

## Técnicas de Inteligencia Artificial

Antonio Garrido ([agarridot@dsic.upv.es](mailto:agarridot@dsic.upv.es))

Laura Sebastia ([lsebastia@dsic.upv.es](mailto:lsebastia@dsic.upv.es))

Eva Onaindia ([onaindia@dsic.upv.es](mailto:onaindia@dsic.upv.es))

Lunes (6x)

(15:00 – 17:30)

Jueves (6x)

(15:00 -17:30)

—————  
(17:30-20:00)

### Técnicas inteligentes para la búsqueda de soluciones (sub)óptimas

- *Búsqueda metaheurística. Entornos y Aplicaciones.*
- *Diseño, Análisis de alternativas y Evaluación de soluciones: eficiencia, calidad, robustez, etc.*

### Objetivo:

*Capacidad para abordar el diseño de soluciones a problemas de optimización que requieran la aplicación de técnicas metaheurísticas de IA, estimar la complejidad y contrastar alternativas*

**Técnicas de Inteligencia Artificial**  
(MÓDULO 1: Fundamentos y técnicas fundamentales)

**MÓDULO 2: Especialización**

**Especialización: Inteligencia Artificial**

- *Herramientas y Aplicaciones de la Inteligencia Artificial*
- *Planificación Inteligente*
- *Sistemas Multiagente*

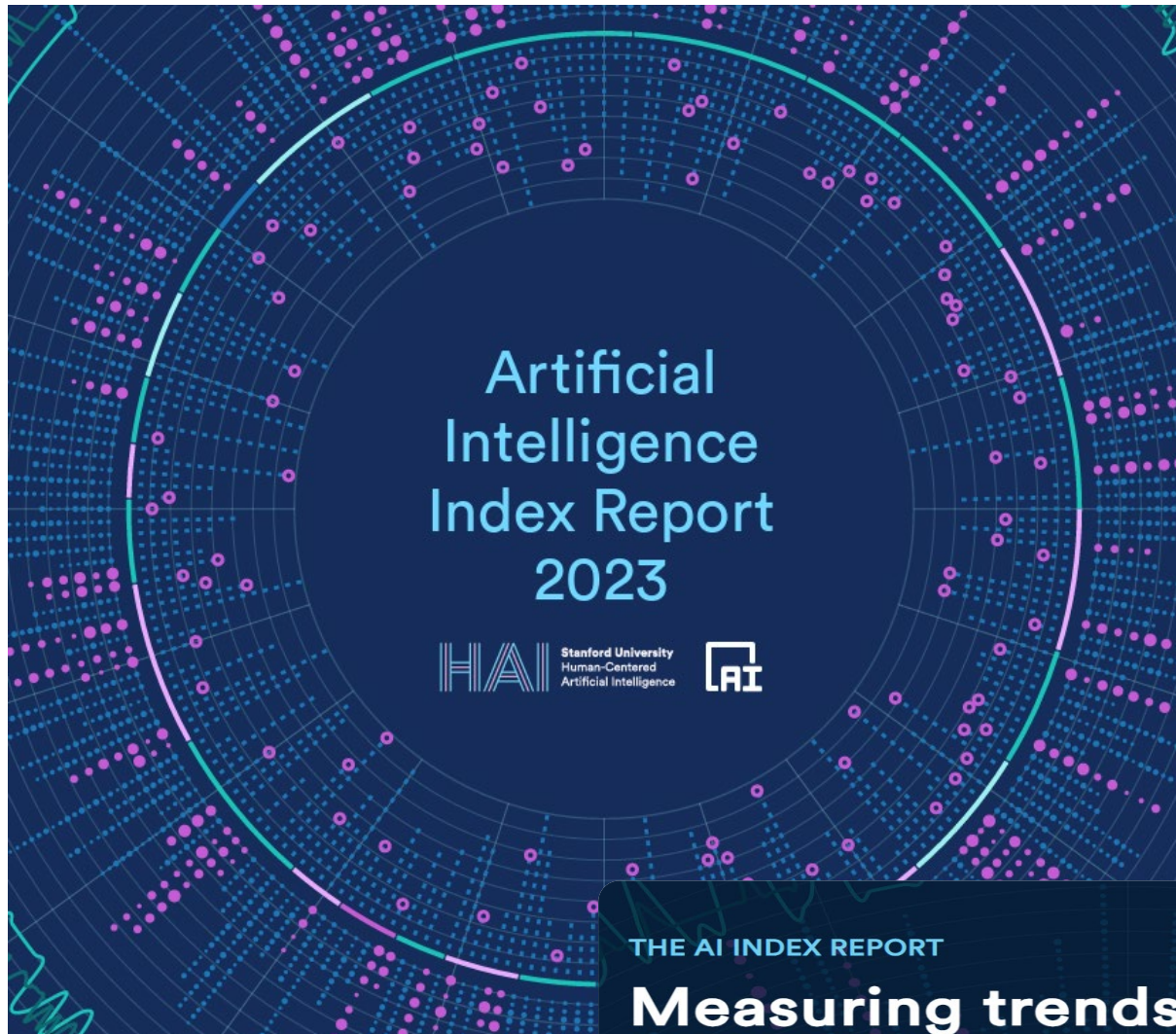
**Otras especializaciones:**

- *Imagen Digital*
- *Reconocimiento de Formas*
- *Tecnologías del lenguaje*

**MÓDULO 3: Complementos (9 cr)**

- Aprendizaje Automático Avanzado
- Biometría
- Computación Natural
- *Negociación Automática y Resolución de Conflictos*
- *Planificación de Sistemas Inteligentes de Tiempo Real*
- Producción de Imagen Digital
- Reconocimiento de Escritura
- *Sistemas Complejos Adaptativos y Recomendación*
- Tecnologías para la Interacción Natural
- Visión por Computador

## Algunos datos sobre IA



THE AI INDEX REPORT

# Measuring trends in Artificial Intelligence

AI INDEX ANNUAL REPORT

Welcome to the  
2023 AI Index Report

# Top Ten Takeaways

## 1 Industry races ahead of academia.

Until 2014, most significant machine learning models were released by academia. Since then, industry has taken over. In 2022, there were 32 significant industry-produced machine learning models compared to just three produced by academia. Building state-of-the-art AI systems increasingly requires large amounts of data, computer power, and money—resources that industry actors inherently possess in greater amounts compared to nonprofits and academia.

