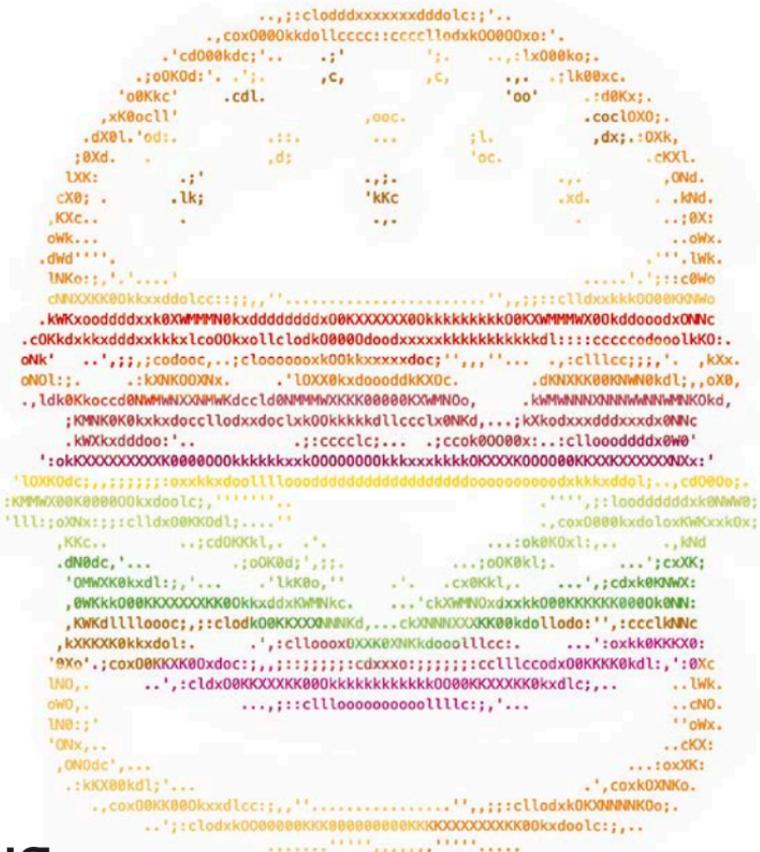


Enrique Onieva Caracuel

Gastronom-IA

Ingredientes, recetas y sabores de la Inteligencia Artificial



Gastronom-IA:
Ingredientes, recetas y
sabores de la Inteligencia
Artificial

Enrique Onieva Caracuel

Gastronom-IA:
Ingredientes,
recetas y
sabores de la
Inteligencia
Artificial

Granada, 2025

COLECCIÓN

Tecnologías de la Información y la Comunicación

Director de la colección

JOSÉ LUIS VERDEGAY GALDEANO. Prof. Emérito de la Universidad de Granada

Consejo asesor de la colección

RAFAEL BELLO.

Universidad Central de las Villas, Cuba

M^a. DEL CARMEN BENÍTEZ ORTUZAR.

Universidad de Granada, España

CÉSAR COLLAZOS.

Universidad del Cauca, Colombia

ROSANNA COSTACUTA.

Univ. Nac. de Santiago del Estero, Argentina

TERESA CRUZ SÁNCHEZ.

Fundación Descubre, España

M.^a ÁNGELES MARTÍNEZ SÁNCHEZ.

Universidad de Granada, España

JAVIER MATEOS DELGADO.

Universidad de Granada, España

BELÉN MELIÁN BATISTA.

Universidad de La Laguna, España

ENRIQUE ONIEVA CARACUEL.

Universidad de Deusto, España

FRANCISCO ROCA RODRÍGUEZ.

Universidad de Jaén, España

CAMINO RODRÍGUEZ-VELA.

Universidad de Oviedo, España

ROCÍO CELESTE ROMERO ZALIZ.

Universidad de Granada, España

ANTONIO SILVA-NETO. Universidad d
del Estado de Río de Janeiro, Brasil

© ENRIQUE ONIEVA CARACUEL

© UNIVERSIDAD DE GRANADA

Campus Universitario de Cartuja

Colegio Máximo, s.n., 18071 Granada

Tlf.: 958 243 930 - 958 246 220

editorial.ugr.es

ISBN: 978-84-338-7505-1

Dep. legal: Gr./178-2025

Edita: Editorial Universidad de Granada

Campus Universitario de Cartuja. Granada

Maquetación: Tarma, estudio gráfico. Granada

Diseño de cubierta: Tarma, estudio gráfico. Granada

Printed in Spain

Impreso en España

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

A Asier y Víctor, mi motivación e inspiración
A Beatriz, mi amor, mi compañera
A mi familia, origen de coordenadas

Índice

Prólogo	13
Introducción	17
Un recorrido histórico por la inteligencia artificial	21
Sección 1.1: Definiendo la Inteligencia Artificial ...	24
Sección 1.2: Recorrido histórico	28
Sección 1.3: Hitos recientes	33
Sección 1.4: Las dos inteligencias artificiales	37
Aprendizaje computacional	39
Sección 2.1: De la programación tradicional al aprendizaje computacional	42
Sección 2.2: Aprendizaje no supervisado - Aprender por uno mismo	49
Descubrimiento de grupos	50
Descubrimiento de asociaciones	51
Sección 2.3: Aprendizaje supervisado - Aprender con un mentor	53
Sección 2.4: Aprendizaje por refuerzo - Aprender experimentando	58

