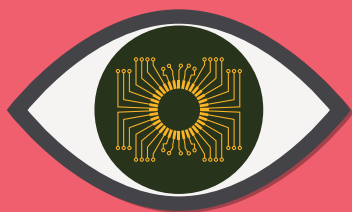
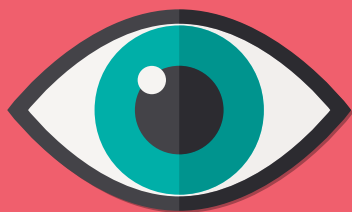


Máquinas predictivas



**La sencilla economía de
la inteligencia artificial**

AJAY
AGRAWAL

JOSHUA
GANS

AVI
GOLDFARB

«La inteligencia artificial es la tecnología más transformadora de nuestra era. Agrawal, Gans y Goldfarb no solo comprenden su esencia, sino que también nos ofrecen una visión completa de sus implicaciones económicas y sus compromisos y concesiones intrínsecos. Si desea ir directo al meollo de la cuestión e identificar los desafíos y oportunidades que conlleva la IA para la sociedad, ignorando toda la propaganda y ruido mediático en torno a esta tecnología, su primer paso deberá ser leer este libro.»

– ERIK BRYNJOLFSSON, profesor de MIT, autor de *La segunda era de las máquinas* y *Machine, Platform, Crowd*

«*Máquinas predictivas* es una lectura obligada para líderes empresariales, políticos, economistas, estrategas y personas anónimas que deseen entender las implicaciones de la IA a la hora de diseñar sus estrategias de negocio, tomar decisiones y saber cómo va a impactar la IA en nuestra sociedad.»

– RUSLAN SALAKHUTDINOV, profesor de Carnegie Mellon; director de investigación sobre IA de Apple

«Me encuentro con mucha gente que está emocionada y al mismo tiempo abrumada por la IA. Este libro disipará esas sensaciones y les aportará un práctico marco de referencia»

– SHIVON ZILIS, director y socio de OpenAI, Bloomberg Beta

«Probablemente, la revolución de la IA actual tendrá como resultado una mayor riqueza, pero el proceso hasta llegar a ese punto requerirá reflexionar sobre temas difíciles, como el aumento del desempleo y la desigualdad en los ingresos. Este libro presenta una serie de contextos que permitirá a los responsables de tomar decisiones comprender profundamente las fuerzas que están en juego.»

– VINOD KHOSLA, Khosla Ventures; director ejecutivo fundador de Sun Microsystems

«¿Qué significa la IA para su negocio? Lea este libro y lo sabrá.»

– HAL VARIAN, jefe economista de Google

«La inteligencia artificial puede transformar tu vida. Y *Máquinas predictivas* transformará tu comprensión sobre ella. Este es el mejor libro que se ha escrito hasta la fecha sobre lo que puede ser la mejor tecnología que jamás se haya desarrollado.»

- LAWRENCE H. SUMMERS, profesor Charles W. Eliot, expresidente de la Universidad de Harvard, exsecretario del Departamento del Tesoro de EE. UU. y exjefe economista de World Bank

«*Máquinas predictivas* es un libro innovador que se centra en lo que los estrategas y directores empresariales realmente necesitan saber sobre la revolución de la IA. Adoptando una perspectiva realista y bien fundamentada en torno a esta tecnología, este libro utiliza los principios económicos y la estrategia para entender cómo las empresas, las industrias y la administración serán transformadas por la IA.»

- SUSAN ATHEY, profesora de Economía de la Tecnología de la Universidad de Stanford; exinvestigadora y asesora de Microsoft Research New England

«*Máquinas predictivas* consigue una proeza tan loable como única: un estudio legible y conciso sobre adonde nos está llevando la inteligencia artificial, que separa el despliegue publicitario de la realidad, al tiempo que ofrece un flujo constante de nuevos conocimientos sobre la materia. Habla en un lenguaje que los altos ejecutivos y los políticos entenderán. Todos los líderes necesitan leer este libro.»

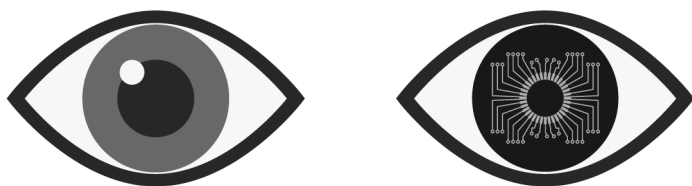
- DOMINIC BARTON, socio director global de McKinsey & Company

«Este libro hace que la inteligencia artificial sea más fácil de entender, redefiniéndola como un artículo nuevo y asequible capaz de hacer predicciones. Es una brillante iniciativa. El libro me pareció sumamente útil.»

