

**Jorge Cerqueiro Pequeño (jcerquei@uvigo.es)**

Doctor Ingeniero Industrial – Investigador Responsable

Universidad de Vigo

DESAINS, Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur

**Alberto Comesaña Campos (acomesana@uvigo.es)**

Doctor Ingeniero Industrial – Investigador Responsable

Universidad de Vigo

DESAINS, Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur

**Manuel Casal Guisande (manuel.casal.guisande@uvigo.es)**

Doctor Ingeniero Industrial – Investigador

NeumoVigo, Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur

Fundación Pública Galega de Investigación Biomédica Galicia Sur

Hospital Álvaro Cunqueiro de Vigo

# Inteligencia Artificial

*El artículo pretende facilitar el acercamiento a las herramientas que habitualmente son descritas y entendidas como “Inteligencia Artificial” a aquellos técnicos no especializados en este campo con el objetivo de que puedan familiarizarse con esta disciplina para acceder al enorme corpus de publicaciones técnicas y científicas existentes sobre el tema, mejorando su capacidad de análisis sobre sus propuestas de aplicación.*

## 1. Introducción

Podríamos definir la IA como la “habilidad de una máquina de presentar las mismas capacidades de la inteligencia humana, como el razonamiento, el aprendizaje, la creatividad y la capacidad de planear”.

En ciencia ficción se suele mostrar el estereotipo de la inteligencia artificial como una entidad independiente y consciente, capaz de tomar sus propias decisiones, con poderes extraordinarios, que incluso podría volverse una amenaza. En realidad, la inteligencia artificial actualmente sólo es capaz de procesar datos, realizar inferencias, y proponer soluciones a aquellas tareas específicas para las que fue programada. La inteligencia artificial no es en sí misma un enemigo ni una potencial amenaza, sino, al contrario, puede convertirse en un gran aliado en diversos ámbitos como el de la salud, en el que puede ayudar a tomar mejores y más valiosas decisiones.

Si consideramos que la IA, en su sentido más amplio, consiste en la externalización a un dispositivo de capacidades exclusivamente humanas, entonces dispositivos como los ábacos o como las calculadoras electrónicas podrían encajar en esta categoría; pero no son los únicos precedentes de la actual IA, pues los orígenes de la lógica fundamental que subyace en los sistemas inteligentes se remontan a la antigua Grecia, y la lógica booleana, que ha hecho posible los actuales sistemas electrónicos, se formuló a mediados del siglo

XIX. Será en los años 40 y 50 cuando se construyan los cimientos de las redes neuronales artificiales (fundamentadas en el concepto de aprendizaje y, por lo tanto, la inferencia estadística), que nos han llevado a la gran diversidad de modelos y sistemas actuales basados en dichas redes.

Después floreció un tipo diferente de sistemas inteligentes basados en lógicas de enunciados y predicados aplicando inferencia simbólica, la más próxima al razonamiento lógico humano, con ejemplos como ELIZA, el primer chatbot (1964) o DENDRAL, el primer sistema experto (1965). Las dificultades para escalar estos sistemas causarían una pérdida de interés en su desarrollo.

En los últimos años se han postulado sistemas híbridos que aprovechan las características complementarias de las redes neuronales y los sistemas expertos, y que han demostrado capacidades y eficiencias muy superiores. La disponibilidad de una inmensidad de datos digitalizados y el espectacular incremento de la velocidad de computación de los ordenadores han impulsado el desarrollo acelerado de aplicaciones de la IA en todos los órdenes de la actividad humana.

## 2. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial

El incremento en la capacidad de cálculo, la mejora en los algoritmos computacionales y la practicidad de la solución inductiva han llevado a que los sistemas

simbólicos de razonamiento deductivo hayan visto mermado su uso. Sacrificando el verdadero razonamiento, la inferencia inductiva ha ido ganando terreno en el campo de la inteligencia artificial estableciéndose, hoy en día, en la inmensa mayoría de las herramientas y sistemas inteligentes que se están diseñando, desarrollando y empleando.

La utilidad habitualmente demandada a la IA es la mejora de los procesos de toma de decisiones. Existen dos aplicaciones básicas de la IA que emplean en la práctica la gran mayoría de los sistemas inteligentes instalados: la *Regresión* y la *Clasificación*. Los usos más complejos de la IA, por ejemplo, la *Generación* de textos, vídeos, etc. implican la utilización conjunta de varias de estas aplicaciones básicas en diferentes configuraciones.

