

PRELUDIO. ¿QUÉ HAY DE NUEVO, VIEJO? BIENVENIDOS A LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

JUAN G. CORVALÁN⁽¹⁾

I. CUANDO EL COYOTE SE TRANSFORMA EN CORRECAMINOS

Convivimos con *más de dos millones* de pequeñísimos animales que están en el colchón, en la alfombra, en muebles tapizados, en la ropa de cama y en libros antiguos. Mi amiga Julieta es alérgica a ellos y por eso los conoce muy bien. Se trata de los ácaros, integrantes de la familia de los arácnidos, con un tamaño que oscila entre 0,2 y 0,5 milímetros. Aunque es casi imposible eliminarlos de tu casa, estas arañitas microscópicas⁽²⁾ tienen algo en común con esta era de la inteligencia artificial. También son invisibles los sistemas inteligentes que nos acompañan a los lugares

(1) Director del IALAB y del posgrado en IA y Derecho (UBA). Dir. de la diplomatura en Derecho 4.0 (Univ. Austral). Cocreador de Prometea, primera IA predictiva al servicio de la Justicia. Cocreador de PretorIA y Dir. Acad. de la implementación de ese sistema en la Corte Constitucional de Colombia. Autor de siete libros, entre ellos: *Perfiles digitales humanos*; *Proteger datos en la era de la inteligencia artificial*; *Retos y desafíos del tratamiento automatizado* (Thomson Reuters, 2020); *Prometea, Inteligencia Artificial para transformar organizaciones públicas* (prologado por Vincenzo Aquaro, dir. de Gobierno Digital de Naciones Unidas, Astrea, IMODEV, 2019) e *Inteligencia artificial y trabajo, construyendo un nuevo paradigma de empleo* (Astrea, IMODEV, 2019, prologado por Ekkehard Ernst). Jefe de Políticas Macroeconómicas y Unidades de Trabajo en el Departamento de Investigación de la OIT. Ha disertado sobre IA en Naciones Unidas (Viena), en la Asamblea permanente de la OEA (Washington), en la Universidad de Oxford y en la Agencia de Protección de Derechos Fundamentales de la UE. Expositor y coordinador de las Comisiones Especiales de Debate en la Primera Cumbre de Inteligencia Artificial de América Latina en el Massachusetts Institute of Technology (MIT). Ha representado a Argentina en las sesiones de Webinar organizadas por Naciones Unidas: Desarrollo de capacidades sobre innovación, gobierno digital y prestación de servicios públicos para la sostenibilidad en la región del Caribe. Doctor en Derecho, posdoctorando y profesor visitante en la Universidad de Sorbona. Ha cursado y aprobado Programas sobre *Machine Learning* en MIT y sobre IA en la Universidad de Oxford. Juez por concurso de oposición y antecedentes de la Justicia Contencioso-Administrativo y Tributaria de la CABA. Actualmente, se desempeña como fiscal general adjunto en lo Contencioso Administrativo y Tributario ante el Tribunal Superior de Justicia de la CABA.

(2) <https://www.muyinteresante.es/naturaleza/preguntas-respuestas/cuantos-acaros-habitan-en-los-colchones-331442837253> (consultado el 18/4/2021).

más íntimos a través de computadoras y teléfonos celulares. Este nuevo mundo digital plagado de ácaros artificiales basados en IA dejará muy atrás a todos los superhéroes y mutantes de Marvel y DC Comic. Los “hé- roes”, los “villanos” y los que oscilan por ambas categorías; es decir, casi todos.

La famosa automatización de la que habla todo el mundo tiene una lógica simple: reemplazar, mejorar e incluso crear nuevas tareas que solo podían ser realizadas por el cerebro humano. Pero cuidado, aunque James Cameron y Arnold Schwarzenegger nos trajeron de nuevo a Terminator, es conveniente dar un breve respiro a la asociación que siempre está presente cuando se habla de inteligencia artificial: los robots y la destrucción de la humanidad. Aunque hablar de estos temas nos lleva a un combo de películas y series como Matrix, Yo Robot, Ex Machina, Black Mirror, WestWorld o Altered Carbon, esta vinculación suele dificultar la real dimensión de los retos que nos esperan en el corto plazo. Las IA más exitosas como el traductor de Google, Netflix, Spotify, Amazon o Mercado Libre son incorpóreas y no requieren entidades físicas electromecánicas como brazos o cuerpos robóticos.