- KEVIN KELLY, editor ejecutivo y fundador de Wired; autor de *What Technology Wants* y *Lo inevitable*

Máquinas predictivas

Máquinas predictivas



La sencilla economía de
la inteligencia artificial

AJAY
AGRAWAL

JOSHUA
GANS

AVI
GOLDFARB



REM

REVERTÉ MANAGEMENT

Prediction Machines
Máquinas predictivas

Copyright © 2018 Ajay Agrawal, Joshua Gans, Avi Goldfarb
All rights reserved.

Ilustraciones cortesía de Matthew Zilli.

© Editorial Reverté, S. A., 2019

Loreto 13-15, Local B. 08029 Barcelona – España
revertemanagement.com

Edición en papel

ISBN: 978-84-949493-8-8

Edición en ebook

ISBN: 978-84-291-9530-9 (ePub)

ISBN: 978-84-291-9531-6 (PDF)

Editores: Ariela Rodríguez / Ramón Reverté

Coordinación editorial: Julio Bueno

Traducción: Jordi Vidal Moral

Maquetación: Patricia Reverté

Revisión de textos: Mariló Caballer Gil

La reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, queda rigurosamente prohibida, salvo excepción prevista en la ley. Asimismo queda prohibida la distribución de ejemplares mediante alquiler o préstamo público, la comunicación pública y la transformación de cualquier parte de esta publicación sin la previa autorización de los titulares de la propiedad intelectual y de la Editorial.

*A nuestras familias, colegas, estudiantes
y empresas de nueva creación, que nos inspiraron para pensar clara
y profundamente en la inteligencia artificial.*

Contenidos

<i>Agradecimientos</i>	<i>ix</i>
1. Introducción	1
2. Lo barato lo cambia todo	7
PARTE UNO: Predicción	25
3. La magia de las máquinas predictivas	27
4. ¿Por qué se llama inteligencia?	37
5. Los datos son el nuevo petróleo	51
6. La nueva división del trabajo	63
PARTE DOS: Toma de decisiones	83
7. Descifrando decisiones	85
8. El valor del juicio	97
9. Prediciendo el juicio	113
10. Dominar la complejidad	123
11. Toma de decisiones totalmente automatizada	133

PARTE TRES: Herramientas	145
12. Deconstruir los flujos de trabajo	147
13. Descomponiendo las decisiones	159
14. Rediseño del trabajo	169
PARTE CUATRO: Estrategia	183
15. La IA y los directivos de alto nivel	185
16. Cuando la IA transforma tu negocio	201
17. Su estrategia de aprendizaje	217
18. Gestionar el riesgo de la IA	237
PARTE CINCO: Sociedad	251
19. Más allá del negocio	253
<i>Notas</i>	275
<i>Índice</i>	293
<i>Sobre los autores</i>	304

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que han contribuido a la confección de este libro con su tiempo, sus ideas y su paciencia. En particular, le damos las gracias a Abe Heifets de Atomwise, Liran Belanzon de BenchSci, Alex Shevchenko de Grammarly, Marc Ossip y Ben Edelman por el tiempo que nos dedicaron en las entrevistas, además de a Kevin Bryan por sus comentarios sobre el manuscrito general. Asimismo, estamos muy agradecidos por los debates y comentarios con nuestros colegas Nick Adams, Umair Akeel, Susan Athey, Naresh Bangia, Nick Beim, Dennis Bennie, James Bergstra, Dror Berman, Vincent Bérubé, Jim Bessen, Scott Bonham, Erik Brynjolfsson, Andy Burgess, Elizabeth Caley, Peter Carrescia, Iain Cockburn, Christian Catalini, James Cham, Nicolas Chapados, Tyson Clark, Paul Cubbon, Zavain Dar, Sally Daub, Dan Debow, Ron Dembo, Helene Desmarais, JP Dube, Candice Faktor, Haig Farris, Chen Fong, Ash Fontana, John Francis, April Franco, Suzanne Gildert, Anindya Ghose, Ron Glozman, Ben Goertzel, Shane Greenstein, Kanu Gulati, John Harris, Deepak Hegde, Rebecca Henderson, Geoff Hinton, Tim Hodgson, Michael Hyatt, Richard Hyatt, Ben Jones, Chad Jones, Steve J urvetson, Satish Kanwar, Danny Kahneman, John Kelleher, Moe Kermani, Vinod Khosla, Karin Klein, Darrell Kopke, Johann Koss, Katya Kudashkina, Michael Kuhlmann, Tony Lacavera, Allen Lau, Eva Lau, Yann LeCun, Mara Lederman, Lisha Li, Ted Livingston, Jevon