Redes neuronales y aprendizaje profundo	63
Sección 3.1: Redes Neuronales - El	
cerebro del aprendiz	65
Redes neuronales convolucionales	68
Redes neuronales recurrentes	69
Aprendizaje por refuerzo profundo	70
Sección 3.2: Redes generativas -	
Preparando trampantojos	71
Redes generativas adversarias	72
Modelos de difusión	74
Sección 3.3: Conceptos avanzados -	
Cocina de vanguardia	76
Arquitecturas de atención y transformadores ...	77
Autocodificadores	79
Ajuste fino y aprendizaje por transferencia	80
Procesamiento del lenguaje natural	83
Sección 4.1: Preparación de texto -	
Preparando los ingredientes	85
Sección 4.2: Codificación del texto	88
Encajes léxicos.....	91
Sección 4.3: Grandes modelos de lenguaje	94
El proceso de generación de texto	97
Limitaciones de los grandes modelos	
de lenguaje	99
Sección 4.4: Aplicaciones sobre el lenguaje	102

Inteligencia artificial generativa	107
Sección 5.1: Las otras dos inteligencias artificiales	110
Sección 5.2: Modelos fundacionales.....	114
Sección 5.3: <i>Chatbots</i> y asistentes virtuales	120
Sección 5.4: Generación de imágenes, audio y vídeo	123
Herramientas y para la generación de imágenes.....	125
Texturas variadas: Explorando audio y video ...	127
El sabor agridulce: Limitaciones y controversias	128
Interacción con IA generativa	131
Sección 6.1: Interacción e ingeniería de <i>prompts</i>	133
Sección 6.2: Elementos de nuestras instrucciones	136
Incluyendo ejemplos en las instrucciones.....	138
Elementos adicionales (condimentos) de una instrucción	139
Sección 6.3: Estructuras de instrucciones y conversaciones	142
Sección 6.4: Consejos para diseñar instrucciones	146
Conclusiones y cierre	149
Sección 7.1: Limitaciones técnicas	151
Sección 7.2: Preocupaciones éticas	155
Sección 7.3: Nuestro uso	162

Prólogo

En el menú de las ciencias de la computación, hay un plato que ha comenzado a captar la atención de comensales curiosos de todo el mundo: la inteligencia artificial (IA). Pero, como sucede con las recetas más elaboradas, el verdadero arte de la IA radica en la combinación de algunos ingredientes: algoritmos, datos, modelos de aprendizaje y, sobre todo, una buena dosis de creatividad e innovación.

La IA que tiene su origen en la mitad del siglo XX se ha convertido en un motor clave para el progreso y está teniendo un gran impacto en numerosos aspectos de nuestra vida diaria. Usamos de forma cotidiana desde asistentes virtuales hasta sistemas de recomendación en plataformas de streaming. Hoy en día, la IA está integrada en múltiples sectores, desde la medicina, donde ayuda en diagnósticos y desarrollo de medicamentos, hasta la industria, donde optimiza la producción y automatiza tareas.

Este libro acerca la IA a las personas a través de analogías con el mundo de la gastronomía, un mundo verdaderamente cercano y conocido por todos. Así como cocinar es una mezcla de ciencia, técnica y arte, la IA requiere de la combinación de conocimientos que proceden de diferentes campos, así como de la intuición y la experimentación.

Cada capítulo de este libro es una receta que tiene como objetivo no solo explicar los fundamentos de la IA, sino también mostrar cómo estos conceptos se pueden aplicar en diferentes contextos. Porque, al igual que una buena comida, la IA puede disfrutarse de diferentes formas: desde el aficionado que experimenta con recetas conocidas, hasta el profesional que busca nuevas ideas para sus propios proyectos.

Desde sus orígenes, la IA ha estado rodeada de muchos mitos, con criaturas artificiales y promesas de máquinas pensantes que rivalizan con la inteligencia humana. Sin embargo, la realidad ha sido un viaje lleno de desafíos, descubrimientos y avances sorprendentes. En este libro, el autor hace un recorrido por ese viaje, desde los primeros intentos de crear máquinas inteligentes hasta los hitos más recientes que han llevado a la IA a un nivel de sofisticación impensable hace unas décadas.

Las analogías culinarias a lo largo del libro ayudan a comprender conceptos que en muchas ocasiones son complejos. Así como en una receta cada ingrediente cumple una función específica, en el mundo de la IA, los datos y los algoritmos trabajan en conjunto para lograr resultados sorprendentes. Por ejemplo, los algoritmos de aprendizaje supervisado pueden compararse con un cocinero que sigue las instrucciones precisas de una receta,

mientras que el aprendizaje no supervisado se asemeja más a un chef que improvisa en la cocina, buscando descubrir nuevos sabores a partir de ingredientes conocidos. Y cuando hablamos de IA generativa, el concepto se acerca a la innovación culinaria más vanguardista, donde el chef crea nuevas recetas nunca antes vistas, sorprendiendo tanto a expertos como a principiantes.

En este libro cada capítulo añade un nuevo “ingrediente” al plato de la IA. Empieza con una visión histórica de la IA, pues no hay mejor forma de entender hacia dónde vamos que entendiendo de dónde venimos. Luego, profundiza en el aprendizaje computacional, que es una nueva forma de abordar los problemas y la base del reconocimiento de patrones y el procesamiento de grandes volúmenes de datos de la IA actual. Y a continuación, se adentra en diferentes platos gourmet como son el aprendizaje profundo y la IA generativa.

En definitiva, este libro surge de la necesidad de que cualquier persona pueda entender cómo funciona la IA sin tener conocimientos de alto nivel en IA. Y hace una invitación a la reflexión constante, ya que la IA es mucho más que fórmulas matemáticas y algoritmos: es un campo lleno de oportunidades, preguntas y, sobre todo, creatividad.

