

# KAI-FU LEE

---

BESTSELLER DEL **NEW YORK TIMES**

---

# SUPERPOTENCIAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL



## CHINA, SILICON VALLEY Y EL NUEVO ORDEN MUNDIAL

Traducción de Mercedes Vaquero

DEUSTO

# **Superpotencias de la inteligencia artificial**

China, Silicon Valley  
y el nuevo orden mundial

**KAI-FU LEE**

Traducción de Mercedes Vaquero



EDICIONES DEUSTO

Título original: *AI Superpowers*

© 2018, Kai-Fu Lee. Todos los derechos reservados.

© de la traducción: Mercedes Vaquero Granados, 2020

© Editorial Planeta, S.A., 2020

© de esta edición: Centro de Libros PAFP, SLU.

Deusto es un sello editorial de Centro de Libros PAFP, SLU.

Av. Diagonal, 662-664

08034 Barcelona

[www.planetadelibros.com](http://www.planetadelibros.com)

ISBN: 978-84-234-3131-1

Depósito legal: B. 1.249-2020

Primera edición: febrero de 2020

Preimpresión: Realización Planeta

Impreso por Black Print

Impreso en España - *Printed in Spain*

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con CEDRO a través de la web [www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com) o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

# Sumario

---

<b>Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>1. El momento Sputnik de China .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Imitadores en el Coliseo .....</b>	<b>39</b>
<b>3. El universo alternativo de internet de China .....</b>	<b>74</b>
<b>4. Historia de dos países .....</b>	<b>112</b>
<b>5. Las cuatro olas de IA .....</b>	<b>141</b>
<b>6. Utopía, distopía y la verdadera crisis de la IA .....</b>	<b>186</b>
<b>7. La sabiduría del cáncer .....</b>	<b>231</b>
<b>8. Un plan para la coexistencia del hombre con la IA ....</b>	<b>257</b>
<b>9. Nuestra historia global de la IA.....</b>	<b>293</b>
<b>Agradecimientos .....</b>	<b>301</b>

## El momento Sputnik de China

El adolescente chino con gafas de montura cuadrada parecía un héroe improbable para librar la última batalla de la humanidad. Vestido con un traje negro, camisa blanca y corbata también negra, Ke Jie permanecía desplomado en su asiento, frotándose las sienes y dándole vueltas al problema que tenía delante. Por lo general, aquel joven de diecinueve años estaba tan lleno de confianza que rozaba la arrogancia, pero esta vez, se estaba retorciendo en su silla de cuero. En realidad, parecía un simple chaval de instituto agonizando ante una prueba irresoluble de geometría.

Pero esa tarde de mayo de 2017, libraba una lucha sin cuartel contra una de las máquinas más inteligentes del mundo, Alpha-Go, un centro neurálgico de inteligencia artificial respaldado por la compañía de tecnología más importante del mundo: Google. El campo de batalla era un tablero pautado de diecinueve por diecinueve, habitado por piedrecitas blancas y negras, la materia prima del engañosamente complejo juego Go. Durante la partida, dos jugadores se alternan en colocar piedras en el tablero, intentando rodear las piedras del oponente. Ningún humano en la Tierra podía hacer esto mejor que Ke Jie, pero ese día se enfrentaba a un jugador de Go en un nivel que nadie había visto antes.

Se cree que el Go se inventó hace más de 2.500 años, su historia se remonta en el tiempo más allá que cualquier otro juego de mesa al que se siga jugando en la actualidad. En la antigua China, el Go representaba una de las cuatro formas de arte que cualquier erudito chino debía dominar. Se creía que el juego imbuía a sus jugadores de un refinamiento intelectual y una sabiduría similar a la del Zen. Allí donde los juegos como el ajedrez occidental son burdamente tácticos, el juego de Go se basa en el posicionamiento paciente y en el lento involucramiento, que lo convierten en una forma de arte, en un estado mental.

La profundidad de la historia del juego de Go se corresponde con su dificultad. Sus reglas básicas se pueden establecer en sólo nueve frases, pero el número de posibles posiciones en un tablero Go excede el número de átomos de todo el universo.<sup>1</sup> La complejidad del árbol de decisiones había convertido la derrota del campeón mundial de Go en una especie de monte Everest para la comunidad de la inteligencia artificial, un problema cuya magnitud había repelido cada intento de conquista. Los inclinados a la poesía dijeron que no se podía hacer porque las máquinas carecían del elemento humano, una sensación casi mística para el juego. Los ingenieros simplemente pensaron que el tablero ofrecía demasiadas posibilidades para que una computadora las evaluara.

Pero ese día AlphaGo no sólo ganó la batalla a Ke Jie, sino que lo fue desarmando de manera sistemática. En el transcurso de tres partidas maratónicas de más de tres horas cada una, Ke volcó todo lo que tenía contra el programa informático. Probó a ganar con diferentes enfoques: conservador, agresivo, defensivo e impredecible. Nada pareció funcionar. AlphaGo no le dio a Ke ninguna oportunidad. En vez de eso, fue apretando poco a poco los tornillos a su alrededor.

1. «Go and Mathematics» en Wikipedia, s.v., «Legal Positions», <[https://en.wikipedia.org/wiki/Go\\_and\\_mathematics#Legal\\_positions](https://en.wikipedia.org/wiki/Go_and_mathematics#Legal_positions)>.

## El panorama desde Pekín

Lo que se vio en esta partida dependía desde dónde se observara la misma. Para algunos analistas de Estados Unidos, las victorias de AlphaGo señalaban no sólo el triunfo de la máquina sobre el hombre, sino también de las empresas tecnológicas occidentales sobre el resto del mundo. En las dos décadas anteriores, las empresas de Silicon Valley habían conquistado los mercados tecnológicos mundiales. Compañías como Facebook y Google se habían convertido en las plataformas de referencia en internet para socializar y buscar. En el proceso, arrollaron a startups locales en países como Francia o Indonesia. Estos gigantes de internet proporcionaron a Estados Unidos un dominio del mundo digital que se correspondía con su poder militar y económico en el mundo real. Con AlphaGo —producto de la startup británica DeepMind, y adquirida por Google en 2004—, Occidente parecía estar preparado para continuar ese dominio en la era de la inteligencia artificial.

Pero al mirar por la ventana de mi oficina durante el partido de Ke Jie, vi algo muy diferente. La sede de mi fondo de capital riesgo se encuentra en el barrio de Zhongguancun de Pekín, una zona a la que se suele denominar «el Silicon Valley de China». Hoy día, Zhongguancun es el centro neurálgico del movimiento de IA chino. Para la gente de aquí, las victorias de AlphaGo supusieron tanto un reto como una inspiración. Se convirtieron en el «momento Sputnik» de China para la inteligencia artificial.