MacDonald, Rupam Mahmood, Chris Matys, Kristina McElheran, John McHale, Sanjog Misra, Matt Mitchell, Sanjay Mittal, Ash Munshi, Michael Murchison, Ken Nickerson, Olivia Norton, Alex Oettl, David Ossip, Barney Pell, Andrea Prat, Tomi Poutanen, Marzio Pozzuoli, Lally Rementilla, Geordie Rose, Maryanna Saenko, Russ Salakhutdinov, Reza Satchu, Michael Serbinis, Ashmeet Sidana, Micah Siegel, Dilip Soman, John Stackhouse, Scott Stern, Ted Sum, Rich Sutton, Steve Tadelis, Shahram Tafazoli, Graham Taylor, Florenta Teodoridis, Richard Titus, Dan Treffer, Catherine Tucker, William Tunstall-Pedoe, Stephan Uhrenbacher, Cliff van der Linden, Miguel Villas-Boas, Neil Wainwright, Boris Wertz, Dan Wilson, Peter Wittek, Alexander Wong, Shelley Zhuang, y Shivon Zilis. También deseamos enviar nuestro agradecimiento a Carl Shapiro y Hal Varian por su libro *Information Rules*, que sirvió de fuente de inspiración para nuestro proyecto. La aportación del personal de The Creative Destruction Lab y de la Rotman School ha sido una bendición, particularmente la de Steve Arenburg, Dawn Bloomfield, Rachel Harris, Jennifer Hildebrandt, Anne Hilton, Justyna Jonca, Aidan Kehoe, Khalid Kurji, Mary Lyne, Ken McGuffin, Shray Mehra, Daniel Mulet, Jennifer O'Hare, Gregory Ray, Amir Sariri, Sonia Sennik, Kristjan Sigurdson, Pearl Sullivan, Evelyn Thomasos, y el resto del personal y equipo de laboratorio y de la escuela Rotman. Por supuesto, agradecemos a nuestro decano, Tiff Macklem, su entusiasta apoyo a nuestro trabajo sobre la IA en el Creative Destruction Lab y, en general, a la Rotman School. Dirigimos también nuestro agradecimiento a los ejecutivos y el personal de Next 36 y The Next AI. También deseamos dar las gracias a Walter Frick y Tim Sullivan por su estupenda edición, así como a nuestro agente, Jim Levine. Muchas de las ideas que contiene este libro se basan en la investigación financiada por el Consejo de Investigación de Ciencias Sociales y Humanidades del Canadá, el Instituto Vector, el Instituto Canadiense de Investigación Avanzada bajo el liderazgo de Alan Bernstein y Rebecca Finlay, y la Fundación Sloan, con el apoyo de Danny Goroff y al amparo de la beca de Economía de la

Digitalización, administrada por Shane Greenstein, Scott Stern, y Josh Lerner. Les estamos muy agradecidos por su apoyo. Por otra parte, deseamos expresar nuestro agradecimiento a Jim Poterba por dar su apoyo a nuestra conferencia sobre la economía de la IA ante la Oficina Nacional de Investigación Económica. Por último, total agradecimiento a nuestras familias, por su paciencia y sus contribuciones durante el proceso: ¡gracias a Gina, Amelia, Andreas, Rachel, Anna, Sam, Ben, Natalie, Belanna, Ariel y Annika!

1

Introducción

Máquinas inteligentes

Si la siguiente escena aún no te resulta familiar, pronto lo será. Un niño está haciendo los deberes escolares solo en otra habitación. Y su padre oye la siguiente pregunta: «¿Cuál es la capital de Delaware?». El padre piensa unos instantes: «*Baltimore... demasiado obvio... Wilmington... no es capital*». Pero, antes de que el proceso de pensamiento acabe, una máquina llamada Alexa anuncia la respuesta correcta: «La capital de Delaware es Dover». Alexa es la inteligencia artificial, abreviadamente IA, creada por Amazon, que interpreta el lenguaje natural y proporciona las respuestas correctas a preguntas concretas a la velocidad de un rayo. Alexa ha reemplazado al padre como la fuente de información omnisciente a los ojos de un niño.

La IA está en todas partes: teléfonos, coches, experiencias comerciales, servicios de contactos personales, hospitales, bancos... y en todos los medios de comunicación. No es de extrañar que los directores corporativos, jefes ejecutivos, vicepresidentes, gestores, líderes de equipos, empresarios, inversores, instructores y responsables políticos

2 INTRODUCCIÓN

se hallen inmersos en una frenética carrera por conocer más sobre la IA. Todos se han percatado de que esta tecnología está a punto de cambiar radicalmente sus negocios.

Nosotros, los autores, hemos observado los avances de la IA desde un singular punto de vista. Somos tres economistas que construimos nuestras carreras estudiando la última gran revolución tecnológica: internet. A lo largo de años de investigación, hemos aprendido cómo ignorar lo superfluo e ir a lo esencial en lo que respecta a la tecnología para las esferas con poder de decisión.