## 2 Performance saturation on traditional benchmarks.

AI continued to post state-of-the-art results, but year-over-year improvement on many benchmarks continues to be marginal. Moreover, the speed at which benchmark saturation is being reached is increasing. However, new, more comprehensive benchmarking suites such as BIG-bench and HELM are being released.

## 3 AI is both helping and harming the environment.

New research suggests that AI systems can have serious environmental impacts. According to Luccioni et al., 2022, BLOOM's training run emitted 25 times more carbon than a single air traveler on a one-way trip from New York to San Francisco. Still, new reinforcement learning models like BCOOLER show that AI systems can be used to optimize energy usage.

## 4 The world's best new scientist ... AI?

AI models are starting to rapidly accelerate scientific progress and in 2022 were used to aid hydrogen fusion, improve the efficiency of matrix manipulation, and generate new antibodies.

## 5 The number of incidents concerning the misuse of AI is rapidly rising.

According to the AIAAIC database, which tracks incidents related to the ethical misuse of AI, the number of AI incidents and controversies has increased 26 times since 2012. Some notable incidents in 2022 included a deepfake video of Ukrainian President Volodymyr Zelenskyy surrendering and U.S. prisons using call-monitoring technology on their inmates. This growth is evidence of both greater use of AI technologies and awareness of misuse possibilities.

## 6 The demand for AI-related professional skills is increasing across virtually every American industrial sector.

Across every sector in the United States for which there is data (with the exception of agriculture, forestry, fishing, and hunting), the number of AI-related job postings has increased on average from 1.7% in 2021 to 1.9% in 2022. Employers in the United States are increasingly looking for workers with AI-related skills.



# Top Ten Takeaways (cont'd)

## **7 For the first time in the last decade, year-over-year private investment in AI decreased.**

Global AI private investment was \$91.9 billion in 2022, which represented a 26.7% decrease since 2021. The total number of AI-related funding events as well as the number of newly funded AI companies likewise decreased. Still, during the last decade as a whole, AI investment has significantly increased. In 2022 the amount of private investment in AI was 18 times greater than it was in 2013.

## **8 While the proportion of companies adopting AI has plateaued, the companies that have adopted AI continue to pull ahead.**

The proportion of companies adopting AI in 2022 has more than doubled since 2017, though it has plateaued in recent years between 50% and 60%, according to the results of McKinsey's annual research survey. Organizations that have adopted AI report realizing meaningful cost decreases and revenue increases.

## **9 Policymaker interest in AI is on the rise.**

An AI Index analysis of the legislative records of 127 countries shows that the number of bills containing "artificial intelligence" that were passed into law grew from just 1 in 2016 to 37 in 2022. An analysis of the parliamentary records on AI in 81 countries likewise shows that mentions of AI in global legislative proceedings have increased nearly 6.5 times since 2016.

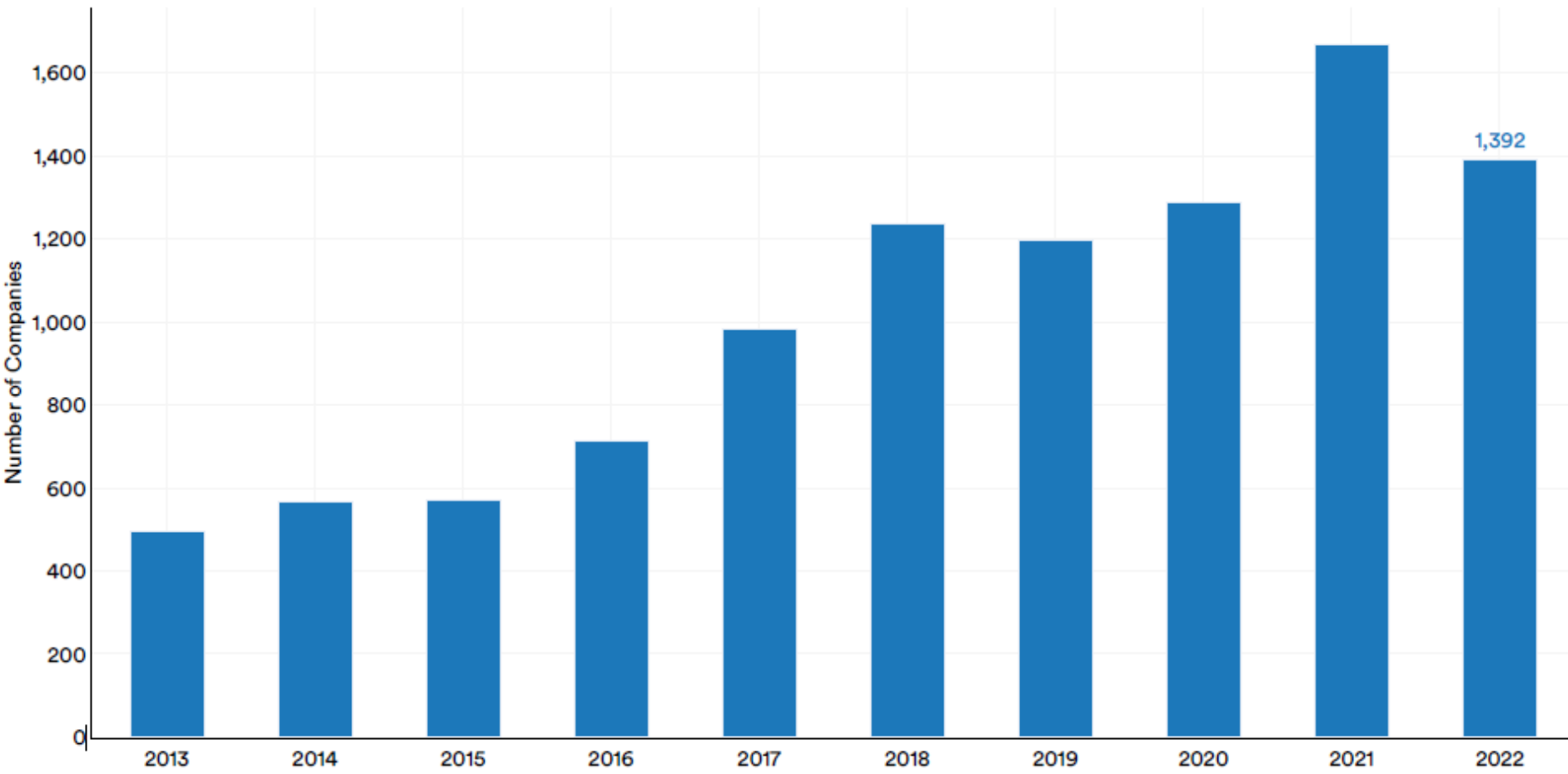
## **10 Chinese citizens are among those who feel the most positively about AI products and services. Americans ... not so much.**