Cuando la Unión Soviética puso en órbita el primer satélite creado por el hombre en octubre de 1957, tuvo un efecto instantáneo y profundo en la psique y en la política del gobierno de Estados Unidos. El evento suscitó una gran ansiedad en el público estadounidense por la percepción de la superioridad tecnológica soviética, que seguía al satélite a través del cielo nocturno y sintonizaba las transmisiones de radio del Sputnik. Provocó la creación de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés), impulsó las subvenciones públicas para la formación en matemáticas y ciencia, e inició de manera efectiva la carrera espacial. La movilización en todo el

país dio sus frutos doce años más tarde, cuando Neil Armstrong se convirtió en la primera persona en poner un pie sobre la Luna.

AlphaGo obtuvo su primera victoria destacada en marzo de 2016, durante una serie de cinco juegos contra el legendario jugador coreano Lee Sedol, de los que ganó cuatro. Aunque las cinco partidas pasaron inadvertidas para la mayoría de los estadounidenses, atrajeron la atención de más de 280 millones de espectadores chinos.<sup>2</sup> De la noche a la mañana, China se sumió en la fiebre de la inteligencia artificial. La agitación no llegaba a rivalizar con la reacción de Estados Unidos ante el Sputnik, pero sí exhortó a la acción a la comunidad tecnológica china, que no ha parado desde entonces.

Cuando los inversores, empresarios y autoridades gubernamentales chinas se centran en una sola industria, pueden hacer temblar al mundo. De hecho, China está intensificando su inversión, investigación y su capacidad empresarial en IA a una escala histórica. Los inversores de capital riesgo, los gigantes tecnológicos y el gobierno chino están aportando dinero a raudales para la creación de startups especializadas en inteligencia artificial. También los estudiantes chinos han contraído la fiebre de la IA, y se inscriben en programas de grado avanzado y asisten en sus *smartphones* a videoconferencias en directo de investigadores internacionales. Los fundadores de startups pivotan, reingenierizan o simplemente cambian la marca de sus compañías de manera frenética para subirse a la ola de la IA.

Menos de dos meses después de que Ke Jie abandonara la última partida con AlphaGo, el gobierno central chino elaboró un ambicioso plan para desarrollar las capacidades de la inteligencia artificial.<sup>3</sup> Instó a una mayor financiación, apoyo político y coordinación nacional para el avance de la IA. Estableció claros

2. METZ, Cade, «What the AI Behind AlphaGo Can Teach Us About Being Human», *Wired*, 19 de mayo de 2016, <<https://www.wired.com/2016/05/google-alpha-go-ai/>>.

3. MOZUR, Paul, «Beijing Wants A.I. to Be Made in China by 2030», *The New York Times*, 20 de julio de 2017, <<https://www.nytimes.com/2017/07/20/business/china-artificial-intelligence.html>>.



parámetros de evaluación para medir el progreso entre 2020 y 2025, y previó que para 2030 China se convertiría en el centro de la innovación global en inteligencia artificial, liderando en teoría, en tecnología y en sus aplicaciones. En 2017, los inversores de capital riesgo chinos ya habían respondido a esa llamada, invirtiendo sumas récord en nuevas empresas de inteligencia artificial, que representaba el 48 por ciento de toda la financiación de capital riesgo en IA en todo el mundo, superando por primera vez a Estados Unidos.<sup>4</sup>

## Un juego y un punto de inflexión

Detrás de ese incremento del apoyo del gobierno chino hay un nuevo paradigma en la relación entre la inteligencia artificial y la economía. Mientras que la ciencia de la inteligencia artificial ha progresado despacio pero de manera constante durante décadas, sólo en fecha reciente se ha acelerado rápidamente dicho progreso, lo que ha permitido que estos logros académicos se traduzcan en casos de uso en el mundo real.

Los desafíos técnicos de vencer a un humano en el juego de Go ya me eran familiares. Cuando era un joven estudiante de doctorado que investigaba la inteligencia artificial en la Universidad Carnegie Mellon, estudié con el investigador pionero en IA Raj Reddy. En 1986 creé el primer programa que derrotaría a un miembro del equipo del campeonato mundial del juego Othello, una versión simplificada del Go que se juega en un tablero cuadrado de ocho por ocho.<sup>5</sup> Fue un gran logro en ese momento, pero la tecnología que había detrás no estaba preparada para hacer frente a nada más que a juegos de mesa sencillos.

4. VINCENT, James, «China Overtakes US in AI Startup Funding with a Focus on Facial Recognition and Chips», *The Verge*, 2 de febrero de 2018, <<https://www.theverge.com/2018/2/22/17039696/china-us-ai-funding-startup-comparison>>.

5. LEE, Kai-Fu y MAHAJAN, Sanjoy: «The Development of a World Class Othello Program», *Artificial Intelligence* 43, nº1, abril de 1990, pp. 21-36.

Lo mismo ocurrió cuando el Deep Blue de IBM derrotó al campeón mundial de ajedrez Garry Kasparov en una partida de 1997 llamada «La última batalla del cerebro». Ese evento generó ansiedad en torno a la cuestión de cuándo nuestros amos robots lanzarían su conquista de la humanidad, pero aparte de inflar el precio de las acciones de IBM, el juego no tuvo un impacto significativo en la vida real. La inteligencia artificial todavía tenía pocas aplicaciones prácticas, y los investigadores llevaban décadas sin un avance verdaderamente fundamental.

En lo esencial, Deep Blue «forzó» su camino a la victoria, dependiendo en gran medida de un hardware adaptado para generar y evaluar con rapidez las posiciones de cada movimiento. También había requerido que los verdaderos campeones de ajedrez añadieran una guía heurística al software. Sí, la victoria fue una impresionante hazaña de ingeniería, pero se basó en una tecnología establecida desde hacía mucho tiempo que sólo funcionaba en conjuntos de problemas muy limitados. Saca a Deep Blue de la simplicidad geométrica de un tablero de ajedrez de ocho por ocho cuadrados y no parecerá muy inteligente. Al final, el único trabajo que amenazaba con arrogarse era el del campeón mundial de ajedrez.

Esta vez, las cosas son diferentes. El partido de Ke Jie contra AlphaGo se jugó dentro de las limitaciones de un tablero de Go, pero está estrechamente vinculado a radicales variaciones en el mundo real. Esos cambios incluyen el frenesí de la IA china que las partidas de AlphaGo provocaron en medio de la tecnología subyacente que la llevó a la victoria.