Creamos el Creative Destruction Lab (CDL), un programa de fase inicial que aumenta la probabilidad de éxito para nuevas empresas que fundamentan sobre conceptos científicos. Inicialmente, el CDL estaba abierto a todo tipo de empresas emergentes, pero hacia 2015 muchos de los proyectos empresariales más emocionantes eran empresas basadas en la IA. En septiembre de 2017, el CDL, por tercer año consecutivo, era el programa con la mayor concentración de empresas emergentes basadas en IA del planeta.

Como resultado de ello, muchos líderes del sector viajaban con regularidad a Toronto para participar en el CDL. Por ejemplo, uno de los primeros inventores del motor IA que impulsa a Alexa, William Tunstall-Pedoe, volaba a Toronto cada ocho semanas desde Cambridge (Inglaterra) para trabajar con nosotros durante todo el programa. Y Barney Pell, de San Francisco, quien había dirigido al equipo de ochenta y cinco personas de la NASA que llevó la primera IA al espacio profundo, hizo otro tanto.

En parte, el dominio del CDL en este campo deriva de nuestra ubicación, en Toronto, donde se concibieron e impulsaron muchas de las invenciones esenciales —enmarcadas en un campo denominado *machine learning* o *aprendizaje automático*— que han avivado el reciente interés por la IA. Los expertos, cuya base previa había sido el Departamento de Informática de la Universidad de Toronto, actualmente dirigen muchos de los principales equipos industriales de IA del mundo, como los de Facebook, Apple y OpenAI de Elon Musk.

El hecho de estar tan cerca de tantas aplicaciones de la IA nos obligó a centrarnos en cómo esta tecnología afecta a la estrategia de negocios actual. Tal como explicaremos más adelante, la IA es una tecnología de predicción. Las predicciones son datos útiles para la toma de decisiones, y la economía proporciona el marco perfecto para comprender los compromisos que subyacen bajo cualquier decisión. Así pues, con una pizca de suerte y un poco de diseño, nos vimos en el lugar y el momento idóneos para tender un puente entre el técnico y el hombre de negocios. El resultado es este libro.

Nuestra primera información clave es que de hecho la nueva ola de la IA no nos aporta inteligencia, sino un componente básico de la misma: la *predicción*. Lo que Alexa estaba haciendo cuando el niño planteó su pregunta, caso expuesto anteriormente, era captar los sonidos que se emitían y predecir las palabras que iba a pronunciar el niño, para a posteriori revelar qué información se busca con esas palabras. Alexa no «sabe» cuál es la capital de Delaware, pero es capaz de predecir que, cuando las personas hacen tal pregunta, buscan una respuesta específica: «Dover».

Todas las empresas emergentes de nuestro laboratorio se dedican a explotar los beneficios de unas mejores predicciones. Deep Genomics mejora la práctica de la medicina prediciendo qué sucederá en una célula cuando se altera el ADN. Chisel mejora la práctica del Derecho prediciendo qué partes de un documento se deben redactar. Y Validere mejora la eficacia de la transferencia de custodia del petróleo prediciendo el contenido de agua del crudo entrante. Estas aplicaciones son un microcosmos de lo que la mayoría de los hombres de negocios van a hacer en un futuro cercano.

Si estás perdido en la niebla tratando de imaginar qué te aporta la IA, podemos ayudarte a entender las implicaciones de esa tecnología y a explicarte de manera sencilla los avances en la misma, aunque jamás hayas programado una red neuronal convolucional, ni estudiado la estadística bayesiana.

Si eres un líder empresarial, te proporcionaremos información sobre el impacto de la IA en la gestión y en la toma de decisiones.

4 INTRODUCCIÓN

Si eres un estudiante o un recién graduado, te facilitaremos el contexto para pensar en la evolución de los empleos y carreras del futuro. Si eres un analista financiero o un inversor de capital de riesgo, te ofrecemos una estructura alrededor de la cual podrás desarrollar tus tesis de inversión. Si eres una persona perteneciente a la esfera con poder de decisión, te proporcionaremos las directrices para comprender cómo la IA va a cambiar la sociedad y cómo la política puede dar forma a tales cambios para bien.