In a 2022 IPSOS survey, 78% of Chinese respondents (the highest proportion of surveyed countries) agreed with the statement that products and services using AI have more benefits than drawbacks. After Chinese respondents, those from Saudi Arabia (76%) and India (71%) felt the most positive about AI products. Only 35% of sampled Americans (among the lowest of surveyed countries) agreed that products and services using AI had more benefits than drawbacks.

# Nuevas empresas de IA

Number of Newly Funded AI Companies in the World, 2013–22

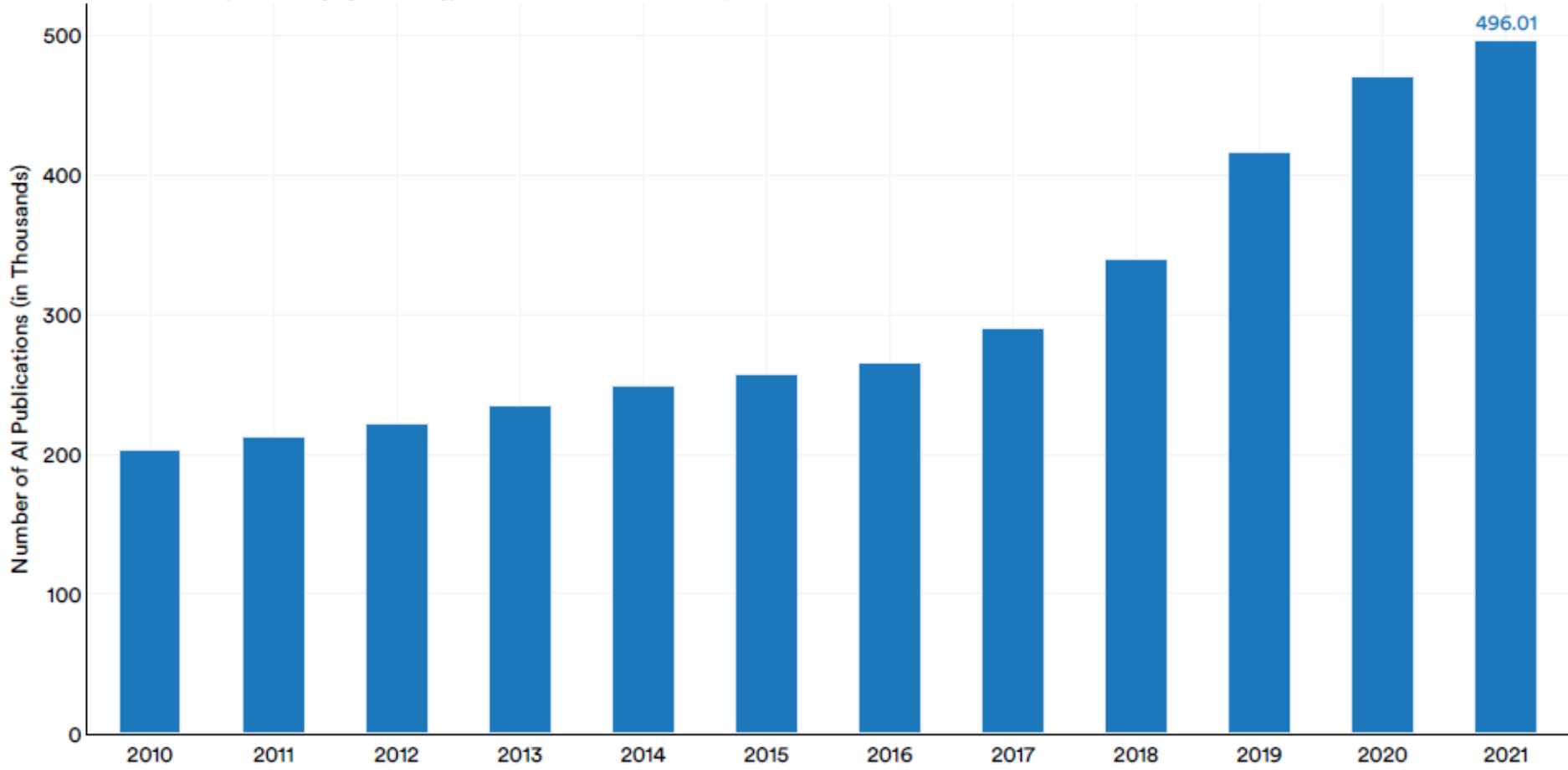
Source: NetBase Quid, 2022 | Chart: 2023 AI Index Report



