

### Casos en Economía

-  Clasificación de riesgo crediticio
-  Predicción de mercados
-  Segmentación de clientes

### Aspectos Clave

- K pequeño → Sensible a ruido
- K grande → Más estable
- Ideal: datasets pequeños



## El Arte de Elegir K

La elección del número de vecinos (K) es crucial en KNN. Es un balance entre estabilidad y precisión: un K muy pequeño hace el modelo sensible al ruido, mientras que uno muy grande puede perder patrones locales importantes.

### Reglas Matemáticas Sugeridas

- Regla de la Raíz:  $K = \sqrt{n}$  donde n es el tamaño del dataset
- Regla Impar: Si K es par, sumar 1 para evitar empates






# Support Vector Machines (SVM)

Las Máquinas de Vectores de Soporte (SVM) son algoritmos poderosos de aprendizaje supervisado que buscan encontrar el hiperplano óptimo que divide datos en diferentes clases. Su principio fundamental es encontrar la mejor frontera de decisión que maximice la distancia entre las clases.

## La Intuición

Imagina organizando libros en una biblioteca:

-  En vez de mirar vecinos cercanos
-  Buscas la mejor "frontera" de separación
-  Maximizas el margen entre categorías

# SVM: Matemática y Aplicaciones



## Matemática del SVM

El hiperplano separador:

$$f(x) = \mathbf{w} \cdot \mathbf{x} + b = 0$$




### Objetivo

1. Maximizar el margen:  $\frac{2}{\|\mathbf{w}\|}$
2. Sujeto a:  $y_i(\mathbf{w} \cdot \mathbf{x}_i + b) \geq 1$
3. Para todos los puntos  $(x_i, y_i)$