La economía aporta una base sólida para comprender la incertidumbre y lo que significa para la toma de decisiones. En la medida en que unas mejores predicciones van reduciendo las incertidumbres, usamos la economía para informarte sobre qué incidencia tiene la IA en las decisiones que deberás tomar en el curso de tus negocios. Dicha información, a su vez, proporciona conocimientos sobre qué herramientas de IA pueden rendir mayores beneficios sobre la inversión respecto a los flujos de trabajo internos de un negocio, lo cual conduce a un marco que sirve para diseñar estrategias de negocio; a saber, cómo se puede replantear la escala y el alcance de un negocio de una manera que permita explotar las nuevas realidades económicas basadas en la predicción barata. Finalmente, exponemos los principales compromisos asociados a la IA en cuanto a los empleos, la concentración de poder corporativo, la privacidad y la geopolítica.

¿Qué predicciones son importantes para vuestro negocio? ¿Cómo cambiarán los futuros avances en IA las predicciones en las que os basáis? Al igual que cuando entraron en escena el ordenador personal y, posteriormente, internet, ¿cómo rediseñareis en vuestra empresa los puestos de trabajo en respuesta a los avances de la tecnología de predicción? La IA es una nueva tecnología aún poco conocida, pero los instrumentos económicos para evaluar las implicaciones de una caída del coste de la predicción son completamente fiables; a pesar de que seguramente los ejemplos que aquí exponemos acabarán quedando obsoletos, el marco del presente libro seguirá estando muy vigente. Los conocimientos continuarán aplicándose a medida que la tecnología mejore y que las predicciones se vuelvan más precisas y complejas.

Máquinas predictivas no es una receta para el éxito en la economía de la IA, lo que se pretende es enfatizar «los compromisos». Más datos significa menos privacidad. Más velocidad significa menos precisión. Más autonomía significa menos control. No prescribimos la mejor estrategia para tu negocio. Ese es tu trabajo. La mejor estrategia para tu empresa, tu carrera o tu país dependerá de cómo ponderes cada parte de un compromiso. Este libro pretende facilitarte una estructura para que identifiques los compromisos clave y cómo evaluar los pros y contras, con el fin de que tomes la mejor decisión. Obviamente, incluso teniendo nuestro marco a mano, te encontrarás con que las cosas cambian a toda velocidad. Será necesario tomar decisiones sin tener toda la información, pero tomarlas será mejor que la inacción.

PUNTOS CLAVE

- La actual ola de avances en IA no nos aporta inteligencia, sino un componente crítico de la misma: la predicción.
- La predicción es una información básica en la toma de decisiones. La economía posee un marco bien definido para comprender el proceso de toma de decisiones. Las nuevas y poco conocidas implicaciones de los avances en la tecnología de predicción pueden combinarse con la vieja y bien fundamentada teoría de la lógica de la decisión procedente del campo de la economía, la cual aporta una serie de informaciones que ayudan a plantear un enfoque de IA para una organización.
- No suele existir una única respuesta correcta a las preguntas de qué estrategia de IA es la mejor o cuáles son las mejores herramientas de IA, dado que dicha tecnología implica una serie de compromisos y concesiones: a más velocidad, menor precisión; a más autonomía, menor control; cuantos más datos, menor privacidad. Aquí facilitamos un método

6 INTRODUCCIÓN

para identificar los compromisos asociados a cada decisión que implique una IA, de forma que sea posible evaluar ambos lados de cada operación a la luz de la misión y los objetivos de una organización concreta, para después tomar la decisión más acertada dentro de lo posible.

2

Lo barato lo cambia todo

Todos hemos vivido «un momento IA», o vamos a vivirlo pronto. Estamos acostumbrados a que los medios de comunicación nos bombardeen con historias de nuevas tecnologías que cambiarán nuestras vidas. Algunos de nosotros somos tecnófilos y celebramos las posibilidades que nos brinda el futuro; otros son tecnófobos y se lamentan por tener que dejar atrás aquellos maravillosos viejos tiempos; pero casi todos estamos tan acostumbrados al constante flujo de noticias sobre tecnología que repetimos mecánicamente el mantra de que «lo único inmune al cambio es el propio cambio». Hasta que llega nuestro momento IA. Entonces es cuando nos percatamos de que esa tecnología es diferente.

Algunos informáticos experimentaron su momento IA en 2012, cuando un equipo de estudiantes de la Universidad de Toronto obtuvo un impactante triunfo en la competición de reconocimiento de objetos visuales de Image-Net, y al año siguiente todos los finalistas usaron el, por aquel entonces novedoso, enfoque de «aprendizaje profundo» para competir. El reconocimiento de objetos es más que un simple juego, ya que permite que las máquinas «vean».

Algunos jefes ejecutivos de empresas tecnológicas experimentaron su momento IA cuando leyeron unos titulares, publicados en enero de 2014, donde se anunciaba que Google acababa de pagar más de 600 millones de dólares por la adquisición de DeepMind, compañía sita en el Reino Unido. A pesar de que la puesta en funcionamiento de la compañía había generado unos ingresos insignificantes en relación con el precio de compra, esta empresa había demostrado que su IA había aprendido —por su cuenta y sin ser programada— a jugar a ciertos videojuegos Atari obteniendo un rendimiento sobrehumano.