Los modelos de Regresión se orientan a relacionar un cierto número de características previamente identificadas con una variable (numérica) que se supone dependiente de ellas. Como ejemplos se puede citar la estimación de: por cuánto se va a vender una propiedad inmobiliaria, cuánto tiempo va a permanecer un paciente ingresado, cuánto tiempo va a tardar una máquina en averiarse, cuánto tiempo va a tardar un vehículo en llegar a su destino, etc.

Por su parte, los modelos de Clasificación buscan determinar a qué clase de un determinado conjunto pertenece cada individuo, en función de un conjunto de ca-

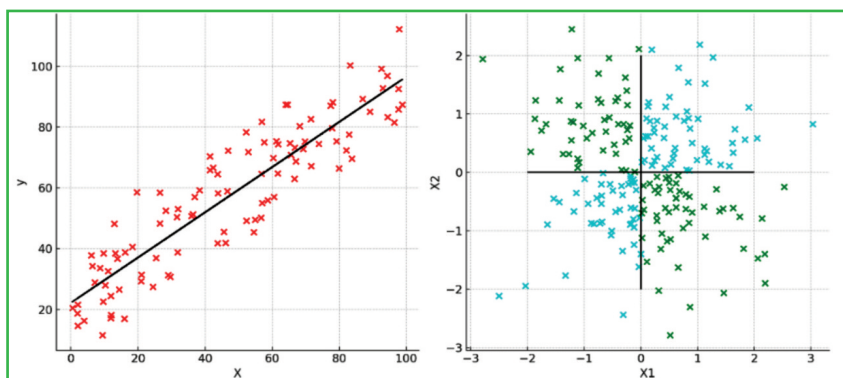


Figura 1. Modelos de regresión y de clasificación.

racterísticas previamente establecidas. Ejemplos de esta clasificación sería discriminar: ¿Es este un correo basura? [sí, no], ¿Tipo de tumor? [maligno, benigno], ¿Está la máquina cerca de averiarse? [sí, no], etc.

### 3. Terminología habitual en la Inteligencia Artificial

Los *Datasets* son los conjuntos de datos del problema a resolver que se emplean para construir los modelos de IA. Pueden contener datos de diferentes tipos (cantidades, textos, imágenes, vídeos, ...), e incluso combinaciones de ellos. El proceso de recolectar y preparar estos datasets es muy trabajoso, y de su calidad depende la eficiencia del modelo de IA entrenado.

Los *Algoritmos* son conjuntos ordenados de instrucciones o pasos para realizar una tarea concreta a partir de unos datos de entrada, y describen el proceso para llevar a cabo una tarea, paso a paso, incluyendo posibles decisiones.

En el *Machine Learning* o aprendizaje automático, partiendo de un conjunto de características prefijadas, el algoritmo realiza una tarea de clasificación o regresión, tras un proceso autónomo de aprendizaje, bien utilizando redes neuronales u otro tipo de algoritmos. Es necesario disponer de datasets equilibrados (que tienen la misma cantidad de elementos de cada clase considerada) de tamaño medio o grande.

El *Aprendizaje* es un proceso mediante el cual un algoritmo se entrena y ajusta para mejorar su capacidad para hacer predicciones en base a un conjunto de datos. Se busca la adaptación de los parámetros del modelo a través de un proceso de optimización, buscando reducir el error en las predicciones. Existen diferentes estrategias de

aprendizaje, siendo las más empleadas: *Supervisado*, que parte de un dataset previamente etiquetado; *No Supervisado*, que utiliza un dataset sin etiquetar; y *Por Refuerzo*, donde al sistema se le “premia” o “penaliza” en función del acierto en la predicción realizada. El dataset empleado en el proceso de aprendizaje se fracciona, asignando una parte para cada una de sus tres etapas: Entrenamiento, Validación y Prueba.

Una *Red Neuronal* es un modelo computacional que trata de replicar los mecanismos de sinapsis de las neuronas del cerebro humano. Para lograrlo, las redes neuronales modernas, en una concepción básica, implementan cadenas de sumandos con millones de términos relacionados con el estado de cada neurona, el peso de sus conexiones y el sesgo de cada una de ellas, además de otros parámetros optimizables en función de la arquitectura de red. Estas redes son capaces de “aprender” utilizando enfoques estadísticos a partir de grandes volúmenes de datos.