AlphaGo se basa en el aprendizaje profundo, un enfoque innovador de la inteligencia artificial que ha turboalimentado las capacidades cognitivas de las máquinas. En la actualidad, los programas basados en el aprendizaje profundo pueden hacerlo mejor que los humanos en la identificación de rostros, el reconocimiento del habla, y la concesión de préstamos. Durante décadas, la revolución de la inteligencia artificial siempre parecía estar a cinco años de distancia. Pero con el desarrollo del aprendizaje profundo en los últimos años, esa revolución ha llegado por fin. Marcará el inicio de una era de un formidable incremen-

to de la productividad, pero también de perturbaciones generalizadas en el mercado laboral —así como de profundos problemas sociopsicológicos con consecuencias para las personas— a medida que la inteligencia artificial se haga cargo de los trabajos realizados por seres humanos en todo tipo de industrias.

Durante el partido de Ke Jie, lo que me asustó no fueron los robots asesinos controlados por IA sobre los que algunos prominentes tecnólogos advierten. Fueron los demonios del mundo real que podían ser conjurados por el desempleo masivo y la consiguiente agitación social. La amenaza a los puestos de trabajo se acerca a mayor velocidad de lo que la mayoría de los expertos anticiparon, y no discriminará por clases, sino que afectará tanto a personas altamente cualificadas como a quienes cuentan con un bajo nivel educativo. El día de la notable partida entre AlphaGo y Ke Jie, el aprendizaje profundo destronó al mejor jugador de Go de la humanidad. Esa misma tecnología destructora de puestos de trabajo no tardará en llegar a una fábrica y a una oficina cerca de ti.

## **El fantasma en la máquina Go**

Pero en esa misma partida, también vi un motivo de esperanza. Tras dos horas y cincuenta y un minutos de juego, Ke Jie topó contra un muro. Lo había dado todo en este juego, pero sabía que no iba a ser suficiente. Encorvado sobre el tablero, frunció los labios y su ceja empezó a temblar. Al darse cuenta de que ya no podía contener sus emociones, se quitó las gafas y usó el dorso de la mano para secarse las lágrimas de los ojos. Sucedió en un instante, pero fue fácil para todos apreciar la emoción detrás de ese gesto.

Esas lágrimas desencadenaron una oleada de simpatía y apoyo a Ke. A lo largo de las tres partidas, Ke había estado subido a una montaña rusa de emociones humanas: confianza, ansiedad, miedo, esperanza y angustia. Había mostrado su espíritu competitivo, pero en esas partidas yo vi un acto de amor genuino: la voluntad de lidiar con un oponente imbatible por puro amor al

juego, a su historia y a la gente que lo juega. Aquellas personas que vieron la frustración de Ke respondieron de la misma manera. Puede que AlphaGo fuera el ganador, pero Ke se convirtió en el campeón de la gente. En ese sentido —seres humanos dando y recibiendo amor—, vislumbré como las personas encontrarían trabajo y significado en la era de la inteligencia artificial.

Creo que la hábil aplicación de la IA será la mayor oportunidad que China tendrá para alcanzar —y posiblemente superar— a Estados Unidos. Pero, lo que es más importante, este cambio propiciará la oportunidad de que todas las personas redescubran qué es lo que nos hace ser humanos.

Para entender el por qué, debemos comprender primero los fundamentos de la tecnología y cómo está preparada para transformar nuestro mundo.

## **Una breve historia sobre el aprendizaje profundo**

El aprendizaje automático —el término general para el ámbito que incluye el aprendizaje profundo— es una tecnología de las que alteran la historia, pero que tiene la suerte de haber sobrevivido a un tumultuoso medio siglo de investigación. Desde sus inicios, la inteligencia artificial ha pasado por una serie de ciclos de auge y caída. Períodos de grandes promesas han ido seguidos de «inviernos de la IA», cuando la decepcionante falta de resultados prácticos conducía a importantes recortes de financiación. Entender qué es lo que hace que la llegada del aprendizaje profundo sea diferente requiere un rápido resumen acerca de cómo llegamos hasta aquí.

A mediados de la década de 1950, los pioneros de la inteligencia artificial se fijaron una misión increíblemente sublime pero bien definida: recrear la inteligencia humana en una máquina. Esa sorprendente combinación de claridad del objetivo y complejidad de la tarea atraería a algunas de las mejores mentes del emergente mundo de la informática: Marvin Minsky, John McCarthy y Herbert Simon.

En tanto que ingenuo estudiante de informática de la Uni-

versidad de Columbia a principios de los años ochenta, todo esto aguzó mi imaginación. Nací en Taiwán a principios de la década de 1960, pero me trasladé a Tennessee a la edad de once años, donde terminé la escuela secundaria. Después de cuatro años en Columbia, Nueva York, supe que quería profundizar en la IA. Cuando en 1983 solicité cursar el doctorado en informática, escribí el siguiente texto un tanto grandilocuente del campo en mi descripción de intenciones: «La inteligencia artificial es la elucidación del proceso de aprendizaje humano, la cuantificación del proceso de pensamiento humano, la explicación de la conducta humana y la comprensión de lo que hace posible la inteligencia. Es el paso final del hombre para comprenderse a sí mismo, y espero participar en esta nueva pero prometedora ciencia».

Esta disertación me ayudó a entrar en el departamento de informática mejor calificado de la Universidad Carnegie Mellon, un caldo de cultivo para la investigación en IA de vanguardia. También mostró mi ingenuidad sobre el campo de estudio, tanto por sobreestimar nuestro poder para entendernos a nosotros mismos como por subestimar el poder de la IA para producir inteligencia sobrehumana en estrechos ámbitos.

Cuando comencé mi doctorado, el sector de la inteligencia artificial se había escindido en dos campos: el enfoque «basado en normas» y el enfoque de «redes neuronales». Los investigadores en el campo basado en reglas (también llamado a veces «sistemas simbólicos» o «sistemas expertos») intentaban enseñar a los ordenadores a pensar codificando una serie de reglas lógicas: si X, entonces Y. Esta perspectiva funcionaba bien para juegos simples y bien definidos («problemas de juguete»), pero se desmoronaba cuando el universo de posibles opciones o movimientos se expandía. Para hacer el software más aplicable a problemas del mundo real, el campo basado en reglas entrevistaba a expertos en los problemas que se estaban abordando y luego codificaba su sabiduría en la toma de decisiones del programa (de ahí el apodo de «sistemas expertos»).

El campo de las «redes neuronales», sin embargo, adoptó un enfoque diferente. En lugar de tratar de enseñar al ordenador las reglas dominadas por el cerebro humano, estos profesionales in-

tentaron reconstruir el mismo cerebro humano. Dado que las enmarañadas redes de neuronas de los cerebros de los animales era la única cosa susceptible de inteligencia tal y como la conocemos, estos investigadores decidieron ir directamente a la fuente. Esta orientación imita la arquitectura subyacente del cerebro, construyendo capas de neuronas artificiales que pueden recibir y transmitir información en una estructura similar a nuestras redes de neuronas biológicas. A diferencia del enfoque basado en reglas, los artifices de redes neuronales no suelen dar a las redes reglas a seguir en la toma de decisiones. Simplemente introducen muchísimos ejemplos de un determinado fenómeno —imágenes, partidas de ajedrez, sonidos— en las redes neuronales y dejan que las propias redes identifiquen patrones dentro de los datos. En otras palabras, cuanto menos interferencia humana, mejor.