Por su parte, algunos ciudadanos de a pie vivieron su momento IA más tarde ese mismo año, cuando el conocido astrofísico Stephen Hawking explicó enfáticamente que: «Todo lo que la civilización tiene que ofrecer es producto de la inteligencia humana.... El éxito en la creación de la inteligencia artificial podrá ser el evento más grande en la historia de la humanidad».¹

Otros, en cambio, experimentaron su momento IA la primera vez que soltaron el volante de su veloz Tesla y dejaron que el piloto automático de su vehículo se ocupara del problema del tráfico.

Incluso el Gobierno chino experimentó su momento IA cuando fue testigo de la victoria del programa de DeepMind, AlphaGo, sobre Lee Se-dol, un maestro surcoreano de un juego de mesa llamado Go, y cuando, más tarde ese mismo año, el citado programa venció al primer clasificado del ranquin mundial, el chino Ke Jie. El *New York Times* describió esta partida como el «momento Sputnik de China»². Justo tras la inversión masiva de Estados Unidos en ciencia, que siguió al lanzamiento soviético del Sputnik, China respondió a tal logro con una estrategia nacional diseñada para dominar el mundo de la IA hacia el 2030, anunciando un compromiso financiero para hacer plausible tal proclama.

Nuestro momento IA llegó en 2012, cuando las empresas de IA emergentes —de entrada, un pequeño número que más tarde se convertiría en legión—, empezaron a utilizar avanzadas técnicas de aprendizaje automático aplicadas al CDL. Tales aplicaciones abarcaban sectores industriales como la investigación de fármacos, el

servicio al cliente, la fabricación de productos, la garantía de calidad, la distribución minorista o los dispositivos médicos. Esta tecnología era poderosa y al mismo tiempo tenía un propósito general, y aumentaba significativamente el valor de extensa gama de aplicaciones. Fue entonces cuando empezamos a entender lo que significaba la IA en términos económicos, pues sabíamos que se regía por los mismos principios económicos que cualquier otro tipo de tecnología.

La tecnología en sí misma es, por decirlo de manera simple, asombrosa. En sus primeros años, el famoso inversor de riesgo, Steve Jurvetson, lo expresó ocurrentemente: «Prácticamente cualquier producto que uses en los próximos cinco años y que parezca mágico habrá sido construido con casi total seguridad mediante estos algoritmos». ³ La caracterización de Jurvetson de la IA como «mágica» tuvo su eco en la narrativa popular en filmes como *2001: una odisea del espacio*, *La guerra de las galaxias* o *Blade Runner*, y más recientemente en *Her*, *Transcendence* o *Ex machina*. Comprendemos y simpatizamos con esta tipificación de Jurvetson de las aplicaciones de la IA como mágicas; pero, como economistas, nuestro trabajo consiste en tomar esas ideas aparentemente «mágicas» y hacerlas simples, claras y prácticas.

Saber ver lo esencial

Los economistas vemos el mundo de forma diferente a la mayoría de la gente. Todo lo vemos a través de un marco dirigido por fuerzas tales como la oferta y la demanda, la producción y el consumo, y los precios y los costes. A pesar de que los economistas a menudo disentimos entre nosotros, lo hacemos en el contexto de un marco común. Discutimos sobre asunciones e interpretaciones, pero no sobre conceptos fundamentales, como los roles de la escasez y la competencia en la fijación de precios. Esta manera de contemplar el mundo nos da una perspectiva privilegiada. El aspecto negativo de nuestro punto de vista es que, para ciertas personas, resulta muy frío, y desde luego no nos hace muy populares en los eventos sociales. El aspecto positivo

de tal perspectiva es que nos proporciona una útil clarividencia a la hora de fundamentar las decisiones empresariales.

Pero empecemos por lo básico: los precios. Cuando el precio de algo baja, consumimos más ese producto. Eso es economía básica, y está sucediendo justo en estos momentos con la IA. La IA está en todas partes: comprimida en las aplicaciones del móvil, optimizando las redes eléctricas y sustituyendo a los gestores de cartera de valores. Y es posible que pronto te evite el tener que conducir o que te envíe paquetes voladores a tu domicilio.

Si los economistas somos buenos en algo es en saber ver lo esencial, ya que donde otros ven una innovación transformadora, nosotros vemos una simple caída de precios. Pero no se trata solo de eso. Para comprender cómo la IA afectará a una organización, es necesario saber exactamente qué precio ha cambiado y cómo ese cambio de precio se irá diseminando por los demás sectores de la economía. Solo entonces será posible configurar un plan de acción. La historia de la economía nos ha enseñado que el impacto de las principales innovaciones suele sentirse en los lugares más insospechados.