Espero que con este recorrido por los sabores de la IA el lector pueda disponer de una visión general del estado actual en el que se encuentra la IA y las posibilidades que nos presenta la IA, así como su impacto. Agradezco a José Luis Verdegay Galdeano, director de la Colección Tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad de Granada, la invitación a escribir este prólogo, ha sido todo un honor, y a Enrique Onieva Caracuel, profesor de

la Universidad de Deusto, la iniciativa de esta obra que no me cabe duda de que tendrá mucho éxito.

¡Buen provecho!

Alicia Troncoso Lora

Presidenta de la Asoc. Española de Inteligencia Artificial

Catedrática de Lenguajes y Sistemas Informáticos

Universidad Pablo de Olavide, de Sevilla

Introducción

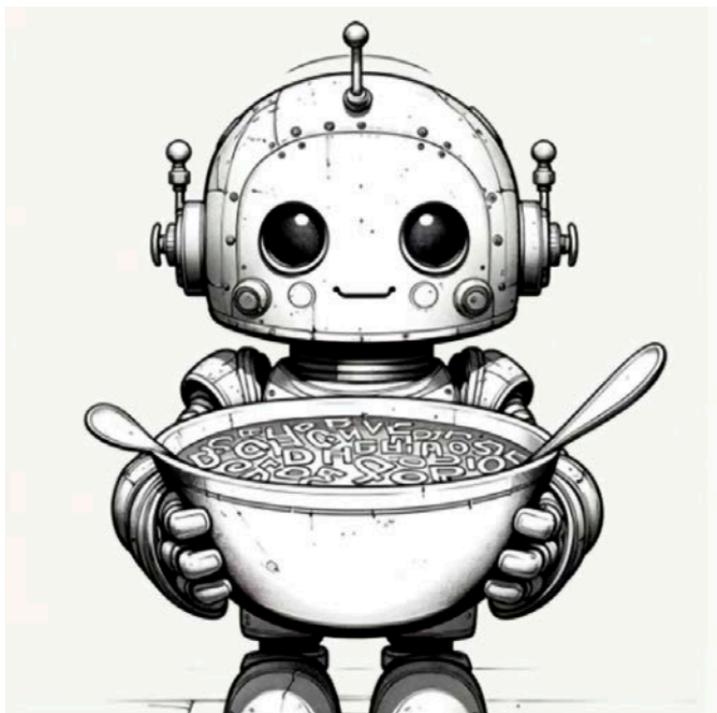


Imagen generada con Dall-E a través de ChatGPT: una ilustración en blanco y negro de un robot adorable sosteniendo un tazón grande de sopa de letras, con una expresión amigable y simplista.

La Inteligencia Artificial (IA), una rama que busca desarrollar máquinas con capacidades de pensamiento, aprendizaje y toma de decisiones similares a las humanas, ha despertado el apetito de los paladares más apasionados y curiosos de la tecnología. Este libro ofrece una visión clara y accesible de la IA, utilizando analogías culinarias para explicar conceptos complejos de manera sencilla y cercana, lo que inspira el juego de palabras en su título. Así como alimentarnos es vital y cotidiano, pero también un espacio para el encuentro y el diálogo, este libro pretende ser alimento para la mente, ofreciendo conocimientos y reflexiones que espero disfrute y pueda compartir.

Este libro no pretende únicamente explicar conceptos, sino que espero mantener un diálogo cercano con usted, el lector. Le propondré sumergirse en situaciones imaginativas —a veces inverosímiles— que ayudarán a clarificar cómo funcionan los métodos detrás de los avances más recientes en este campo. A medida que explore cada capítulo, espero que descubra una nueva forma de ver la IA, reflexionando sobre cómo estos desarrollos impactan en nuestra vida cotidiana.

Un algoritmo¹ se define como un conjunto de instrucciones o reglas no ambiguas, ordenadas y finitas, que permiten solucionar un problema, realizar un cómputo, procesar datos o ejecutar otras tareas. Dado un estado inicial y unos valores de entrada, al seguir los pasos sucesivos marcados por el algoritmo se llega a un estado final, obteniendo una solución. A efectos didácticos, y salvando las diferencias, podemos entender un algoritmo

1 <https://dle.rae.es/algoritmo>

como una receta detallada y precisa que, seguida por un cocinero (en este caso, un computador) de manera metódica y literal, dará como resultado el plato esperado. Inspirado por esta sencilla pero poderosa idea, este libro pretende extenderla hacia los desarrollos más actuales de la IA, haciéndolos asequibles y comprensibles para el gran público.

La IA es un campo de estudio que busca imitar las capacidades humanas de percepción, pensamiento y toma de decisiones. Como un chef que combina ingredientes, los desarrolladores emplean algoritmos, datos y fórmulas matemáticas para construir sistemas capaces de ejecutar tareas que suelen requerir inteligencia. Estas tareas incluyen reconocer objetos en imágenes, entender el lenguaje, resolver problemas y aprender de experiencias previas. Hoy, las computadoras no solo siguen las recetas definidas por programadores, sino que también aprenden de la experiencia, ajustan los ingredientes según los resultados y hasta crean nuevas recetas nunca antes escritas.

Seguramente ya habrá oído hablar de las recientes aplicaciones de la IA generativa, que pueden crear textos, imágenes y otros contenidos de una manera diversa, original y convincente. Aunque dedicaremos un capítulo a ellas, he decidido incorporar ilustraciones generadas por IA a lo largo de las diferentes secciones del libro. Estas ilustraciones, además de resumir la esencia de cada sección, ofrecen una muestra práctica de las posibilidades de esta tecnología. A través de situaciones que combinan la cocina y la robótica, las imágenes sirven como una metáfora visual que complementa el propósito central del libro.