Las proezas que se pueden generar en el living de una casa, con una computadora, se basan en ácaros artificiales que nos traen nuevas herramientas y conceptos antiguos que se transforman. Por ejemplo, es muy frecuente encontrar en los medios de comunicación la palabra algoritmo. Aunque se inventaron y se usan hace muchos siglos, esta noción es una de las mayores responsables de todo este tsunami de innovación.

Los algoritmos construyen puentes entre las computadoras, internet, las aplicaciones móviles, nuestros objetivos y necesidades. La unión entre una máquina expendedora, tu chocolate preferido y el dinero presenta un “detrás de escena” basado en un conjunto de reglas, fórmulas para hacer cálculos, o una serie metódica de pasos⁽³⁾. Son los manuales de instrucciones del mundo digital que se escriben en idioma informático. Introdu-

(3) Ampliar en Penrose, Roger, *La mente nueva del emperador*, Fondo de Cultura Económica, México, 1996, ps. 34 y 35; Domingos, Pedro, *The master algorithm: how the quest for the ultimate learning machine will remake our world*, Basic Books, New York, 2015, ps. XVI, 1 y ss.; Harari, Yuval Noah, *Homo Deus*, Debate, ps. 99-107; Borruso, Renato, “La ley, el juez, la computadora. Un tema fundamental de la informática jurídica”, *Informática y Derecho*, vol. 5, Depalma, 1996, ps. 30 y ss.; Deutsch, David - Ekert, Artur, “Más allá del horizonte cuántico”, *Investigación y Ciencia*, noviembre, 2012, p. 79; Palma Méndez, José T. - Marín Morales, Roque, *Inteligencia artificial*, Mc Graw Hill, Madrid, 2011, p. 683; Benítez, Raúl - Escudero, Gerard - Kanaan, Samir - Rodó Masip, David, *Inteligencia artificial avanzada*, UOC, Barcelona, 2013, p. 13.

cís una moneda, presionas un botón y ¡magia!: una golosina que cae es igual a un algoritmo que se ejecuta.

Ahora bien, cuando estamos en una sala de espera y queremos un refresco, ¿consideramos a la máquina expendedora “inteligente”? ¿es razonable comparar los métodos que utilizan las computadoras para llegar a sus resultados con los complejos procesos biológicos que se dan en el cerebro?

El 15 de octubre de 1937 el genio de Jorge Luis Borges publicó un texto llamado “La máquina de pensar de Raimundo Lulio”. Esta máquina estaba hecha de tres discos concéntricos, divididos en espacios en los cuales podían colocarse distintos atributos. Por ejemplo, “poder”, “verdad” o “sabiduría”, así como también “rojo”, “azul”, “verde”, entre muchas opciones. Al girar los discos, era posible obtener una enorme cantidad de combinaciones de los distintos atributos, pudiendo llegar a muchas respuestas diferentes que hoy en día se podrían analizar desde un punto de vista probabilístico. Para Borges, la máquina creada a fines del siglo XIII no era capaz de un solo razonamiento, siquiera rudimental o sofisticado⁽⁴⁾.

Unos años más tarde Alan Turing, el padre de la computación y el inspirador de la película Código enigma, se formuló dos preguntas: ¿pueden pensar las máquinas? o ¿pueden las máquinas pensar?⁽⁵⁾.

En la versión clásica de la informática, la inteligencia de máquina se asoció a respuestas preprogramadas. Por ejemplo, los algoritmos que están “detrás del telón” de los procesadores de texto. Cuando abre el programa “Microsoft Word”, y luego presiona la letra “a” en su teclado, en el nuevo documento en blanco aparece ese símbolo. Es decir, las posibilidades de potenciar la escritura entre su ordenador y un procesador de texto, en la Edad Media serían consideradas mágicas, imposibles y herejes. Ahora, como nos parece natural poder copiar y pegar miles de letras en menos de un segundo, comenzamos a llamar inteligencia artificial a cuestiones más complejas para nuestros ojos moldeados por esta era digital⁽⁶⁾.

(4) *Obras completas*, Emecé, Buenos Aires, 2007, t. IV, ps. 391-395.