Las diferencias entre ambos enfoques se advierten en cómo abordan un problema simple: identificar si hay un gato en una foto. El enfoque basado en reglas intentaría establecer pautas del tipo «si-entonces» para ayudar al programa a tomar una decisión: «Si hay dos formas triangulares encima de una forma circular, entonces probablemente haya un gato en la imagen». En cambio, el enfoque de redes neuronales, alimentaría el programa con millones de fotos de muestra etiquetadas como «gato» o «no gato», dejando que el programa descubra por sí mismo qué características de las millones de imágenes se relacionaban de forma más estrecha con la etiqueta «gato».

Durante las décadas de 1950 y 1960, las primeras versiones de redes neuronales artificiales rindieron resultados prometedores y mucha publicidad. Pero luego, en 1969, los investigadores del campo basado en reglas retrocedieron, lo que convenció a muchos en el sector de que las redes neuronales no eran confiables y su uso, limitado. El enfoque de redes neuronales pasó rápidamente de moda, y en los años setenta la IA se sumergió en uno de sus primeros «inviernos».

Durante las décadas siguientes, las redes neuronales disfrutaron de breves períodos de prominencia, seguidos de un abandono casi total. En 1988 utilicé una técnica similar a las redes neuronales (modelo oculto de Markov o HMM, por sus siglas en

inglés) para crear Sphinx, el primer sistema de habla continua y reconocimiento del habla.<sup>6</sup> Ese logro me reportó una reseña en *The New York Times*.<sup>7</sup> Pero no fue suficiente para salvar a las redes neuronales de caer en desgracia una vez más, ya que la IA volvió a entrar en una época glaciador prolongada durante la mayor parte de la década de 1990.

Lo que en última instancia resucitó el campo de las redes neuronales —y desencadenó el renacimiento de la IA que vivimos hoy—, fueron los cambios en dos de las materias primas clave de las que se nutren las redes neuronales, junto con un gran avance tecnológico. Las redes neuronales requieren grandes cantidades de dos cosas: potencia de cálculo y datos. Los datos «entrenan» al programa para reconocer patrones dándole muchos ejemplos, y la potencia de cálculo permite que el programa analice esos ejemplos a gran velocidad.

Tanto los datos como la potencia de cálculo eran escasos en los albores del campo de la IA en los años cincuenta. Pero con el transcurso de los años durante las décadas siguientes, todo eso ha cambiado. Hoy, tu *smartphone* tiene millones de veces más capacidad de procesamiento que los ordenadores de vanguardia que la NASA utilizó para enviar a Neil Armstrong a la Luna en 1969. E internet ha dado lugar a una explosión de todo tipo de datos digitales: texto, imágenes, vídeos, clics, compras, *tweets*, etc. En conjunto, todo esto ha proporcionado a los investigadores grandes volúmenes de datos con los que entrenar a sus redes, así como una inmensa capacidad de procesamiento a bajo coste para utilizarla en más formación.

Pero las propias redes seguían siendo muy limitadas en cuanto a lo que podían hacer. La precisión de los resultados a problemas complejos requerían muchas capas de neuronas artificiales,

6. LEE, Kai-Fu, «On Large-Vocabulary Speaker-Independent Continuous Speech Recognition», *Speech Communication* 7, nº 4, diciembre de 1988, pp. 375–379.

7. MARKOFF, John, «Talking to Machines: Progress Is Speeded», *The New York Times*, 6 de julio de 1988 <<https://www.nytimes.com/1988/07/06/business/business-technology-talking-to-machines-progress-is-speeded.html>>.

y los investigadores no habían encontrado aún la forma de entrenar esas capas con eficacia a medida que se agregaban. El gran salto técnico del aprendizaje profundo llegó por fin a mediados de la década de 2000, cuando el destacado investigador Geoffrey Hinton descubrió un modo de entrenar de manera eficaz a las nuevas capas de redes neuronales. El resultado fue como dar esteroides a las viejas redes neuronales, multiplicando su potencia para realizar tareas como el reconocimiento de voz y de objetos.

Pronto, estas redes neuronales aceleradas, rebautizadas ahora como «aprendizaje profundo (*Deep learning*)», podrían superar a los modelos más antiguos en una variedad de tareas. Pero años de prejuicios arraigados contra el enfoque de las redes neuronales llevaron a muchos investigadores de IA a pasar por alto a este grupo «alternativo» que reivindicaba resultados sobresalientes. El punto de inflexión llegó en 2012, cuando una red neuronal construida por el equipo de Hinton arrolló a sus competidores en un concurso internacional de visión por ordenador.<sup>8</sup>

Tras décadas al margen de la investigación de la IA, de la noche a la mañana las redes neuronales pasaron a formar parte de la corriente dominante, esta vez en forma de aprendizaje profundo. Este avance prometía derretir el hielo del último invierno de la IA y, por primera vez, llevar de verdad el poder de la IA al mundo real. Investigadores, futuristas y directores ejecutivos de empresas tecnológicas comenzaron a hablar sobre el enorme potencial del sector para descifrar el habla humana, traducir documentos, reconocer imágenes, predecir el comportamiento del consumidor, identificar fraudes, tomar decisiones crediticias, ayudar a los robots a «ver», e incluso a conducir un coche.

## **Abrir el telón al aprendizaje profundo**

¿Cómo funciona el aprendizaje profundo? En esencia, estos algoritmos utilizan cantidades masivas de datos de un dominio

8. ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2012, Resultados completos en <<http://image-net.org/challenges/LSVRC/2012/results.html>>.



específico para adoptar una decisión que optimiza el resultado deseado. Esto lo hace entrenándose a sí mismo para reconocer patrones y correlaciones profundamente enterrados que conectan los muchos puntos de datos con el resultado deseado. Este proceso de búsqueda de patrones es más fácil cuando los datos se etiquetan con el resultado deseado: «gato» contra «no gato»; «clicado» frente a «no ha clicado»; «juego ganado» contra «juego perdido». Entonces puede recurrir a su amplio conocimiento de estas correlaciones —muchas de las cuales son invisibles o irrelevantes para los observadores humanos— para tomar decisiones mejores que las que una persona podría adoptar.

Para ello se necesitan grandes cantidades de datos relevantes, un algoritmo sólido, un dominio limitado y un objetivo concreto. Si te falta alguno de éstos, las cosas se desmoronan. ¿Demasiados pocos datos? El algoritmo no tiene suficientes ejemplos para descubrir correlaciones significativas. ¿Un objetivo demasiado amplio? El algoritmo carece de puntos de referencia claros para aspirar a la optimización.