Espero que disfrute del recorrido que le propongo, desde los inicios de la IA hasta sus desarrollos más actuales. Cada capítulo es un pequeño bocado con el que podrá saborear cómo las máquinas han pasado de simplemente seguir recetas a improvisar y crear nuevas, abriendo un mundo de posibilidades que transforma nuestra realidad.

Este libro no habría sido posible sin la ayuda de José Luis Verdegay y la editorial Universidad de Granada, a quien agradezco profundamente la confianza depositada en mí. También quiero expresar mi gratitud por el constante ánimo y respaldo de los miembros del grupo de investigación Deusto Smart Mobility, así como de los compañeros de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto. Finalmente, quiero extender mi más profundo agradecimiento a familiares y amigos, cuyo cariño, paciencia y apoyo incondicional me han acompañado durante todo este proceso. Sin el aliento constante de todos ellos, este proyecto no habría sido posible: sois el ingrediente principal de mi felicidad.

CAPÍTULO 1

Un recorrido histórico por la inteligencia artificial



Imagen generada con Dall-E a través de ChatGPT: un robot vintage en un templo egipcio antiguo, sosteniendo una antorcha. Columnas decoradas con jeroglíficos con matices culinarios. Estilo mezcla de retro futurismo.

La idea de máquinas que se comportan como seres humanos ha sido un tema recurrente en nuestra cultura y literatura a lo largo de la historia. Sin embargo, sólo gracias a los avances tecnológicos del siglo XX empezamos a ver progresos significativos hacia esa visión. El desarrollo de las ciencias de la computación, las telecomunicaciones y la electrónica ha marcado el inicio de lo que hoy conocemos como la era digital.

Esta era digital ha transformado nuestras vidas, trayendo consigo computadoras y redes de comunicación que ahora forman parte de nuestra rutina diaria. En los hogares, ha introducido dispositivos como electrodomésticos inteligentes, vehículos con asistencia a la conducción, relojes inteligentes y, por supuesto, computadoras y teléfonos inteligentes. Estos avances no solo han simplificado nuestras tareas diarias, sino que también han transformado nuestra sociedad al crear un universo digital que redefine la forma en que actuamos. Internet ha democratizado el acceso a la información, permitiendo que cualquier persona conectada pueda acceder a una cantidad ilimitada de conocimiento, transformando así la educación y la investigación. Las publicaciones en línea, blogs, podcasts y redes sociales han surgido como alternativas a los medios de comunicación tradicionales, permitiendo a los usuarios consumir, crear y compartir contenido rápidamente. Esto ha fomentado opiniones diversas, eliminado barreras geográficas, facilitado la creación de comunidades con intereses comunes y promovido nuevas formas de activismo social y político.

Un elemento común en estos avances es la presencia de los datos. Éstos se generan detrás de cada acción en el mundo digital, desde visitar una web hasta interactuar en una red social, y son susceptibles de ser recopilados,

almacenados y analizados, con diferentes fines. Estos datos son el recurso con el que trabajan algoritmos que estudian patrones y comportamientos para mejorar la experiencia del usuario, ofrecer recomendaciones, productos y contenidos, entre otros. En la otra cara de la moneda, la privacidad y seguridad de la información son un desafío importante en la era digital. Legislaciones como el Reglamento General de Protección de Datos² en Europa (una ley que protege la privacidad de las personas para que las empresas usen sus datos de manera segura y con su consentimiento), así como otras similares en diferentes partes del mundo buscan abordar estas preocupaciones, garantizando que la información se maneje de manera ética y segura.

Así como la cocina se transformó en el pasado gracias a la llegada de nuevos ingredientes de regiones lejanas, y el desarrollo de herramientas más avanzadas, como cuchillos de acero o molinos para especias, la IA ha avanzado a medida que sus componentes clave lo han hecho. Estos elementos son la mayor disponibilidad de datos, la mejor capacidad de procesamiento de los dispositivos modernos y el desarrollo de algoritmos más avanzados. Estos elementos han permitido a las máquinas procesar información de manera más rápida e inteligente, lo que permite que la IA se extienda a prácticamente todos los sectores de la sociedad.

Tenemos preparada la mesa para nuestra experiencia culinaria. Iniciemos nuestro menú con un primer plato repleto de historia, descubriendo los orígenes y la evolución de la IA.