# Publicaciones en IA

## Number of AI Publications in the World, 2010–21

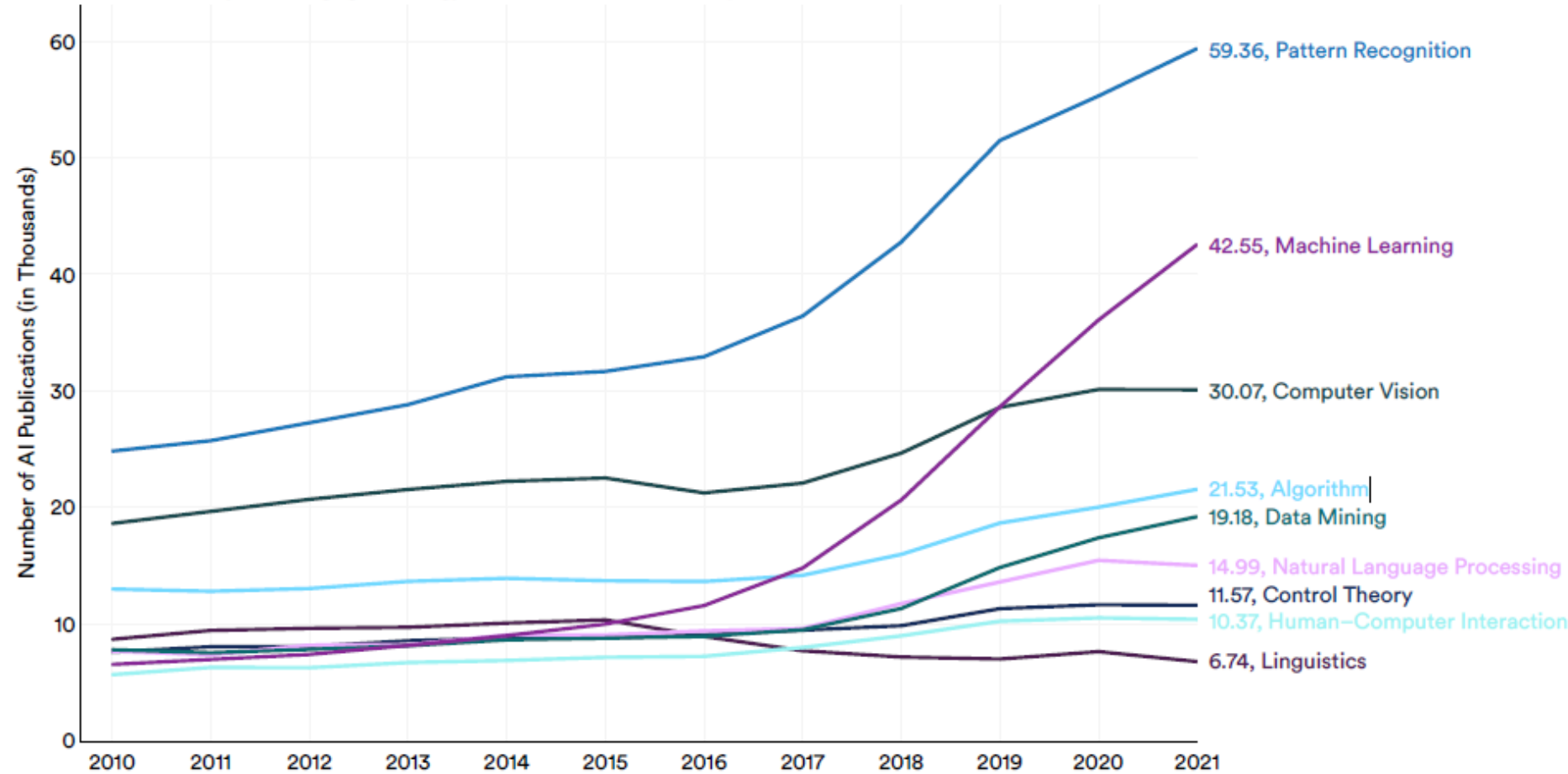
Source: Center for Security and Emerging Technology, 2022 | Chart: 2023 AI Index Report



# Publicaciones en IA por temática

## Number of AI Publications by Field of Study (Excluding Other AI), 2010–21

Source: Center for Security and Emerging Technology, 2022 | Chart: 2023 AI Index Report





# ¿Qué es IA?

¿Qué es la Inteligencia?

¿Qué es IA? ¿Qué es una técnica de IA?

Diseño de **sistemas de computación** que **exhiban** o **simulen** las características comúnmente asociadas con la inteligencia en la conducta **humana** (¡o animal!)

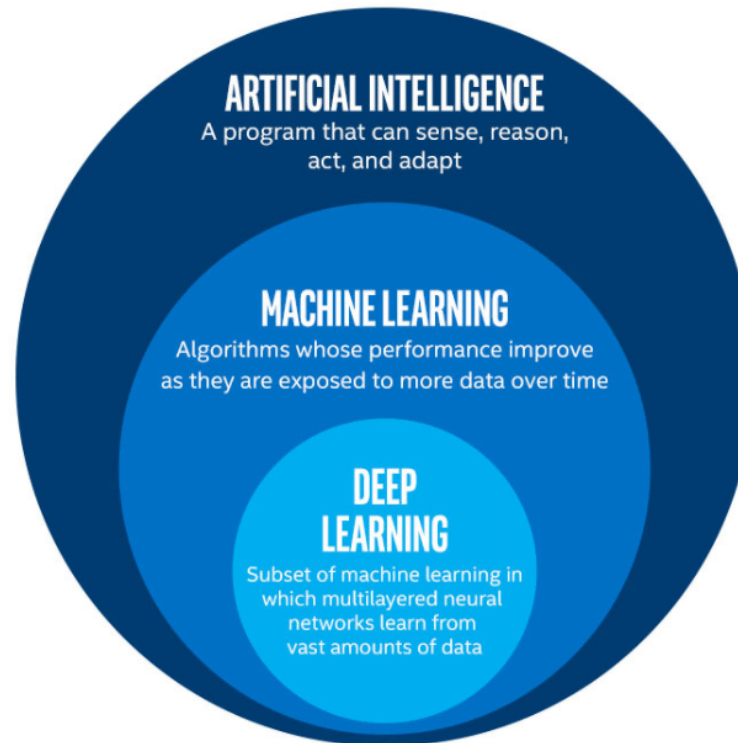
## Enfoques de la Inteligencia Artificial

(Russell, Norvig'2009)