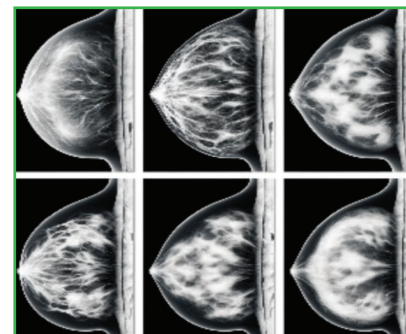
El *Deep Learning* o aprendizaje profundo se considera habitualmente como un subcampo del Machine Learning, y se refiere a aquellas redes neuronales que tienen un mayor número de capas intermedias, excluyendo entradas y salidas, para, de esta forma, adquirir mayor capacidad de aprendizaje, siendo capaces de encontrar relaciones y patrones más complejos en los datos. Para su construcción se requiere de datasets equilibrados muy grandes: datos de cientos de miles de individuos, o incluso más. Mientras que en el Machine Learning el usuario debe prefijar las características que diferencian a cada clase de las demás, el Deep Learning permite que sea el propio sistema el que establezca esas diferencias.

La *Inteligencia Artificial Generativa* se basa en el uso de redes neuronales muy profundas (Deep Learning), entrenadas con

volúmenes masivos de datos. Esta tecnología tiene la capacidad de sintetizar imágenes, textos, sonidos y otros tipos de contenido a partir de descripciones, imágenes... Su funcionamiento podría asimilarse al ensamblado de collages de fragmentos de texto, imagen, sonido, etc. buscando maximizar la probabilidad de que la respuesta sea aceptable para un ser humano. Ejemplos conocidos de estas tecnologías son: ChatGPT®, Gemini®, Midjourney®, DALL-E®, PlayHT®, AI Voice Generator®, SoundDraw®, etc.

### 4. Desarrollo de Sistemas de IA en el ámbito hospitalario

El ámbito de aplicación de los sistemas de IA en ámbitos hospitalarios es muy amplio y diverso: predicción de averías en maquinaria, control óptimo de sistemas de climatización, determinación de rutas óptimas, control de accesos, transcripción de voz grabada en tiempo real, elaboración de documentos, detección de ciberataques a la asistencia en el diagnóstico médico, análisis de la evolución de pacientes, etc., entre un largo conjunto de aplicaciones entre las que destacan especialmente los sistemas de soporte a la decisión clínica.



En vista de los hallazgos presentes en una mamografía un equipo médico debe tomar una decisión relativa a un posible caso de cáncer con opiniones divergentes. ¿Se debería realizar una biopsia?



Se sospecha de un paciente con un posible cuadro de apnea del sueño. ¿Le realizo una prueba de sueño? ¿con que prioridad? ¿se adherirá el paciente a un CPAP domiciliario?

El grupo DESAINS (Design, Expert Systems and Artificial Intelligent Solutions) surge de la colaboración entre un grupo de ingenieros de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Vigo y los profesionales del Servicio de Neumología del Hospital Álvaro Cunqueiro de Vigo, miembros de investigación del grupo NeumoVigo, para dar respuesta a la creciente demanda de nuevos productos y herramientas en el sector biomédico.

Ambos grupos pertenecen al Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IISGS), una entidad que se encuentra gestionada por la Fundación Pública Galega de Investigación Biomédica Galicia Sur, que cuenta con la acreditación del Instituto de Investigación Carlos III, y aglutina investigadores del ámbito sanitario del sur de Galicia y de la Universidad de Vigo.

El equipo técnico e investigador del IISGS posee una vasta experiencia destacando su participación en proyectos multicéntricos, varios de los cuales ha liderado su personal investigador. Cuenta además con una sólida estructura de apoyo a la metodología de la investigación y de soporte a los equipos investigadores de cada proyecto.

Estos dos grupos a los que pertenecen los autores, trabajan desde 2018 en el diseño y desarrollo de sistemas inteligentes de soporte a la decisión clínica destinados a su uso por profesionales sanitarios, donde estos sistemas complementan y potencian sus capacidades, nunca las sustituyen.