2 <https://gdpr-info.eu/>

SECCIÓN 1.1: Definiendo la Inteligencia Artificial

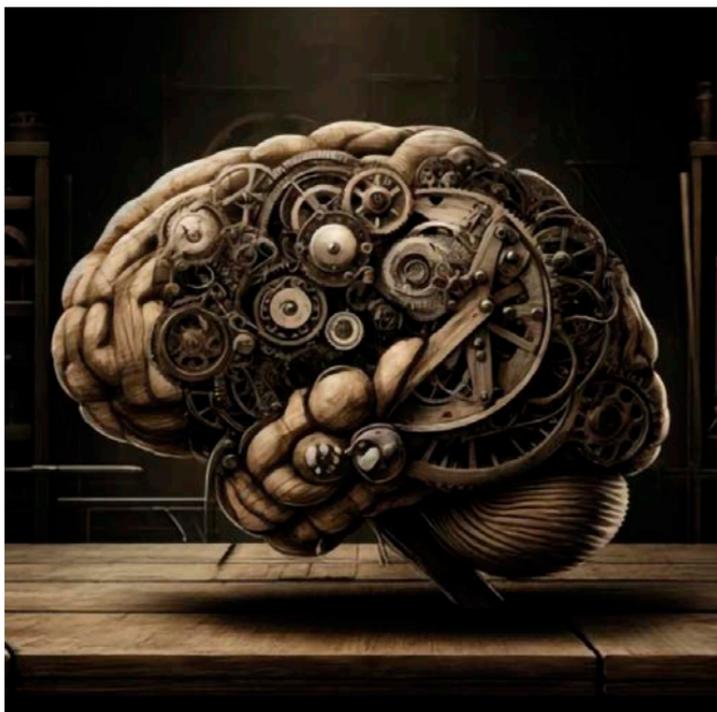


Imagen generada con Dall-E a través de ChatGPT: un cerebro biomecánico fusionando elementos orgánicos con engranajes y mecanismos metálicos. Estilo steampunk, sobre una mesa de madera en un taller.

Como primer bocado, intentaremos definir qué es la IA, un reto similar a definir la propia inteligencia humana. La inteligencia no es simple, ni binaria; es una combinación de habilidades y comportamientos que vemos en seres que consideramos inteligentes. De haber una definición universalmente aceptada de inteligencia, la definición de IA simplemente añadiría que está “realizada por una máquina”. No obstante, el término “inteligencia artifi-

cial” se acuñó en los años 50. Desde entonces, la IA ha evolucionado desde simples máquinas que realizan tareas repetitivas hasta sistemas complejos capaces de aprender, adaptarse y tomar decisiones. Sin embargo, la IA todavía no ha logrado replicar la complejidad y profundidad del pensamiento humano.

La inteligencia humana tiene múltiples facetas, incluyendo el razonamiento lógico³, la resolución de problemas, la percepción de situaciones complejas, el aprendizaje, a partir de información o experiencia, la planificación, la adaptación a los cambios y la creatividad, entre otras. Estas habilidades involucran procesos cognitivos, emocionales y sociales, que en conjunto forman lo que llamamos inteligencia. Por otro lado, la IA busca emular estos procesos mediante algoritmos. De una manera sencilla, la IA puede entenderse como técnicas que permiten a las máquinas imitar habilidades de la inteligencia humana. Dentro de la IA, diferentes especialidades se enfocan en simular aspectos concretos de la inteligencia humana, utilizando técnicas y métodos específicos. Por ejemplo:

- Los sistemas expertos utilizan bases de conocimiento detalladas y métodos de inferencia o razonamiento lógico para resolver problemas que típicamente requieren de un conocimiento experto humano. Similar a un sumiller que, usando su conocimiento y experiencia, recomienda el vino perfecto para acompañar una comida, basándose en las características del vino y los sabores de los platos.

3 El razonamiento lógico es la capacidad de pensar de manera ordenada y estructurada para resolver problemas, como resolver un rompecabezas o tomar decisiones basadas en hechos.

- Los algoritmos de agrupamiento buscan organizar elementos de manera que aquellos dentro del mismo grupo sean más similares entre sí que con los de otros grupos. Emulando a un chef que ordena ingredientes o especias según sus sabores, para facilitar su uso en la cocina.
- Los algoritmos de aprendizaje supervisado permiten a la IA identificar patrones a partir de los datos, como un aprendiz que estudia recetas que explican claramente cómo hacer cada plato. Al practicar repetidamente, el aprendiz se familiariza con ingredientes y pasos a seguir. Después de estudiar muchas recetas, podrá empezar a cocinar nuevos platos por sí mismo.
- El aprendizaje por refuerzo incluye algoritmos que permiten a la IA aprender a tomar decisiones mediante la experimentación y la recepción de valoraciones, tanto positivas como negativas. Como un chef que ajusta su receta basándose en los comentarios de los clientes y las críticas para mejorar los platos de su carta.
- El procesamiento del lenguaje natural permite que las máquinas entiendan y generen lenguaje humano, el cual es inherentemente ambiguo y dependiente del contexto. Por ejemplo, si un chef recibiera la comanda de “una selección de platos para 3 personas”, deberá interpretarla de manera diferente si se trata de un grupo de 3 amigos, o de una pareja y un niño, si es un desayuno, un almuerzo o una cena... entre otros factores.

Estos son sólo algunos ejemplos de la gama de “recetas” de la IA. Cada una con sus propios ingredientes, pero todas con el objetivo común de crear máquinas capaces actuar y reaccionar de una manera que podamos llamar

inteligente. A lo largo de este libro trataremos de explorar cómo se aplican en diferentes contextos, y discutiremos tanto los desafíos y como las oportunidades que presentan. Este es el aperitivo previo al banquete de ideas por venir.

SECCIÓN 1.2: Recorrido histórico



Imagen generada con Dall-E a través de ChatGPT: la evolución de robots en una cocina, desde pequeño a chef, rodeados de utensilios y alimentos. Estilo retro-ilustrativo.

Sigamos degustando el pasado, detallando cómo ha evolucionado la IA desde su origen hasta nuestros días. La historia de la IA se remonta a tiempos antiguos, marcados por relatos sobre autómatas y máquinas diseñadas para imitar comportamientos humanos, mostrando así un interés temprano en las entidades autónomas⁴. Durante siglos,

4 <https://www.0223.com.ar/nota/2021-10-3-13-56-0-un-automata-en-la-antigua-grecia>

filósofos y científicos han explorado la idea de automatizar la inteligencia humana. En el siglo XVII, el matemático y filósofo René Descartes especuló sobre la capacidad de las máquinas de mostrar comportamientos inteligentes, más adelante, encontramos ejemplos de inventores del siglo XVIII, como Jacques de Vaucanson, quien creó un pato autómatas que imitaba la digestión, o Wolfgang von Kempelen, famoso por su autómatas que simulaba jugar al ajedrez, sorprendieron al público de la época⁵.