Analicemos, por ejemplo, el caso del internet comercial en 1995. Cuando la mayoría de nosotros estábamos viendo la serie de TV *Seinfeld*, Microsoft sacó al mercado el Windows 95, su primer sistema operativo multitarea. Aquel mismo año, el Gobierno de Estados Unidos eliminó las últimas restricciones que impedían el tráfico comercial a través de internet, y Netscape —los inventores del navegador— celebraron su primera oferta pública inicial (OPI) importante del internet comercial. Este hecho supuso un punto de inflexión cuando internet pasó de ser una mera curiosidad tecnológica a un *tsunami* destinado a inundar la economía.

La OPI de Netscape tasó la empresa en más de 3.000 millones de dólares, a pesar de que aún no había generado ningún beneficio significativo. Los inversores de capital de riesgo tasaron las empresas emergentes en millones, aunque estas estuvieran en la etapa «preingresos» (nuevo término). Los recién graduados de MBA (Máster de Administración de Empresas) rechazaron empleos tradicionalmente

lucrativos para explorar e indagar en la web. A medida que los efectos de la red mundial empezaron a expandirse por los sectores de la industria y a lo largo de toda la cadena de valor, los defensores de la tecnología dejaron de referirse a internet como una nueva tecnología para hacerlo en lo sucesivo como la «nueva economía». El término arraigó y se hizo popular. La red de internet trascendió a la tecnología, introduciéndose en la actividad humana a un nivel fundamental. Los políticos, ejecutivos corporativos, inversores, empresarios y principales agencias de noticias empezaron a usar el término citado. Todo el mundo definía el fenómeno como la «nueva Economía».

Es decir, todo el mundo excepto «los economistas». Nosotros no veíamos aquel fenómeno como una nueva economía. En nuestro ámbito, aquello tenía todos los visos de ser la vieja economía de siempre, si bien es cierto que se habían producido algunos cambios importantes. Los bienes y servicios podían distribuirse digitalmente, la comunicación era sencilla. Y uno podía encontrar información de manera sencilla con solo clicar un botón de búsqueda, pero todas estas cosas ya se podían hacer antes. En esencia, lo único que había cambiado es que ya se podían hacer a bajo precio. La aparición de internet supuso una caída del coste de la distribución, la comunicación y la búsqueda. Reformular un avance tecnológico como un cambio de lo caro a lo barato, o de la escasez a la abundancia, es una premisa muy valiosa a la hora de pensar en cómo ello afectará a un negocio en concreto. Por ejemplo, si rememoramos la primera vez que usamos Google, quizá nos venga a la mente cómo nos sorprendió aquella aparentemente mágica capacidad de acceder a la información. Desde la perspectiva de los economistas, Google hizo que la búsqueda fuera barata. Al volverse barata, las empresas que hacían dinero vendiendo búsquedas a través de otros medios (Páginas Amarillas, agencias de viajes, anuncios clasificados) se vieron inmersas en una crisis de competitividad. Al mismo tiempo, aquellas empresas que se basaban en que la gente las encontrara —por ejemplo, los autores autopublicados, los vendedores de objetos coleccionables raros, los directores de cine caseros— tuvieron una época de prosperidad.

Este cambio en los costes relativos de ciertas actividades influyó radicalmente en algunos modelos de negocio y llegó incluso a transformar algunas industrias. Sin embargo, las leyes de la economía no cambiaron. Todavía podíamos entenderlo todo en términos de oferta y demanda; y, por tanto, establecer estrategias, elaborar políticas y anticipar el futuro a partir de los principios económicos existentes.

Barato significa «estar en todas partes»

Cuando el precio de algo fundamental cae drásticamente, todo el mundo puede verse inmerso en un cambio. Consideremos, por ejemplo, el coste de la luz. Lo más probable es que estés leyendo este libro bajo algún tipo de energía lumínica artificial. Además, probablemente jamás te hayas parado a pensar en si vale la pena usar luz artificial para leer. La luz es tan barata que la usamos con toda naturalidad sin pensar en su coste. Pero, según la meticulosa investigación del economista William Nordhaus, realizada en la década de 1800, la misma cantidad de luz nos habría costado cuatrocientas veces más de lo que pagamos actualmente.⁴ A ese precio, tendríamos en cuenta el coste de la luz artificial y nos lo pensaríamos dos veces antes de usarla para leer este libro. La subsiguiente caída en el precio de la luz iluminó el mundo. No solo convirtió la noche en día, sino que nos permitió vivir y trabajar en grandes edificios en los que la luz natural no podía penetrar. Prácticamente nada de lo que tenemos hoy en día sería posible si el coste de la luz artificial no hubiera llegado a ser casi cero.