## Aplicaciones y Consideraciones

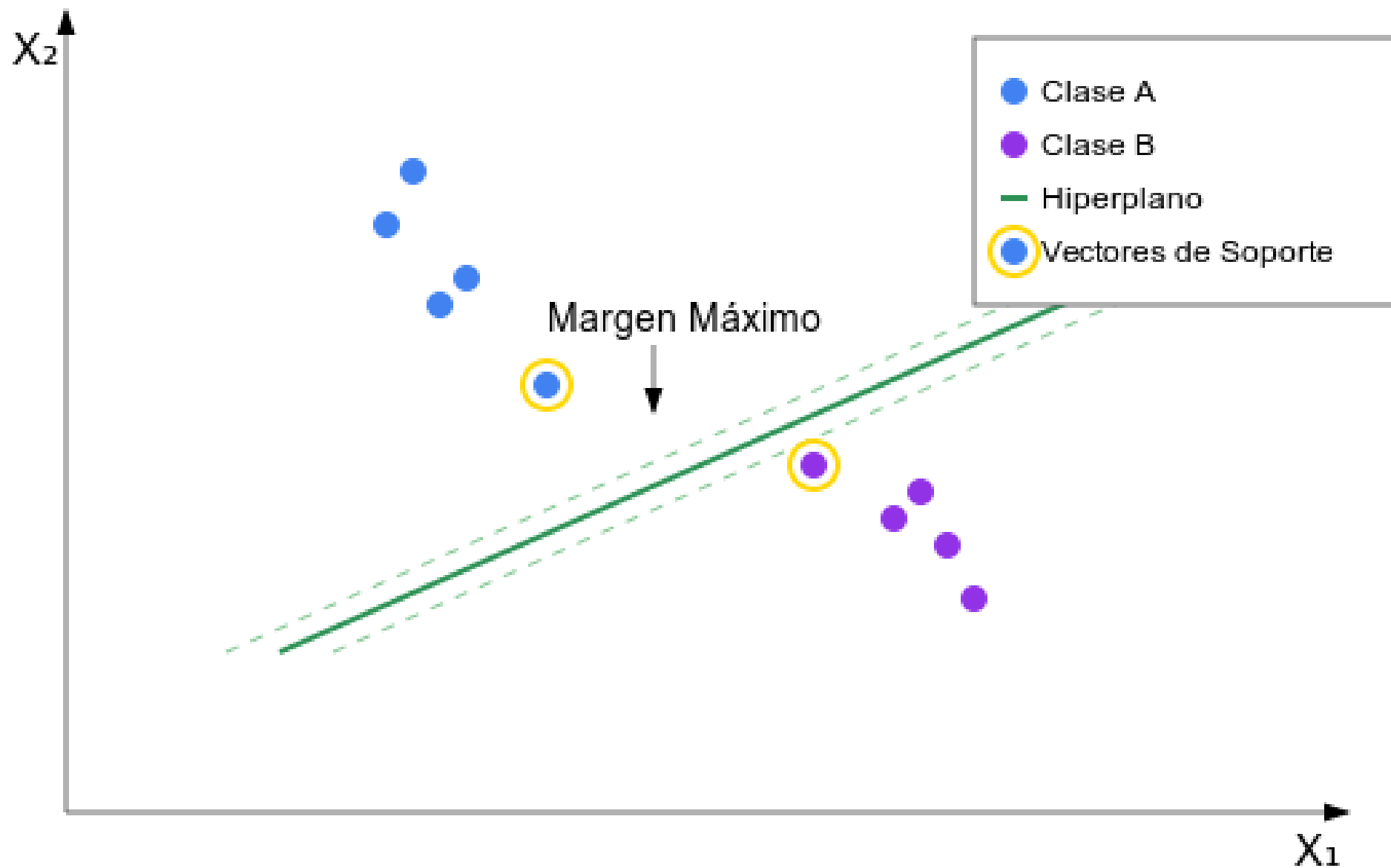
### Casos en Economía

-  Predicción de crisis financieras
-  Detección de fraudes
-  Evaluación de riesgo crediticio



### Aspectos Clave

- Kernel trick para no linealidad
- Robusto a outliers
- Efectivo en alta dimensión





## El Truco del Kernel

El kernel es una función matemática que permite a SVM operar en espacios de mayor dimensión sin calcular explícitamente las coordenadas en ese espacio. Es decir, datos que no pueden separarse en dos dimensiones, podrían separarse en tres o más dimensiones

## Kernels Principales y sus Ecuaciones

- Kernel Lineal:

$$K(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = \mathbf{x}_1^\top \mathbf{x}_2$$

- Kernel Polinomial:

$$K(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = (\gamma \mathbf{x}_1^\top \mathbf{x}_2 + c)^d$$

- Kernel RBF (Gaussiano):

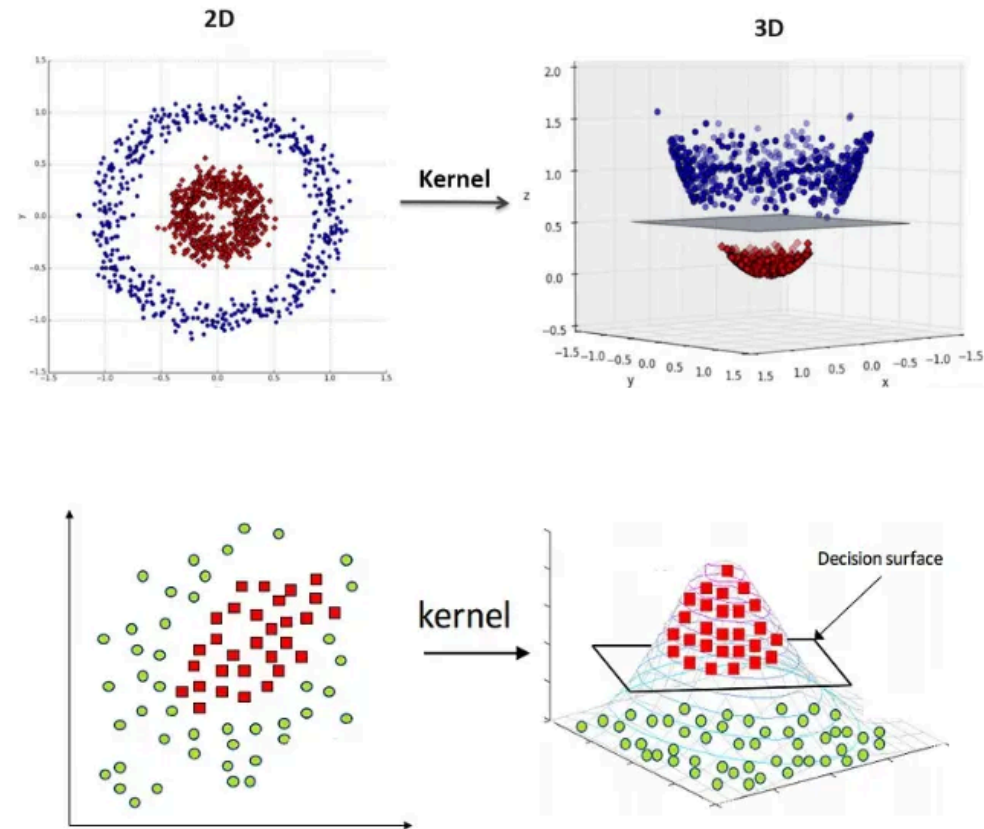
$$K(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = \exp(-\gamma \|\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2\|^2)$$