El siglo XX trajo consigo innovaciones significativas, y fue en la década de 1940 cuando Alan Turing introdujo la “Máquina de Turing”⁶, estableciendo las bases teóricas para la computación moderna y la IA. Su concepto de un dispositivo que realiza cálculos automáticamente fue esencial para el desarrollo de las primeras computadoras. Turing también exploró el concepto de que las máquinas pudieran simular el pensamiento humano, un tema que exploró en su conocido ensayo sobre el test de Turing. Éste evalúa si una máquina puede mantener una conversación que suene tan natural que un observador no pueda diferenciarla de la de un humano. La contribución de Turing no sólo impulsó avances tecnológicos, sino que también provocó importantes debates filosóficos sobre la naturaleza de la mente y las máquinas. Para comprender este concepto, imagine que le presentan dos pizzas: una

5 <https://www.jugamostodos.org/index.php/noticias-en-espana/en-los-medios/10958-el-turco-automata-de-kempelen>

6 Una Máquina de Turing es un concepto teórico que describe una máquina capaz de realizar cálculos y resolver problemas siguiendo una serie de reglas, siendo un modelo básico para entender cómo funcionan las computadoras.

elaborada por un chef y otra producida industrialmente por una máquina. Si come de ambas sin saber cuál es cuál y no logra distinguir entre la pizza del chef y la hecha en serie, podríamos decir que la máquina habría superado esta versión culinaria del Test de Turing.

En la década de 1950, el término “Inteligencia Artificial” fue oficialmente acuñado, durante la conferencia de Dartmouth, marcando el nacimiento de la IA como campo de estudio. A partir de entonces, se desarrollaron los primeros programas dedicados a esta disciplina. Sin embargo, durante las décadas siguientes, la investigación en IA experimentó altibajos, períodos conocidos como “inviernos de la IA”. Éstos fueron períodos en los que hubo un descenso significativo en la financiación y el apoyo a la investigación en IA, debido a expectativas no cumplidas, limitaciones técnicas y falta de aplicaciones prácticas. Además, el escepticismo y las críticas sobre la viabilidad de replicar el pensamiento humano con máquinas también contribuyeron a la falta de apoyo financiero y académico. Durante estos períodos, el progreso en IA se ralentizó, no paró, y muchos proyectos se vieron interrumpidos o cancelados. No obstante, las barreras que provocaron los inviernos se superaron en gran medida gracias a los avances en la tecnología de computación y en los algoritmos. Esto ha facilitado un resurgimiento de la IA en el siglo XXI. Los sistemas de aprendizaje profundo han demostrado ser especialmente efectivos en diversas tareas (dedicaremos secciones posteriores a su desarrollo), desde el reconocimiento de voz y de imágenes hasta la toma de decisiones en vehículos autónomos. Estos avances han integrado cada vez más la IA en nuestra vida cotidiana y en diversos sectores industriales, generando

debates continuos sobre las implicaciones éticas, sociales y económicas de esta tecnología.

A continuación, presentamos un breve y conciso recorrido histórico, destacando los avances sobre los que se fundamenta la IA actual. Es posible que algunas palabras técnicas aparezcan en este recorrido; sin embargo, cada una de estas áreas será definida y explicada en los capítulos siguientes.

- En la década de 1950, se establecieron los cimientos de muchas técnicas que son fundamentales hoy en día. El perceptrón, modelo básico de red neuronal fue desarrollado en 1958, marcando el inicio de la exploración en este campo. Al mismo tiempo, el problema del *multi-armed bandit* sembró la semilla del aprendizaje por refuerzo, área donde los sistemas aprenden mediante la interacción con su entorno. Además, la regresión lineal, cuyo uso en estadística se remonta a siglos anteriores, comenzó a ser aplicada en el aprendizaje supervisado, demostrando su capacidad para hacer predicciones a partir de datos.
- En la década de 1960, se lograron avances como ELIZA, uno de los primeros *chatbots* que simulaba conversaciones; o el algoritmo *K-means*, fundamental en aprendizaje no supervisado.
- En la década de 1970 se introdujo el algoritmo de retro-propagación, básico para el entrenamiento de redes neuronales, así como en 1979, se desarrolló el primer sistema experto, MYCIN, para diagnosticar infecciones bacterianas y recomendar tratamientos.
- Las décadas de los 1980 y 1990 trajeron varios hitos notables, como la introducción de las redes neuronales

multicapa, los autocodificadores, y el desarrollo de las redes neuronales recurrentes y convolucionales. Por otra parte, se desarrolló el algoritmo *Q-learning*, que es clave para el aprendizaje por refuerzo.

- En las décadas de 2000 y 2010, se desarrollaron avances esenciales para el procesamiento de texto, como analizadores léxicos avanzados, métodos de codificación numérica de palabras, los transformadores y los mecanismos de atención, surgiendo los primeros grandes modelos de lenguaje. También, se combinaron métodos de aprendizaje por refuerzo con aprendizaje profundo, dando lugar al aprendizaje por refuerzo profundo. Por otra parte, se introdujeron las redes generativas adversarias y los fundamentos de los mecanismos de difusión, semilla de actuales IA generativas de imágenes.
- En lo que va de los años 2020, hemos sido testigos de mediáticos avances en el ámbito de la IA generativa. Lanzamientos de modelos de lenguaje con capacidades sin precedentes de comprensión y generación de texto, revolucionando el campo de los *chatbots*, modelos capaces de generar imágenes a partir de descripciones, compitiendo con ilustradores profesionales, progresos significativos en la generación de vídeo sintético. Estos avances han marcado un hito en las capacidades de la IA, así como han traído una adopción, y preocupación por parte de los usuarios, empresas y administraciones nunca vista.