El aprendizaje profundo es lo que se conoce como «IA estrecha», inteligencia que toma datos de un dominio específico y los aplica para optimizar un determinado resultado. Aunque impresionante, todavía está muy lejos de la «IA general», la tecnología polivalente capaz de hacer todo lo que puede hacer un ser humano.

La aplicación más natural del aprendizaje profundo es en campos como el de los seguros y la concesión de préstamos. Los datos relevantes sobre los prestatarios son abundantes (calificación crediticia, ingresos, uso reciente de tarjetas de crédito), y el objetivo a optimizar es claro (minimizar las tasas de impago). Si se va un paso más allá, el aprendizaje profundo ayudará a los vehículos autónomos a «ver» el mundo que les rodea: reconocer los patrones en los píxeles de la cámara (octágonos rojos), averiguar con qué se correlacionan (señales de stop) y utilizar esa información para tomar decisiones (pisar el freno para que el coche se detenga lentamente) que optimicen la obtención del resultado deseado (llevarme a casa de forma segura en el menor tiempo posible).

La gente está tan entusiasmada con el aprendizaje profundo

justamente porque su poder fundamental —su capacidad de reconocer un patrón, optimizar para obtener un resultado específico, tomar una decisión— se puede aplicar a muchos tipos diferentes de problemas cotidianos. Por eso, compañías como Google y Facebook se han apresurado para hacerse con los servicios del pequeño núcleo de expertos en aprendizaje profundo, pagándoles millones de dólares para llevar a cabo ambiciosos proyectos de investigación. En 2013, Google adquirió la startup fundada por Geoffrey Hinton, y al año siguiente se adueñó de la británica DeepMind —la compañía que construyó AlphaGo— por más de quinientos millones de dólares.<sup>9</sup> Los resultados de estos proyectos han seguido asombrando a los observadores y acaparan titulares. Han cambiado el espíritu cultural de la época y han hecho que tengamos la sensación de estar en el precipicio de una nueva era, una en la que las máquinas empoderarán de forma radical y/o desplazarán de manera violenta a los seres humanos.

## La IA y la investigación internacional

Pero ¿dónde estaba China en todo esto? Lo cierto es que la historia del nacimiento del aprendizaje profundo tuvo lugar casi por completo en Estados Unidos, Canadá y Reino Unido. Después de eso, un número más pequeño de empresarios y de fondos de capital riesgo chinos, como el mío, comenzaron a invertir en este sector. Pero la gran mayoría de la comunidad tecnológica china no despertó realmente a la revolución del aprendizaje profundo hasta su momento Sputnik, en 2016, una década después del avance en el campo que supuso el estudio académico y cuatro años después de haber demostrado su valía en el concurso de visión por ordenador.

Las universidades y compañías tecnológicas estadounidenses llevan décadas cosechando los frutos de la capacidad del país

9. SHU, Catherine, «Google Acquires Artificial Intelligence Startup for Over \$500 Million», *TechCrunch*, 6 de enero de 2014, <<https://techcrunch.com/2014/01/26/google-deepmind/>>.

para atraer y absorber talento procedente de todo el mundo. El progreso en IA no parecía ser diferente. Estados Unidos se afianzaba en una posición de liderazgo, que sólo crecía a medida que estos investigadores de élite se aprovechaban del generoso entorno de financiación, su cultura única y empresas puntales de Silicon Valley. En opinión de la mayoría de los analistas, la industria tecnológica china estaba destinada a desempeñar el mismo papel en la IA global que había tenido durante décadas: el del imitador que se quedaba muy por detrás de la vanguardia.

Como se demuestra en los capítulos siguientes, ese análisis es erróneo. Se basa en suposiciones anticuadas sobre el entorno tecnológico chino, así como en la incomprensión más esencial de lo que está impulsando la revolución de la IA en curso. Puede que Occidente haya encendido la chispa del aprendizaje profundo, pero China será el mayor beneficiario del calor que el fuego de la inteligencia artificial está generando. Este cambio global es el resultado de dos transiciones: de la era del descubrimiento a la de la implementación, y de la era de los conocimientos especializados a la de los datos.

Básica a la creencia errónea de que Estados Unidos lleva gran ventaja en IA es la convicción de que vivimos en una era de descubrimientos, una época en la que los investigadores de élite de la IA tumban sin parar viejos paradigmas y descifran antiguos misterios. Esta impresión ha sido alimentada por un flujo constante de apasionantes informes mediáticos que anuncian la última hazaña realizada por la IA: diagnosticar ciertos tipos de cáncer mejor que los médicos, vencer a los campeones de la versión estándar del juego de cartas de póquer llamado Texas Hold'em, enseñándose a sí misma a dominar nuevas habilidades con cero interferencia humana. Ante esta riada de atención mediática a cada nuevo logro, se podrá perdonar al observador ocasional —e incluso al analista experto— el hecho de creer que no paran de abrirse nuevos caminos en la investigación de la inteligencia artificial.

Creo que esta impresión es engañosa. Muchos de estos recientes hitos son, más bien, la mera aplicación de los avances de la última década —principalmente del aprendizaje profundo,

pero también de tecnologías complementarias como el aprendizaje de refuerzo y la transferencia del aprendizaje— a nuevos problemas. Lo que estos investigadores están llevando a cabo requiere de una gran habilidad y un profundo conocimiento: la capacidad de modificar complejos algoritmos matemáticos, de manipular cantidades masivas de datos y de adaptar la red neuronal a diferentes problemas. Eso a menudo exige ser un experto en la materia de nivel de doctorado. Pero estos avances son mejoras y optimizaciones adicionales que aprovechan el dramático salto hacia delante del aprendizaje profundo.

## La era de la implementación

Lo que realmente representan es la aplicación de las increíbles facultades de reconocimiento de patrones y de predicción del aprendizaje profundo en diferentes esferas, como el diagnóstico de una enfermedad, la emisión de una póliza de seguro, la conducción de un automóvil o la traducción de una frase en chino a inglés legible. No significan un progreso rápido hacia la «IA general» o cualquier otro avance similar en el nivel del aprendizaje profundo. Ésta es la era de la implementación, y las empresas que quieran beneficiarse de este período de tiempo necesitarán empresarios, ingenieros y gerentes de producción con talento.

Andrew Ng, pionero del aprendizaje profundo, ha comparado la IA con el aprovechamiento de la electricidad de Thomas Edison:<sup>10</sup> una tecnología revolucionaria por sí sola, y que una vez que se utiliza se puede emplear para revolucionar decenas de industrias diferentes. Del mismo modo en que los empresarios del siglo XIX no tardaron en comenzar a aplicar el gran avance de la electricidad a la cocina de alimentos, en salas de iluminación y equipos industriales, los actuales empresarios de la IA están haciendo lo mismo con el aprendizaje profundo. Gran parte del di-

10. LYNCH, Shana, «Andrew Ng: Why AI is the New Electricity», The Dish (blog), *Stanford News*, 14 de marzo de 2017 <<https://news.stanford.edu/thedish/2017/03/14/andrew-ng-why-ai-is-the-new-electricity/>>.

fácil y abstracto trabajo de investigación de la IA ya se ha realizado, y ahora es el momento de que los empresarios se arremanguen y se pongan manos a la obra para convertir los algoritmos en negocios sostenibles.