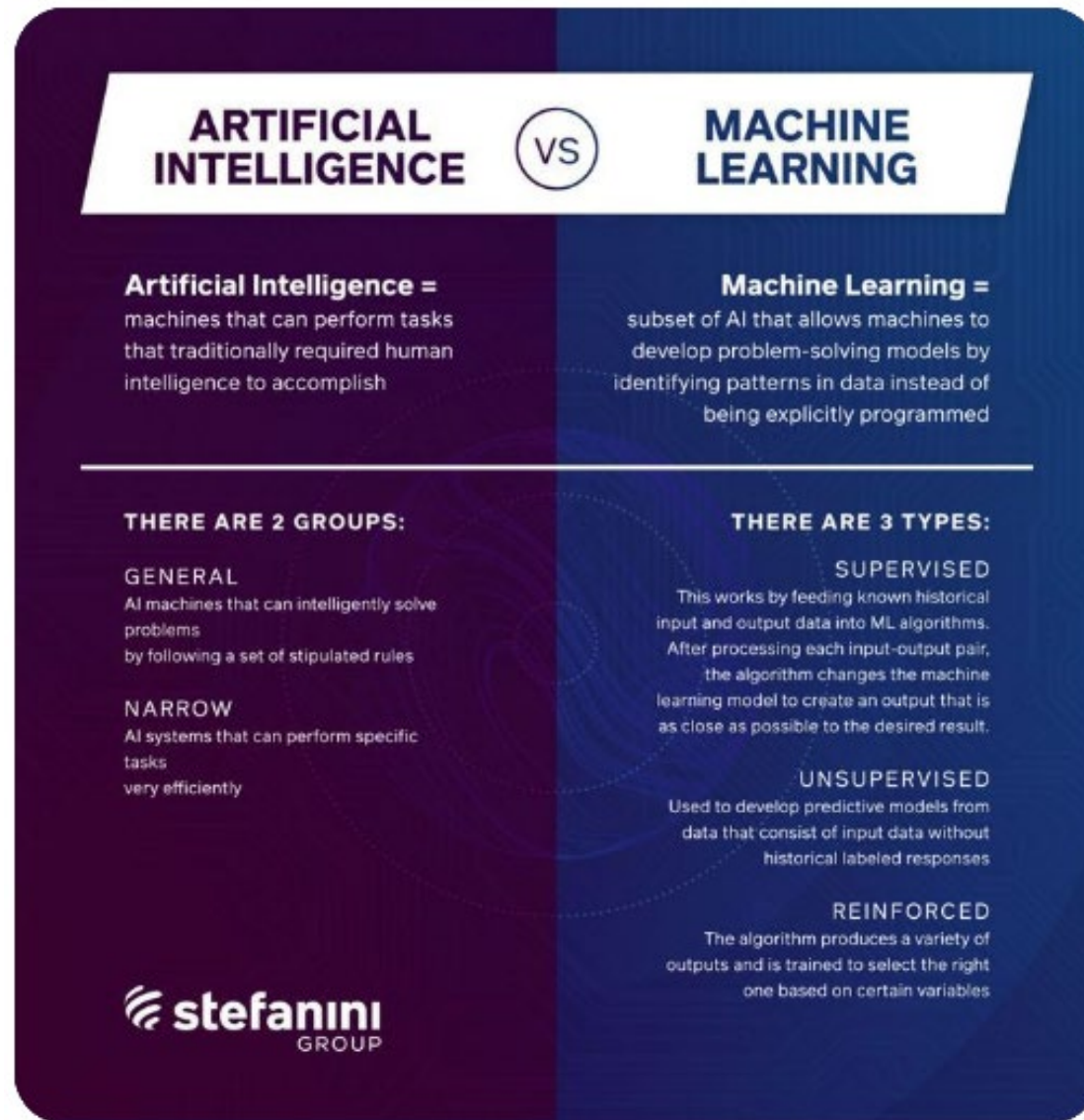
Procesos Mentales (Interno)	Piensen como humanos Modelo Cognitivo	Piensen Racionalmente Razonamiento Formal y/o Lógico
	Actúan como humanos Test de Turing	Actúan Racionalmente Agentes Inteligentes
Conducta (Apariencia)	Aproximación Empírica (como humanos)	Aproximación Racional (correcto)

*Artificial Intelligence (AI) is concerned with computing technologies that allow machines to see, hear, talk, think, learn, and **solve problems even above the level of human beings** [AIKE2020]*

IA Clásica: Simbólica/Deductiva <i>Sistema lógico aplicado sobre conocimiento</i>	IA Sub-simbólica <i>Sistema inteligente de procesamiento de señales</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Procesamiento de símbolos</li><li>• Aproximación cognitiva</li><li>• Basados en teorías racionales y/o lógicas</li><li>• Heurísticas y metaheurísticas</li><li>• Computación evolutiva. <u>Algoritmos bio-inspirados</u></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Procesamiento de señales (más allá de la escala cognitiva)</li><li>• Modelos conexionistas: redes neuronales</li><li>• Aproximación empírica</li><li>• Aprendizaje y clasificación (<u>machine learning</u>)</li></ul>



# Comparando AI vs ML



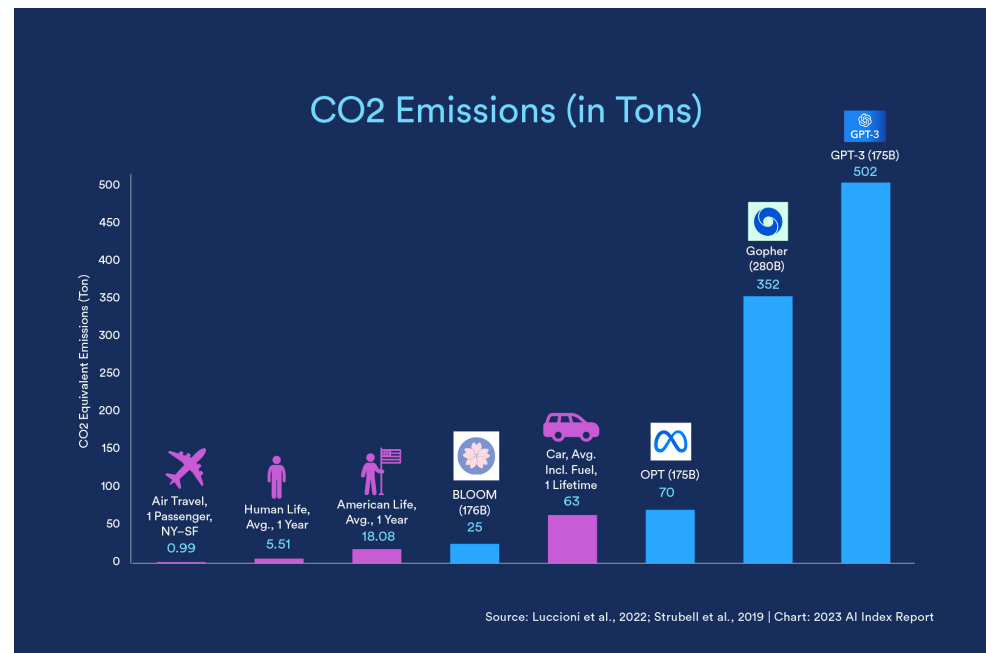
# Comparando AI vs ML

Las técnicas de ML son muy útiles, pero:

- hay problemas que son complejos y **muy cambiantes** – básicamente son problemas de decisión que se traducen en una elevada **explosión combinatoria** (necesidad de búsqueda)
- no siempre se dispone de un número de muestras suficientemente grande de entrenamiento para identificar patrones y aprender
- aunque se disponga de ese número de muestras, su procesamiento puede ser muy costoso

The High  
Environmental  
Costs of  
Training

[2023 State of AI  
in 14 Charts](#)



# Principales aplicaciones prácticas de la IA

## ASISTENTES PERSONALES VIRTUALES

Conviviremos con *chatbots* interactivos que podrán sugerirnos productos, restaurantes, hoteles, servicios, espectáculos, según nuestro historial de búsquedas.