SECCIÓN 1.3: Hitos recientes

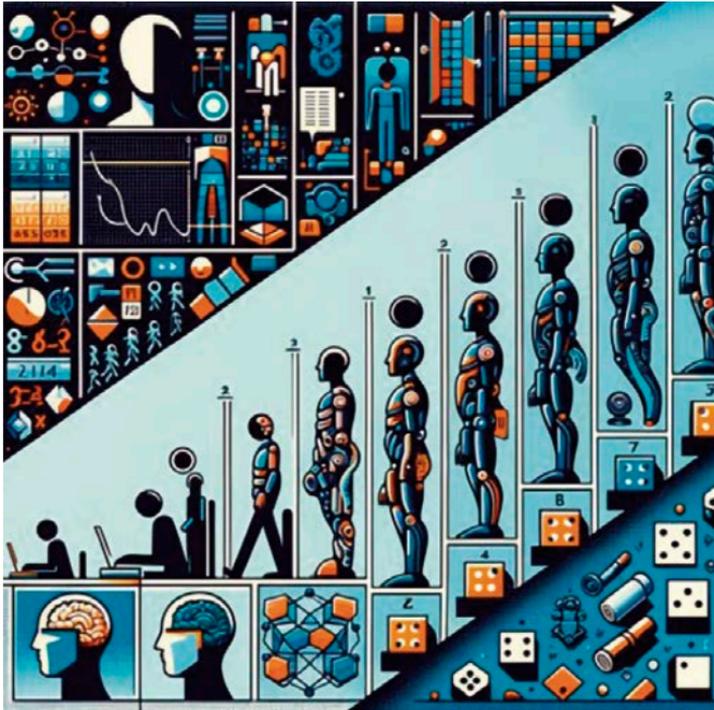


Imagen generada con Dall-E a través de ChatGPT: la evolución humana y tecnológica en un diagrama escalonado. Mezcla de figuras humanas, robots y símbolos científicos en estilo infográfico.

Avanzamos a platos más actuales, destacando los hitos recientes que han marcado la era moderna de la IA. En las últimas décadas, la tecnología ha llevado a la IA a desafiar e incluso superar las habilidades humanas en varios campos. Desde juegos de estrategia hasta creaciones artísticas, las máquinas han demostrado capacidades que rivalizan con las humanas. Esta sección destaca algunos de los momentos más significativos en esta “batalla”

entre humanos y máquinas, donde la IA ha redefinido los límites de la creatividad, la estrategia y la habilidad.

Uno de los primeros hitos fue en 1997, cuando la supercomputadora Deep Blue de IBM derrotó al campeón mundial de ajedrez, Garry Kasparov. Fue comparable a ver un robot elaborando un gazpacho tradicional mejor que un chef experimentado. Este evento marcó el comienzo de una era en la que las máquinas compiten, y superan en algunos casos a los humanos en tareas que requieren inteligencia. La repercusión del hecho fue profunda, mostrando el potencial de la IA al mundo entero en tareas que requieren planificación y toma de decisiones complejas.

Avanzando a 2005, Stanley, un vehículo autónomo desarrollado por la Universidad de Stanford, ganó el Gran Desafío DARPA. Una competición organizada por la agencia de investigación del gobierno de EE.UU., donde vehículos autónomos trataban de completar un recorrido sin intervención humana. Fue como ver un robot manejar utensilios con destreza profesional. Este hito nos hizo imaginar vehículos que se pueden conducir sin intervención humana.

Watson fue un sistema de IBM que triunfó en “Jeopardy!”, un programa de televisión basado en preguntas tipo Trivial. Esto ocurrió en 2011, a base de procesar una gran cantidad de información para dar respuestas acertadas, como un chef organizando un inmenso y complejo recetario con rapidez y precisión. Este logro abrió la esperanza sobre la capacidad de entender el lenguaje natural por parte de las máquinas, así como la de razonar para dar respuestas correctas y coherentes.

DeepFace, lanzado por Facebook en 2014, fue un software de reconocimiento facial basado en redes neuronales capaz de identificar individuos en fotos con precisión, como el camarero que recuerda los gustos de los comensales habituales, ofreciendo un trato personalizado. Este avance generó expectativas de mejoras en la personalización de servicios, pero también suscitó preocupaciones sobre la privacidad y el uso indebido de datos biométricos⁷.

En 2016, AlphaGo, desarrollado por DeepMind, marcó un hito al derrotar al campeón mundial de Go, Lee Sedol. El Go es un antiguo juego de mesa que requiere estrategia, de una complejidad mayor a la del ajedrez. De manera análoga a Deep Blue, pero con una complejidad similar a la elaboración de un pastel de bodas con múltiples pisos, decoración detallada y ensamblaje preciso realizado por una máquina. AlphaGo venció con tácticas sorprendentes, abriendo posibilidades a la combinación de creatividad y pensamiento estratégico en las máquinas. Un año después, OpenAI desarrolló un programa capaz de superar a jugadores humanos en el popular juego Dota 2, un videojuego de estrategia multijugador por equipos, mostrando adaptabilidad y toma de decisiones rápidas y precisas en situaciones complejas. Es como ver a un chef que trabaja con soltura en una caótica cocina, gestionando múltiples comandas con ajustes constantes. Este hito inspiró confianza en que la IA pudiera abordar desafíos en tiempo real y en entornos dinámicos.