Eso de ninguna manera disminuye el entusiasmo actual en torno a la IA; la implementación es lo que hace que los avances académicos tengan sentido y lo que realmente terminará cambiando el entramado de nuestra vida diaria. La era de la implementación significa que veremos aplicaciones en el mundo real tras décadas de prometedora investigación, algo que llevo esperando durante gran parte de mi vida adulta.

Pero hacer esa distinción entre descubrimiento e implementación es fundamental para entender cómo la IA transformará nuestras vidas o qué país será el principal impulsor de ese progreso. Durante la era del descubrimiento, el progreso fue promovido por un puñado de pensadores de élite, prácticamente todos ellos concentrados en Estados Unidos y Canadá. Sus investigaciones e innovaciones intelectuales únicas dieron lugar a un repentino y monumental aumento de aquello que los ordenadores pueden llegar a hacer. Desde los albores del aprendizaje profundo, ningún otro grupo de investigadores o ingenieros ha aportado ninguna innovación de tal magnitud.

## **La era de los datos**

Esto nos lleva a la segunda gran transición; de la era de los conocimientos especializados a la de los datos. Hoy día, los buenos algoritmos de IA necesitan tres cosas: gran volumen de datos, capacidad de procesamiento y el trabajo de sólidos ingenieros de algoritmos de IA, aunque no necesariamente de élite. Llevar el poder del aprendizaje profundo a nuevos problemas requiere de los tres elementos, y en esta era de implementación, los datos constituyen la parte central. Esto se debe a que una vez que la capacidad de procesamiento y el talento de ingeniería alcanzan cierto umbral, la cantidad de datos se vuelve decisiva para determinar la potencia y la precisión de un algoritmo.

En el aprendizaje profundo, no hay mejor dato que más datos. A cuantos más ejemplos de un determinado fenómeno esté expuesta una red, con mayor exactitud podrá ésta seleccionar patrones e identificar elementos en el mundo real. Con muchos más datos, un algoritmo diseñado por un puñado de ingenieros de IA de nivel medio suele superar al diseñado por un investigador de aprendizaje profundo de clase mundial. Tener el monopolio de los mejores científicos ya no es lo que era.

Los investigadores de IA de élite todavía tienen el potencial de impulsar el sector al siguiente nivel, pero esos avances ocurren una vez cada varias décadas. Mientras esperamos el siguiente descubrimiento, la pujante disponibilidad de datos será la fuerza motriz detrás de la alteración del aprendizaje profundo de innumerables industrias en todo el mundo.

## Ventaja china

La realización de la nueva promesa de la electrificación hace un siglo requirió de cuatro insumos clave: combustibles fósiles para generarla, empresarios para construir nuevos negocios alrededor de ella, ingenieros eléctricos para manipularla y un gobierno que prestase su apoyo para desarrollar la infraestructura pública esencial. Aprovechar el poder de la IA hoy —la «electricidad» del siglo XXI— requiere de cuatro insumos análogos: datos abundantes, empresarios hambrientos, científicos de IA y un entorno político favorable a la IA. Al examinar las relativas fortalezas de China y de Estados Unidos en estas cuatro categorías, podemos predecir el emergente equilibrio de poder en el orden mundial de la IA.

Ambas transiciones descritas en las páginas anteriores —desde el descubrimiento hasta la implementación, y de los conocimientos especializados a los datos— inclinan la balanza hacia China. Lo hacen minimizando las debilidades de China y ampliando sus fortalezas. Pasar del descubrimiento a la implementación reduce uno de los mayores puntos débiles de China (planteamientos fuera de lo convencional a las preguntas de investigación) y también aprovecha la fuerza más significativa del

país: aguerridos empresarios con un agudo instinto para construir negocios sólidos. La transición de los conocimientos especializados a los datos tiene un beneficio similar, ya que minimiza la importancia de la élite global de investigadores de la que China carece y maximiza el valor de otro recurso clave que China tiene en abundancia: datos.

Los empresarios de Silicon Valley se han ganado la reputación de ser algunos de los más trabajadores de Estados Unidos, jóvenes fundadores apasionados que trasnochan en una loca carrera para sacar un producto, y luego repiten de forma obsesiva ese producto mientras buscan el siguiente gran acontecimiento que lo cambiará todo. No hay duda de que los empresarios de allí trabajan duro. Pasé décadas arraigado a fondo tanto en Silicon Valley como en la escena tecnológica de China, trabajando en Apple, Microsoft y Google antes de pensarlo bien e invertir en decenas de startups chinas. Puedo asegurar que Silicon Valley parece lento en comparación con su competidor al otro lado del Pacífico.

Los exitosos empresarios chinos de internet han llegado donde están mediante la conquista del entorno competitivo más despiadado del planeta. Viven en un mundo donde la velocidad es esencial, copiar es una práctica aceptada, y los competidores no se detendrán ante nada para ganar un nuevo mercado. Cada día que uno pasa en la escena de las startups chinas es una prueba de fuego, como un día en la vida de un gladiador en el Coliseo. Las batallas son a vida o muerte, y tus oponentes no tienen escrúpulos.

La única manera de sobrevivir a esta batalla es mejorar de manera constante tu producto, pero también innovar en tu modelo de negocio y construir un «foso» alrededor de tu empresa. Si tu única ventaja es una sola idea novedosa, esa idea acabará siendo copiada de forma inevitable, te robarán tus empleados clave y serás expulsado del negocio por los competidores subvencionados por inversores de capital riesgo. Este entorno de frenética actividad contrasta con Silicon Valley, donde copiar está estigmatizado y a muchas empresas se les permite avanzar sin esfuerzo sobre la base de una idea original o de un golpe de suerte. Esta falta de competencia puede llevar a un cierto nivel de autocomplacencia, en el que los empresarios dejan de explorar todas las versiones

posibles de su primera innovación. Los complicados mercados y los sucios trucos de «imitación» de China engendraron algunas empresas de reputación cuestionable, y también incubaron una generación de empresarios sagaces, espabilados y dispuestos a trabajar duro. Estos emprendedores serán el ingrediente secreto que ayude al gigante asiático a convertirse en el primer país en sacar provecho de la era de la implementación de la IA.