- Kernel Sigmoido:

$$K(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = \tanh(\gamma \mathbf{x}_1^\top \mathbf{x}_2 + c)$$



# Visualización Kernel



Tomado de: <https://medium.com/@abhishekjainindore24/svm-kernels-and-its-type-dfc3d5f2dcd8>



# Aprendizaje No Supervisado





El aprendizaje no supervisado representa una rama fascinante del machine learning donde los algoritmos exploran patrones y estructuras ocultas en **datos sin etiquetas**. A diferencia del aprendizaje supervisado, aquí no hay "respuestas correctas" que guíen al modelo.

## Algoritmos Principales

- **K-means**: Para descubrir grupos naturales en los datos
- **PCA**: Para reducir la dimensionalidad y encontrar las características más importantes

# K-means: Proceso y Características

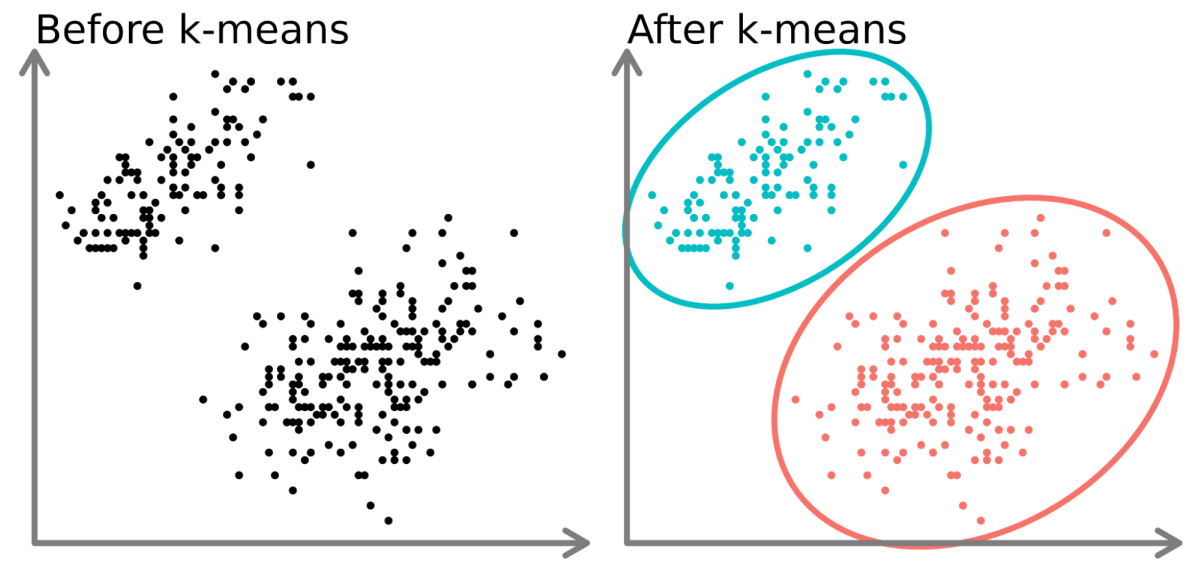
## El Algoritmo

1.  Inicialización: K centroides aleatorios
2.  Asignación a centroides cercanos
3.  Actualización de centroides
4.  Repetir hasta convergencia

## Características Clave

- Convergencia garantizada
- Proceso intuitivo y simple
- Solución localmente óptima
- Eficiente computacionalmente

## Visualización de K-means



Tomado de: <https://www.datacamp.com/es/tutorial/k-means-clustering-python>

# K-means: Aspectos Técnicos

## Formulación Matemática

$$J = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \|x_i^{(j)} - c_j\|^2$$

Donde:

- $x_i^{(j)}$ : puntos en cluster j
- $c_j$ : centroide del cluster j

## Consideraciones

- Inicialización afecta resultado
- Elección de K es crucial
- Usar métricas de validación
- Sensible a outliers

# Eligiendo el K Óptimo

La elección del número de clusters (K) es crucial para el rendimiento del algoritmo. Existen varios métodos para encontrar el K óptimo, pero el más común es el método del codo.