## CLIMÁTICAS

Flotas de drones capaces de plantar mil millones de árboles al año para combatir la deforestación, vehículos submarinos no tripulados para detectar fugas en oleoductos, edificios inteligentes diseñados para reducir el consumo energético, etc.

## FINANZAS



Las tecnologías inteligentes pueden ayudar a los bancos a detectar el fraude, predecir patrones del mercado y aconsejar operaciones a sus clientes.

## EDUCACIÓN



Permite saber si un estudiante está a punto de cancelar su registro, sugerir nuevos cursos o crear ofertas personalizadas para optimizar el aprendizaje.

## COMERCIAL



Posibilita hacer pronósticos de ventas y elegir el producto adecuado para recomendárselo al cliente. Empresas como Amazon utilizan robots para identificar si un libro tendrá o no éxito, incluso antes de su lanzamiento.



## SANIDAD

Ya existen *chatbots* que nos preguntan por nuestros síntomas para realizar un diagnóstico. La recolección de datos genera patrones que ayudan a identificar factores genéticos susceptibles de desarrollar una enfermedad.



## AGRÍCOLAS

Plataformas específicas que, por medio de análisis predictivos, mejoran los rendimientos agrícolas y advierten de impactos ambientales adversos.



## LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

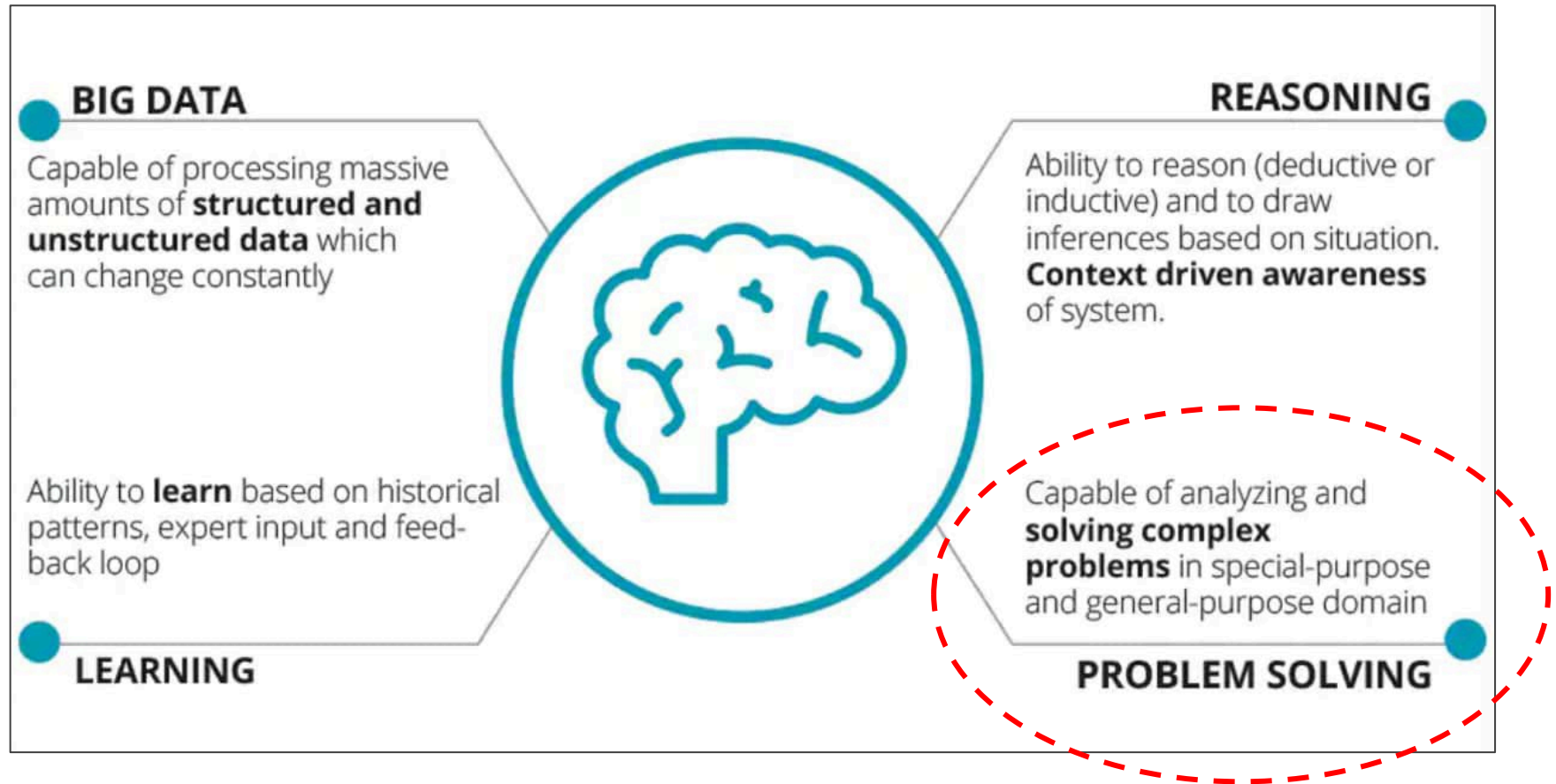
Será útil a la hora de evitar colisiones o atascos y también para optimizar el tráfico. Tesla ha desarrollado un sistema gracias al cual, cuando uno de sus coches transita una ruta por primera vez, comparte la información con el resto.