El cambio tecnológico abarata cosas que antes eran caras. El coste de la luz cayó tanto que cambió nuestro comportamiento, pasando de pensar en si debíamos usarla o no a ni siquiera pararnos a pensar un segundo antes de pulsar el interruptor de la luz. Tal caída significativa de los precios creó oportunidades para hacer cosas que nunca habíamos hecho; hacía posible lo imposible. Así pues, no es de extrañar que los economistas estén obsesionados con las implicaciones de caídas masivas de los precios de bienes tan fundamentales como la luz.

Algunos de los impactos de producir luz más barata eran fáciles de imaginar, pero otros no tanto. En qué afectará el que una nueva tecnología abarate las cosas no es siempre obvio, ya se trate de luz artificial, de vapor, de automóviles o de ordenadores.

Tim Bresnahan, un economista de Stanford y uno de nuestros mentores, señaló que los ordenadores no hacen otra cosa que operaciones aritméticas. El advenimiento y la comercialización de los ordenadores abarató la aritmética.⁵ Y al abarataarse, además de usarla más en sus aplicaciones tradicionales, la aritmética ahora se utilizará en aplicaciones que no estaban tradicionalmente asociadas a la misma, como la música.

Ada Lovelace, a quien se considera la primera programadora de ordenadores, fue la primera persona que vio este potencial. Trabajando bajo una luz sumamente costosa, a principios de la primera década del siglo XIX, Lovelace escribió el primer programa registrado que sirvió para computar una serie de números (llamados números Bernoulli) en un todavía teórico ordenador diseñado por Charles Babbage. Babbage, que también era economista, no era el único que se percató de la estrecha relación entre informática y economía, como más adelante expondremos. Lovelace comprendió que la aritmética, por usar la jerga moderna, podía «trascender» y permitir hacer muchas más cosas; además, se percató de que las aplicaciones de la informática no se limitaban a las operaciones matemáticas: «Suponiendo, por ejemplo, que las relaciones fundamentales de los sonidos en la ciencia de la armonía y la composición musical fueran susceptibles de tal expresión y adaptaciones, la máquina podría componer elaboradas y científicas piezas musicales con cualquier grado de complejidad».⁶ El ordenador no se había inventado todavía, pero Lovelace vio que una máquina aritmética podría almacenar y reproducir música, un formato que redefiniría el arte y la humanidad.

Y eso es precisamente lo que sucedió. Cuando, un siglo y medio más tarde, el coste de la aritmética disminuyó lo suficiente, ya había miles de aplicaciones para esta disciplina con las que la

mayoría no había ni siquiera soñado. La aritmética representó una aportación tan importante para tantos ámbitos que cuando se volvió barata, al igual que la luz en su momento, el mundo cambió por completo. Reducir algo a meros términos de coste es una manera de ignorar lo superfluo y ver lo esencial, si bien no ayuda a que el último y grandioso avance tecnológico resulte emocionante. Jamás vimos a Steve Jobs anunciar «una nueva máquina de sumar», aunque en realidad es lo que siempre hacía. Al reducir el coste de algo importante, las nuevas máquinas de sumar de Jobs tenían un poder transformador.

Y tal reflexión nos lleva a la IA: será económicamente significativa precisamente porque abaratará en gran medida algo importante. Justo ahora, quizá estés pensando en el intelecto, el razonamiento o el propio pensamiento. Tal vez imagines robots por todos lados o seres no corpóreos, como los amigables ordenadores de *Star Trek*, que evitan que tengas que pensar. A Lovelace se le ocurrió la misma idea, pero la desechó rápidamente. Al menos, en la medida en que concierne a los ordenadores, Lovelace escribió: «No alberga pretensiones de originar nada. Es capaz de hacer cualquier cosa que sepamos ordenarle. Puede hacer análisis; pero carece del poder para anticipar relaciones o verdades analíticas».⁷

A pesar de toda la fanfarria publicitaria y del ruido mediático que acompaña a la noción de la IA, lo que Alan Turing llamaría a posteriori la «objeción de la señora Lovelace» sigue estando vigente. Los ordenadores todavía no piensan, así que el pensamiento no va a abaratararse en un futuro cercano. No obstante, lo que sí se abaratará será algo tan frecuente que, como la aritmética, seguramente ni siquiera seamos conscientes de hasta qué punto está omnipresente y hasta qué punto una caída en su precio puede afectar tanto a nuestras vidas como a la economía.

¿Qué será lo que abaraten las nuevas tecnologías de IA? La «predicción». Por tanto —como la economía nos dice— no solo vamos a usar mucho más la predicción, sino que la vamos a ver emerger en nuevos e insospechados lugares.