## Método del Codo (Elbow Method)

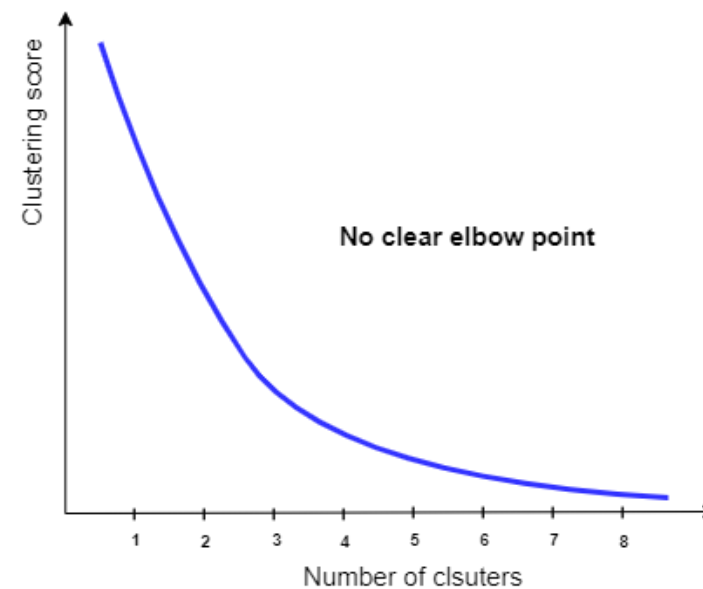
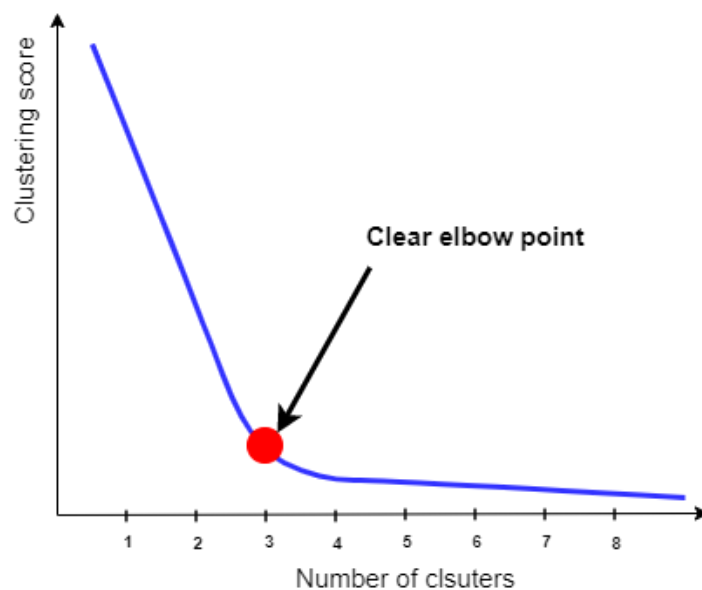
- Grafica la inercia vs número de clusters
- Busca el "codo" en la curva
- Inercia (*Clustering Score*) =  $\sum_{i=0}^n \min_{\mu_j \in C} (\|x_i - \mu_j\|^2)$

## Intuición del Clustering Score

Mide qué tan "compactos" son nuestros clusters - es la suma de las distancias de cada punto a su centro más cercano. Un score más bajo indica grupos más cohesionados.



# Visualización del Método del Codo



Tomado de: <https://www.kaggle.com/code/mafaisal007/k-means-clustering-tutorial>






# PCA: Análisis de Componentes Principales

El Análisis de Componentes Principales (PCA) es una técnica fundamental que nos permite reducir la dimensionalidad de nuestros datos mientras preservamos la máxima varianza posible. **No es un algoritmo** en el sentido que no clasifica, pero es una técnica que ayuda a transformar datos para luego aplicar un algoritmo **supervisado o no supervisado**.