<https://www.iberdrola.com/>



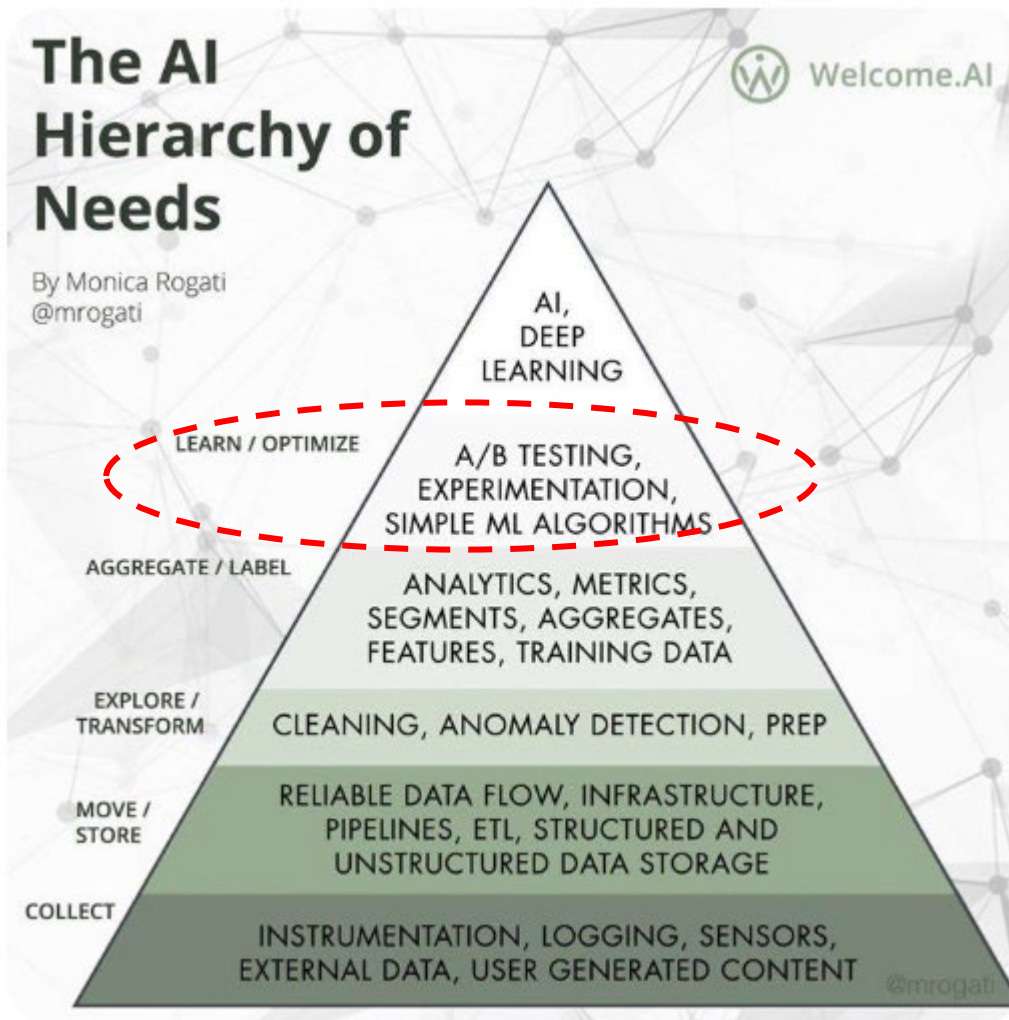
## En esta asignatura nos centraremos en...



Resolución de problemas complejos



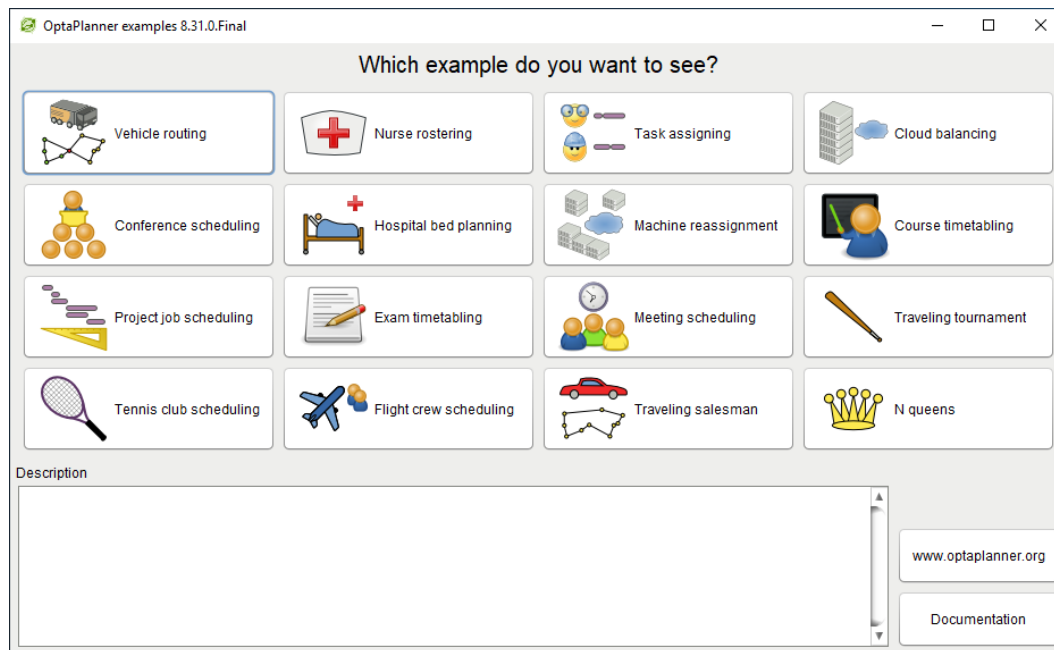
# En esta asignatura nos centraremos en...



# La optimización es clave en multitud de procesos. Ejemplo OptaPlanner



Solves complex scheduling and resource optimization problems



## Vehicle routing (VRP)

Quicker routes for a fleet of vehicles.

[Learn more](#)

## Employee rostering

Assign shifts to employees by skills and availability.

[Learn more](#)

## School timetabling

Compacter schedules for teachers and students.