Estos empresarios tendrán acceso a la otra «fuente natural» del mundo tecnológico chino: una sobreabundancia de datos. China ya ha superado a Estados Unidos en términos de volumen como principal productor de datos. Éstos no sólo son impresionantes desde un punto de vista cuantitativo, sino que gracias al ecosistema tecnológico único de China —un universo alternativo de productos y funciones que no se ve en ningún otro lugar—, los datos están hechos a medida para construir empresas de IA rentables.

Hasta hace unos cinco años, tenía sentido comparar directamente el progreso de las compañías de internet chinas y estadounidenses en los términos de una competición. Llevaban trayectorias más o menos paralelas, con Estados Unidos ligeramente por delante de China. Pero hacia 2013, el internet de China dio un golpe de timón. En lugar de seguir los pasos de las compañías estadounidenses o de copiarlas sin más, los empresarios chinos comenzaron a desarrollar productos y servicios sin análogos en Silicon Valley. Los analistas solían invocar analogías sencillas basadas en Silicon Valley para describir a las empresas chinas —«el Facebook de China», «el Twitter de China»—, pero en los últimos años, estas etiquetas dejaron de tener sentido en muchos casos. El internet chino se había transformado en un universo alternativo.

Los urbanitas chinos comenzaron a pagar por comprar en el mundo real con códigos de barras en sus teléfonos, parte de una revolución de pagos móviles no vista en ningún otro lugar. Ejércitos de repartidores de comida y masajistas a la carta que se desplazaban en motos eléctricas obstruyeron las calles de las ciudades chinas. Representaban una ola sísmica de startups *online-to-offline* (O2O) que llevaron las ventajas del comercio electrónico a los servicios del mundo real, como la comida de restaurante o las manicuras. Poco después llegaron los millones



de bicicletas compartidas de colores brillantes que los usuarios podían coger o dejar en cualquier lugar con sólo escanear un código de barras con sus teléfonos móviles.

La unión de todos estos servicios dio lugar a la aparición de la super app china WeChat, una especie de navaja digital del ejército suizo para la vida moderna. Los usuarios de WeChat empezaron a enviar mensajes de texto y de voz a sus amigos, a pagar sus compras, a pedir una cita con el médico, a pagar impuestos, a desbloquear bicicletas compartidas y a comprar billetes de avión, todo ello sin salir de la aplicación. WeChat se convirtió en la aplicación social universal, en la que se utilizaban diferentes tipos de grupos de chat—formados con compañeros de trabajo y amigos, o en torno a intereses concretos— para negociar acuerdos comerciales, organizar fiestas de cumpleaños o discutir sobre arte moderno. Reunió una serie de funciones esenciales que en Estados Unidos y otros países se encuentran dispersas en una docena de aplicaciones.

Ahora, el universo digital alternativo de China crea y captura un montón de nuevos datos sobre el mundo real. Esa riqueza de información sobre los usuarios —su ubicación cada segundo del día, cómo viajan, qué alimentos les gustan, cuándo y dónde compran comida y cerveza— es valiosísima en la era de la implementación de la IA. Proporciona a estas empresas un pormenorizado tesoro de los hábitos diarios de estos usuarios, que puede combinarse con algoritmos de aprendizaje profundo para ofrecer servicios a medida que van desde la auditoría financiera hasta a la planificación urbanística. También supera ampliamente lo que las compañías líderes de Silicon Valley pueden descifrar a partir de tus búsquedas, «likes» u ocasionales compras *online*. Este incomparable tesoro de datos del mundo real dará a las empresas chinas una importante ventaja en el desarrollo de servicios basados en la inteligencia artificial.

## **Con la mano en la balanza**

Estos recientes y poderosos acontecimientos inclinan como es lógico el equilibrio de poder a favor de China. Pero además de este

reequilibrio natural, también el gobierno chino está haciendo todo lo posible para inclinar la balanza. El plan de gran envergadura del gobierno de China para convertir al país en una superpotencia de la IA garantizó un amplio apoyo y financiación para la investigación de la IA, pero sobre todo sirvió de faro para que las administraciones locales de todo el país siguieran su ejemplo. Las estructuras de gobierno chinas son más complejas de lo que la mayoría de los estadounidenses suponen. El gobierno central no emite simplemente órdenes que se implementan al instante en toda la nación, aunque sí tiene la capacidad de elegir ciertos objetivos a largo plazo y movilizar recursos épicos para caminar en esa dirección. El desarrollo a un ritmo vertiginoso de una red ferroviaria de alta velocidad en expansión constituye un ejemplo de ello.

Los líderes de los gobiernos locales respondieron al auge de la IA como si acabaran de escuchar el pistoletazo de salida de una carrera, compitiendo entre sí para atraer a las compañías y empresarios de IA a sus regiones con generosas promesas de subsidios y políticas preferenciales. Esa carrera apenas acaba de comenzar, y todavía no está claro el impacto que tendrá en el desarrollo de la IA en China. Pero cualquiera que sea el resultado, contrasta con un gobierno estadounidense que de manera deliberada adopta un enfoque de no injerencia en la iniciativa empresarial y que está recortando de forma activa la financiación de la investigación básica.

Si unimos todas estas piezas —la doble transición hacia la era de la implementación y la era de los datos, los emprendedores chinos de talla mundial y un gobierno proactivo— creo que China no tardará en igualar e incluso superar a Estados Unidos en el desarrollo y despliegue de la inteligencia artificial. A mi modo de ver, ese liderazgo en la implementación de la inteligencia artificial se traducirá en un aumento de la productividad a una escala nunca vista desde la revolución industrial. PriceWaterhouseCoopers estima que el despliegue de la IA aportará 15,7 billones de dólares al PIB mundial para 2030.<sup>11</sup> Está previsto que China se lleve a casa siete billones de dólares de ese total, casi el doble de los 3,7 billo-

11. DR. RAO, Anand S. y VERWELJ, Gerard, «Sizing the Prize», PwC, 27

nes de dólares en ganancias de Estados Unidos. A medida que el equilibrio de poder económico se incline a favor de China, también lo harán la influencia política y el «poder de atracción», la huella cultural e ideológica del país en todo el mundo.

Este nuevo orden mundial de la IA será particularmente agitado para Estados Unidos, que se ha acostumbrado a ejercer un dominio casi total de la esfera tecnológica. Porque desde que muchos de nosotros podemos recordar, son las compañías de tecnología estadounidenses las que han presionado para colocar sus productos y sus valores a usuarios de todo el mundo. Como resultado, las empresas, los ciudadanos y los políticos de Estados Unidos han olvidado lo que se siente al ser la parte receptora de estos intercambios, un proceso que con frecuencia parece una «colonización tecnológica». China no tiene la intención de utilizar su ventaja en la era de la IA como plataforma para tal colonización, pero las alteraciones inducidas por la IA en el orden político y económico, conducirán a un cambio importante en la forma en que todos los países experimenten el fenómeno de la globalización digital.