Sus últimos proyectos publicados han versado sobre la aplicación conjunta de sistemas de inferencia simbólica y de inferencia estadística, combinándolos para aprovechar las ventajas de cada uno de ellos en cuanto a su manejo de distintos tipos de información, de cara a la resolución del problema a abordar en cada caso. Como ejemplos se pueden citar los siguientes trabajos:

*Integración del algoritmo de Wang y Mendel en la aplicación de sistemas expertos difusos a sistemas inteligentes de apoyo a la decisión clínica.*

*Diseño y desarrollo de un sistema inteligente de apoyo a la decisión clínica aplicado a la evaluación del riesgo de cáncer de mama.*

*Diseño y definición de un nuevo sistema de apoyo a la decisión dirigido a la jerarquización de pacientes candidatos a ingresar en unidades de cuidados intensivos.*

*Diseño de un sistema inteligente de apoyo a la decisión aplicado al diagnóstico de la apnea obstructiva del sueño.*

Sea cual sea el uso previsto, a la hora de proceder al desarrollo de una aplicación de IA, se deberá partir de la contextualización del problema que se desea resolver y el compendio de las necesidades y expectativas de los usuarios:

- Información disponible (tanto datos como conocimiento).
- Precisión demandada, así como la relevancia de la cifra de falsos positivos y falsos negativos.
- Capacidad de procesamiento (software y hardware) disponible.
- Velocidad de respuesta.
- Preferencias de software, según formación del personal disponible.
- Tiempo disponible para el desarrollo de la aplicación.
- Presupuesto disponible para el desarrollo, despliegue, pruebas, operación, seguimiento, mantenimiento y actualización.

La selección del modelo de IA a utilizar a menudo deberá contemplar varias opciones de entre la gran variedad de alternativas disponibles dado que el estado actual de la IA dista mucho de ser un estándar aplicable de forma directa, sin un gran coste y esfuerzo, a la resolución de problemas concretos. Cada tipo de sistema de IA, dadas sus características específicas, se ve afectado por diferentes circunstancias que condicionarán su proceso de desarrollo y su eficiencia operativa.

### 5 Conclusiones

La IA se presenta hoy en día en forma de un conjunto de herramientas que adecuadamente configuradas permiten evidenciar un comportamiento aparentemente inteligente, pero eso no significa que sean inteligentes en sí mismas, ni tampoco que tengan consciencia propia alguna.

Los modelos basados en inferencia simbólica, aun representando el lado más próximo a un razonamiento completo y válido, carente de incertidumbre, presentan la transcendental dificultad de identificar y formalizar el conocimiento, entendido esto como la transformación de un concepto cierto en una expresión computacional derivada de su formalización previa en un lenguaje lógico. La búsqueda de un conocimiento permanente limita la aplicación intensiva y generalizada de este tipo de enfoque de IA.

Así, la IA actual usualmente en su vertiente estadística, sólo es capaz de procesar datos, realizar inferencias inductivas, y proponer soluciones a aquellas tareas específicas para las que fue programada, contribuyendo como apoyo a la toma de decisiones.

Algunas ventajas innegables de la IA son su rapidez de operación una vez entrenado el modelo o definida la base de conocimiento, su fiabilidad de funcionamiento al no estar afectada por el desgaste o la fatiga, la replicabilidad de sus resultados en la mayoría de los casos, así como la facilidad de clonar un modelo eficiente todas las veces que sea necesario sin que se degrade.

Como desventajas más relevantes se pueden plantear los riesgos asociados a sus errores de entrenamiento y predicción, que a menudo son difíciles de detectar, así como de determinar sus causas, y la posible pérdida de control de estos modelos, si no hay una adecuada política para su supervisión.

Para concluir, no existen garantías a priori de que un sistema inteligente funcione de forma apropiada, aunque los *datasets* disponibles parezcan adecuados y los algoritmos hayan demostrado ser eficientes en problemas similares. Esto es debido a las limitaciones humanas a la hora de modelar el problema, además de la incertidumbre que puede afectar a los datos, a los sesgos humanos y tecnológicos, entre otros factores. Tan solo la puesta en marcha del sistema con datos reales será una prueba definitiva de su eficiencia y rendimiento.

Nota: Este artículo es un resumen del texto disponible en <https://acortar.link/zzTZ2x>, que los autores sugieren que el lector consulte para una perspectiva más amplia sobre los aspectos aquí tratados.