[Learn more](#)

## Task assignment

Assign tasks by priority, skills and affinity.

[Learn more](#)

## Maintenance scheduling

Timely upkeep of machinery and equipment.

[Learn more](#)

## Conference scheduling

Schedule speakers and talks by availability and topic.

[Learn more](#)

## Cloud optimization

Bin packing and defragmentation of cloud resources.

[Learn more](#)

## Job shop scheduling

Reduce makespan for assembly lines.

[Learn more](#)

# Planteamiento de la asignatura

## TEORÍA

### Búsqueda de Soluciones

**Técnicas Metaheurísticas:** Algoritmos Genéticos, Enfriamiento Simulado, Métodos Constructivos, Inteligencia Social, Técnicas de Enjambre, etc.)



## PRÁCTICAS. Diseño y desarrollo

### Trabajo individual

#### Aplicación de técnicas metaheurísticas

#### Resolución de un problema concreto

- Definición y análisis del problema. Diseño de soluciones, Implementación y Pruebas
- **Evaluación** de Alternativas. Comparativa de metaheurísticas

# Contenido de la asignatura

## Tema 0. Presentación

## Tema 1. Técnicas de IA. Búsqueda de soluciones

Heurísticos y Metaheurísticos. Búsqueda sistemática (global), local. Tipología Metaheurísticas

## Tema 2. Metaheurísticas Poblacionales (Evolutivas)

Algoritmos Genéticos, Algoritmos meméticos. Búsqueda dispersa (*Scatter Search*)

## Tema 3. Metaheurísticos de Mejora Iterativa (Búsqueda Local)

Búsqueda por Escalada. Multi-arranque. Búsqueda Tabú  
Enfriamiento Simulado. Búsqueda en Haz

## Tema 4. Metaheurísticas Constructivas

GRASP. *Path-finding*

## Tema 5. Inteligencia Social y Colectiva Enjambre (Social Swarm Intelligence)

Algoritmo de las Hormigas. *Colonia de Abejas*. Enjambre de partículas  
Simulación de individuos (*swarm simulation*)

**PRÁCTICAS**  
**Aplicación**  
**Metaheurísticas**

Evaluación,  
Discusión y  
Presentación

2023-2024	Lunes (15:00 - 17:30) (Seminario DSIC OS02)	Jueves (15:00 -17:30, 17:30-20:00) (PL-2:Lab DSIC 3, PL-1:Sem OS02)	
11-IX	<b>T0. Presentación</b> <b>T1. Técnicas de IA. Búsqueda de Soluciones</b> Tipología. Heurísticas y Metaheurísticas	14-IX	<i>Propuestas de trabajos. Entorno de Prácticas</i>
18-IX	<b>T2. Metaheurísticas Poblacionales (Evolutivas)</b> <b>Algoritmos Genéticos.</b> Algoritmos meméticos Búsqueda dispersa ( <i>Scatter Search</i> )	21-IX	Desarrollo, Evaluación AG - 1
25-IX	<b>T3. Metaheurísticos de Mejora Iterativa (Búsqueda Local)</b> Búsqueda por Escalada. Multi-arranque Búsqueda Tabú <b>Enfriamiento Simulado.</b> Búsqueda en Haz	28-IX	Desarrollo, Evaluación AG - 2
2-X	<b>T4. Metaheurísticas Constructivas</b> GRASP Variantes	5-X	Desarrollo, Evaluación ES - 1
16-X	<b>T5. Inteligencia Social y Colectiva de Enjambre</b> Algoritmo de las Hormigas. Colonia de Abejas Enjambre de Partículas ( <i>PSO</i> ) Otras variantes	19-X	Desarrollo, Evaluación ES - 2
23-X	<b>Prueba escrita / Evaluación teoría</b>	26-X	<b>Presentación + Discusión</b> <b>EVALUACIÓN</b>

# Evaluación de la asignatura

a) Dos trabajos académicos (T1+T2). **25% cada uno**. Única entrega

Las entregas de los trabajos deberán realizarse en forma y plazo

b) Defensa/presentación oral (P1). **20%**

Defensa presencial o grabación en vídeo de T1+T2

c) Co-evaluación por pares. **10%**

Se evaluará la defensa oral P1 de acuerdo a una rúbrica establecida

d) Prueba escrita. **20%**

Examen sobre contenidos no cubiertos en T1+T2

Sin mínimos

Evaluación con dispensa y sin dispensa idéntica



# Recuperación de la asignatura

a) Dos trabajos académicos (T1+T2). **25% cada uno**. Única entrega

Las entregas de los trabajos deberán realizarse en forma y plazo

b) Defensa/presentación oral (P1). **20%**

Defensa mediante grabación en vídeo de T1+T2

Sin mínimos

Recuperación con dispensa y sin dispensa idéntica

**Nota.** Se puede recuperar la asignatura, aun en el caso de que esté superada. La calificación obtenida en los actos de recuperación **podrá suponer una modificación** de la calificación final tanto al alza como a la baja

## Bibliografía

- An Introduction to Metaheuristics for Optimization, B. Chopard, M. Tomassini. Springer (2018)
  - Handbook of Metaheuristics, M. Gendreau, J.Y.Potvin, Springer 2ª ed. 2010
  - Monografía: Metaheurísticas. Inteligencia Artificial, Vol 7, No 19 (journal.iberamia.org) (2003)
  - Essentials of Metaheuristics, Sean Luke (Online)
  - Metaheuristics Network web site
- 

- Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno. S. Russell, P. Norvig. Prentice Hall 4ª ed.
  - Inteligencia Artificial. Técnicas, métodos y aplicaciones. Palma, Marín. McGraw Hill (2008)
  - Computational Intelligence. A. Engelbrecht. Wiley & Sons. 2ª ed. (2007)
  - How to Solve It: Modern Heuristics. Z. Michalewicz, D. Fogel. 2ed. 2004 (Springer)
- 

## Diversos artículos

- Experimental Evaluation of Heuristic Optimization Algorithms: A Tutorial. Journal of Heuristics, 7.
- Journal of Heuristics, Int. Journal of Metaheuristics, Int. J. of Applied Metaheuristic Computing, Computational Intelligence, Engineering App. of Artificial Intelligence, Applied Intelligence, etc.

## Otros artículos en Poliformat