7 Los datos biométricos son características físicas como la forma del rostro, las huellas dactilares o el iris, que permiten identificar a una persona de una manera única.

En 2019, Facebook en colaboración con la Universidad Carnegie Mellon presentaron Pluribus, que superó a jugadores profesionales de póker. Un entorno en el que se requiere de estrategia, intuición y habilidades para leer a los oponentes. Fue como un chef que interpreta las reacciones de sus comensales y ajusta el menú a sus gustos. El mismo año, OpenAI lanzó GPT-3, un modelo que genera texto en función de una orden dada, que podía realizar tareas de redacción, traducción y programación con precisión; como un chef que combina ingredientes para crear recetas innovadoras. Este avance promovió la ilusión de automatización de tareas, pero también trajo preocupaciones sobre su posible uso para desinformación y manipulación.

Un año después, en 2020, DeepMind presentó Agent57, que superó a las personas en los 57 juegos clásicos de Atari, destacando por su adaptabilidad en situaciones con diferentes reglas y objetivos. Este avance sugirió la posibilidad de IA más versátil, que pudieran manejar diferentes tareas con eficacia.

En 2021, OpenAI presentó DALL-E, un modelo basado en GPT-3 que combina parejas de imágenes y texto, capaz de generar imágenes plausibles a partir de frases, abriendo la carrera de la IA generativa de imágenes. También, a finales de ese año, OpenAI lanzó ChatGPT, un sistema conversacional avanzado que puede generar diálogos, responder preguntas y proporcionar explicaciones de forma interactiva. Este lanzamiento representó un hito importante, similar a un restaurante automatizado que puede atender cualquier comanda y servir platos perfectamente preparados.

SECCIÓN 1.4: Las dos inteligencias artificiales

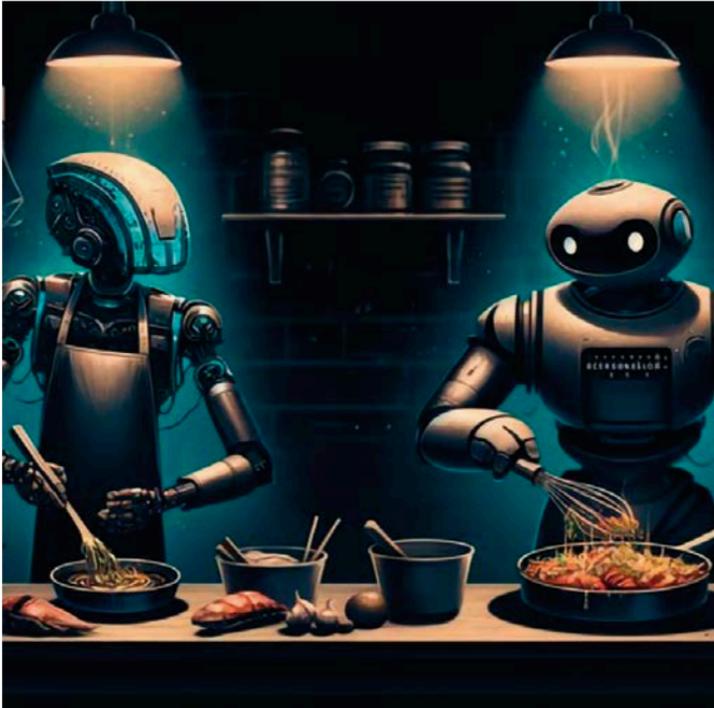


Imagen generada con Dall-E a través de ChatGPT: dos robots cocinando juntos bajo luces colgantes en una cocina moderna. Estilo futurista con ambiente cálido y detallado.

Para cerrar nuestro primer capítulo, distingamos entre dos tipos de IA, como dos estilos de cocina. La IA ha evolucionado a lo largo de los años, y su clasificación se ha dividido en dos categorías principales:

1. La IA estrecha se puede comparar con un cocinero especializado en una receta, como el cochinitillo segoviano, pero incapaz de improvisar o cambiar de menú. Por

ejemplo, Deep Blue, el maestro del ajedrez que derrotó al campeón mundial en 1996, no podría competir en otros juegos como el parchís, ni hacer un huevo frito, ya que su programación estaba orientada al ajedrez.

2. Por otro lado, la IA general es como un chef que cocina desde una paella hasta sushi. Mientras que la primera se centra en tareas concretas, la segunda busca emular la versatilidad de la inteligencia humana. Ésta es quizás una de las mayores aspiraciones de investigadores en el campo, buscando que las máquinas tengan la capacidad de desenvolverse bien en diferentes dominios, de manera similar a cómo lo hace un ser humano. En lugar de ser expertos en una sola tarea, estas IA podrán adaptarse y aprender nuevas habilidades o pensar de manera abstracta. Una IA general podría, en teoría, planificar menús completos, gestionar inventarios de cocina, e improvisar recetas según las preferencias de los comensales.

Actualmente, algunas herramientas, como ChatGPT, sugieren un primer atisbo hacia el desarrollo de una IA general debido a su habilidad para interactuar y aprender de conversaciones en una amplia gama de temas. Sin embargo, estos sistemas aún enfrentan limitaciones, como comprender información contextual y aplicar conocimientos a situaciones completamente nuevas. Replicar la amplia gama de capacidades humanas en una máquina es una tarea extremadamente compleja. Además, la ética en el diseño y uso de estas tecnologías se ha convertido en una preocupación creciente. Las decisiones tomadas por sistemas autónomos podrían tener implicaciones en varios aspectos de las personas, si no se aplican criterios justos o éticos.