## La Intuición

Imagina una fotografía 3D de una hoja de papel:

-  Aunque tiene 3 dimensiones
-  Realmente solo necesitas 2 para describirla
-  PCA encuentra estas dimensiones importantes

# PCA: Matemática y Aplicaciones

## Matemática del PCA

La transformación PCA:




$$X_{pca} = XW$$

Donde  $W$  son los eigenvectores de:

$$\Sigma = \frac{1}{n-1} X^T X$$

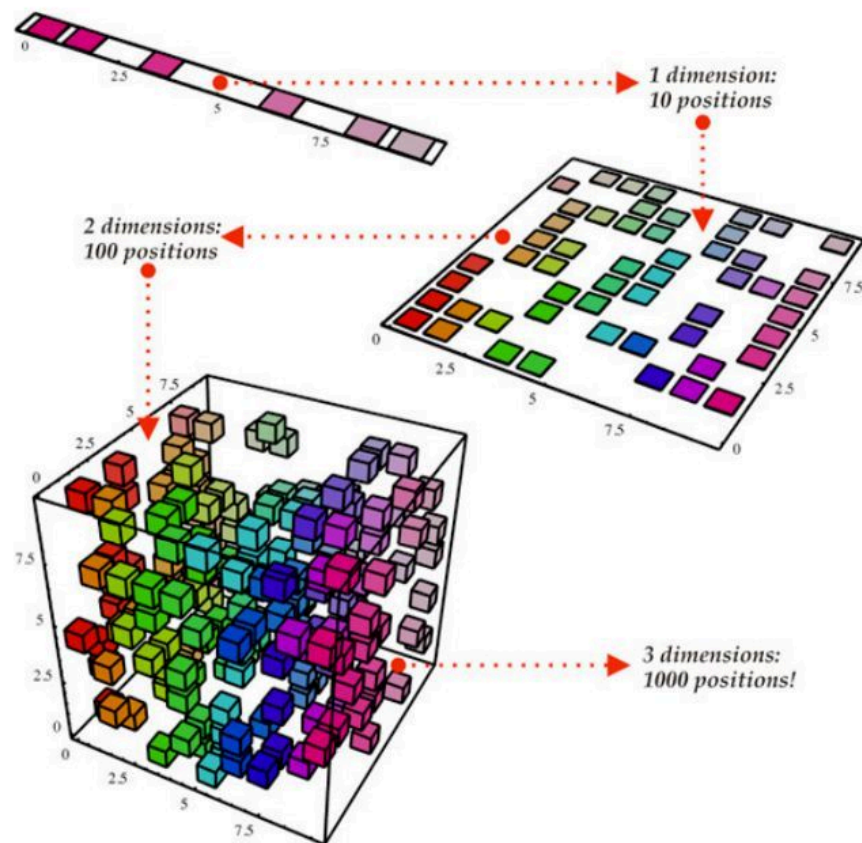
## Aplicaciones y Consideraciones

### Casos en Economía

-  Análisis de mercados financieros
-  Indicadores macroeconómicos
-  Reducción de variables en modelos



# Visualización de Reducción dimensionalidad



Tomado de: <https://co.pinterest.com/pin/440578776072738358/>

# Selección de Componentes en PCA: Intuición

El PCA ordena componentes por importancia. El desafío está en elegir cuántos mantener, balanceando simplicidad y preservación de información.

## Conceptos Fundamentales

Cada componente captura una dirección de máxima varianza, siendo independientes entre sí. Como en una orquesta, cada uno aporta su parte única a la variabilidad total.

## Una Analogía Visual

Una foto digital ilustra bien este concepto: aunque tiene millones de píxeles, podemos capturar su esencia con menos componentes. En PCA buscamos lo mismo: mantener lo esencial con el mínimo necesario.



# Métodos Cuantitativos de Selección



## Varianza Explicada Acumulada

Nuestra principal métrica de selección:

$$VE = \frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}$$

Buscamos explicar entre 80-90% de la varianza total.



## Criterio de Kaiser

Mantenemos componentes con *eigen valores* o valores propios ( $\lambda$ )  $> 1$ , que aportan más información que una variable original.

## Recursos del Curso

### Plataformas y Enlaces Principales

#### GitHub del curso

 [github.com/CamiloVga/IA\\_Aplicada](https://github.com/CamiloVga/IA_Aplicada)

#### Asistente IA para el curso

 [Google Notebook LLM](#)