## Las auténticas crisis

Por muy significativa que llegue a ser esta competición entre las dos superpotencias del mundo, palidece en comparación con los problemas de pérdida de empleo y creciente desigualdad —tanto en el nivel interno como entre países— que invocará la IA. A medida que el aprendizaje profundo invada la economía mundial, acabará con miles de millones de puestos de trabajo a todos los niveles de la escala socioeconómica: contables, trabajadores de líneas de montaje, operarios de almacenes, analistas bursátiles, inspectores de control de calidad, camioneros, asistentes legales e incluso radiólogos, por nombrar algunos.

En el pasado, la civilización humana ha absorbido en la economía perturbaciones tecnológicas similares, convirtiendo a

---

de junio de 2017, <<https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>>.

cientos de millones de agricultores en obreros industriales durante los siglos XIX y XX. Pero ninguno de estos cambios llegó tan rápido como la IA. Basándome en las tendencias actuales en el avance y la adopción de la tecnología, predigo que dentro de quince años, la inteligencia artificial será técnicamente capaz de reemplazar entre el cuarenta y el cincuenta por ciento de los puestos de trabajo en Estados Unidos. La pérdida real de empleo puede llegar a retrasar esas capacidades técnicas una década más, pero preveo que la alteración del mercado de trabajo será muy real, muy grande y que se producirá en breve.

En paralelo con el desempleo, aumentará la astronómica riqueza en manos de los nuevos magnates de la IA. Uber ya es una de las empresas más valiosas del mundo, incluso otorgando al conductor alrededor del 75 por ciento del dinero ganado en cada trayecto. Con ese fin, ¿a cuánto puede llegar a ascender el valor de Uber si en el lapso de un par de años la compañía fuera capaz de reemplazar a cada uno de sus conductores humanos por un coche autónomo con IA? ¿O si los bancos pudieran reemplazar a todos sus agentes hipotecarios con algoritmos que emitieran préstamos más inteligentes con tasas de morosidad mucho más bajas? ¿Y todo ello sin interferencia humana? Pronto se producirán transformaciones similares en sectores como el transporte en camión por carretera, los seguros, la fabricación y la venta al por menor.

Mayor concentración de beneficios. Ése es el hecho: la IA tiende de forma natural hacia una economía en la que el ganador se lo lleva todo dentro de una industria. La relación del aprendizaje profundo con los datos fomenta un círculo virtuoso para fortalecer los mejores productos y empresas: más datos conducen a mejores productos, que a su vez atraen a más usuarios, que generan más datos que mejoran aún más el producto. Esta combinación de datos y dinero en efectivo también atrae a los mejores talentos de la IA a las mejores compañías, ampliando la brecha entre los líderes de la industria y los rezagados.

En el pasado, el dominio de los bienes físicos y los límites de la geografía ayudaban a frenar los monopolios de consumidores (la legislación antimonopolio estadounidense tampoco hacía

daño). Pero en el futuro, los bienes y servicios digitales continuarán comiéndose una mayor proporción del pastel del consumidor, y los camiones autónomos y los drones reducirán de manera drástica el coste del envío de bienes físicos. En lugar de una dispersión de los beneficios de la industria entre diferentes empresas y regiones, empezaremos a ver una concentración cada vez mayor de estas sumas astronómicas en manos de unos pocos, mientras que las colas del paro serán cada vez más largas.

## **El orden mundial de la IA**

La desigualdad no se contendrá dentro de las fronteras nacionales. China y Estados Unidos ya han dado un gran salto y llevan una enorme ventaja en inteligencia artificial sobre todos los demás Estados, al establecer el escenario de un nuevo tipo de orden mundial bipolar. Otros países —Reino Unido, Francia y Canadá, por nombrar algunos— cuentan con sólidos laboratorios de investigación en IA dotados de un gran talento, pero carecen del ecosistema de capital riesgo y de grandes bases de usuarios para generar los datos clave en la era de la implementación. A medida que las empresas de IA de Estados Unidos y China acumulan más datos y talento, el círculo virtuoso de las mejoras basadas en datos está ampliando su liderazgo hasta un punto que se volverá insuperable. En la actualidad, China y Estados Unidos están incubando a los gigantes de la IA que dominarán el mercado mundial y obtendrán riqueza de los consumidores de todo el mundo.

Al mismo tiempo, la automatización impulsada por la IA en las fábricas socavará la única ventaja económica que los países en vías de desarrollo poseían históricamente: la mano de obra barata. Es probable que las fábricas operadas por robots se trasladen para estar más cerca de sus clientes en los grandes mercados, alejando la escalera que países en desarrollo como China y los «tigres asiáticos» de Corea del Sur y Singapur subieron en pleno proceso de convertirse en economías de altos ingresos basadas en la tecnología. La brecha entre los que tienen y los que no tienen se ensanchará, sin que se conozca el modo de estrecharla o cerrarla.

El orden mundial de la IA combinará la economía del ganador que se lo lleva todo con una concentración sin precedentes de la riqueza en manos de unas pocas empresas chinas y estadounidenses. Ésta es, en mi opinión, la verdadera amenaza subyacente que plantea la inteligencia artificial: un tremendo desorden social y colapso político derivados del desempleo generalizado y de la enorme desigualdad.

El tumulto en el mercado de trabajo y la agitación en las sociedades se producirán en el contexto de una crisis mucho más personal y humana: una pérdida psicológica del propósito de cada uno. Durante siglos, los seres humanos han pasado sus días trabajando: intercambiando su tiempo y sudor por techo y comida. Hemos construido valores culturales profundamente arraigados en torno a este intercambio, y muchos de nosotros hemos sido condicionados a derivar nuestra autoestima del acto del trabajo diario. El crecimiento de la inteligencia artificial desafiará estos valores y amenaza con socavar ese sentido de propósito de la vida en un espacio de tiempo ridículamente corto.

Estos desafíos son trascendentales, pero no insuperables. En los últimos años, yo mismo me he enfrentado a una amenaza mortal y a una crisis existencial en mi propia vida personal. Esa experiencia me transformó y me abrió los ojos a posibles soluciones a la crisis de empleo que preveo, inducida por la IA. Abordar estos problemas requerirá una combinación de un análisis clarividente y un examen filosófico profundo de lo que importa en nuestras vidas, una tarea tanto para nuestra mente como para nuestro corazón. En los capítulos finales de este libro esbozo mi propia visión de un mundo en el que los seres humanos no sólo coexisten con la IA, sino que crecen con ella.

Para llegar hasta allí —en los niveles tecnológico, social y humano— debemos primero entender cómo hemos llegado hasta aquí. Para ello tenemos que remontarnos al pasado, mirar quince años atrás, a una época en la que se ridiculizaba a China en tanto que tierra de compañías imitadoras, y en la que Silicon Valley se alzaba orgulloso y solo en la vanguardia de la tecnología.