(5) *Maquinaria computacional e inteligencia*, p. 1. El famoso texto de Turing comienza del siguiente modo: “Propongo considerar la siguiente pregunta: ¿Pueden pensar las máquinas?”, aunque luego el autor propone abordar esta problemática a partir de considerar el juego de la imitación, que consiste en analizar un fenómeno mediante el cual se sustituye la tarea de uno de los integrantes humanos por la de una computadora. Por eso reformula la pregunta del siguiente modo: ¿pueden las máquinas pensar? Texto disponible en: <http://xamanek.izt.uam.mx/map/cursos/Turing-Pensar.pdf> (consultado el 25/08/2017).

(6) Sobre todas estas cuestiones, ampliar en: Palma Méndez - Morales Roque, *Inteligencia artificial*, cit., ps. 3 y 7; en similar sentido, Bourcier, Danièle, *Inteligencia artificial y derecho*, UOC, Barcelona, 2003, p. 51; Deyi Li - Yi Du, *Artificial intelligen-*

Si consideramos algunas analogías, cuentos y metáforas, es posible resumir las cuatro grandes cuestiones que nos introducen en esta trilogía entre humanos, máquinas e inteligencia.

Primero. Los aviones y los pájaros vuelan. Unos pueden transportar cientos de personas de un lado a otro, los otros no.

El cerebro extrae, selecciona, recorta y organiza datos e información disponible para tomar decisiones. La inteligencia artificial (en adelante IA) hace lo mismo, aunque con otros métodos, mayor capacidad de almacenamiento y a más velocidad. Aunque resulta imposible reproducir en máquinas a un órgano tan complejo, hay que considerar que los ingenieros en aviación no copiaron las técnicas de aprendizaje de los pájaros para construir los aviones modernos⁽⁷⁾. Por eso es interesante remarcar un aspecto central en esta nueva dinámica: el desarrollo de la IA no consiste, al menos exclusivamente, en imitar el funcionamiento de organismos biológicos.

Segundo. Cuanto más fácil, menos inteligente parece.

Con el avance de la IA, sucede un fenómeno similar al que se presenta en las discusiones acerca de nuestra inteligencia. Aunque una calculadora nos parezca “boba”, probablemente nuestros ancestros de hace miles años estarían maravillados de que un aparato pudiese realizar cálculos complejos en segundos, para construir pirámides. Cuando analizamos resultados inteligentes en las máquinas, usualmente los naturalizamos. Si un sistema de algoritmos comienza a realizar ciertas actividades en las que iguala o mejora la capacidad de procesamiento de información de una persona, se suele afirmar que eso es una cuestión de computación o que no es una “verdadera inteligencia”.

Blancanieves y Siri nos pueden ayudar con un ejemplo. En nuestra infancia, era innegable la inteligencia predictiva del espejo mágico, que tenía

ce with uncertainty, 2a ed., 2017, p. 1, *Inteligencia artificial*, p. 3; en similar sentido, Ruiz, Francisco Escolano - Carzola Quevedo, Miguel Ángel - Galipienso, María Isabel Alfonso - Pardo, Otto Colomina - Lozano Ortega, Miguel Ángel, *Inteligencia artificial*, Thomson, Madrid, 2003, p. 4; Kaplan, Jerry, *Abstenerse humanos*, Teell, p. 1; Winston, Patrick H., *Inteligencia artificial*, Addison-Wesley Iberoamericana, p. 8; Winston, Patrick H., *Inteligencia artificial*, 3a ed., Addison-Wesley Iberoamericana, Buenos Aires, 1992, p. 5; Denning, Peter J., “El pensamiento computacional en ciencia”, *Investigación y Ciencia*, junio 2017, ps. 62-67. Véase, “¿Democracia digital o control del comportamiento?, Manifiesto Digital I”, *Investigación y Ciencia*, abril 2016, p. 78; Winston, Patrick H., *Inteligencia artificial*, Addison-Wesley Iberoamericana, p. 8; *El futuro computarizado*, Microsoft, Microsoft Corporation, p. 28.

(7) Kurzweil, Ray, *La singularidad está cerca*, Lola Books, p. 161. En un principio, el ser humano intentó desarrollar una máquina de volar siguiendo el ejemplo de los pájaros que planean. Es el caso de la máquina de Henson y Stringfellow, construida según un proyecto patentado en 1842. Véase, Mumford, Lewis, *Técnica y civilización*, Harcourt, p. 68.

conversaciones con la reina malvada madrastra de Blancanieves acerca de su belleza⁽⁸⁾. Luego de unas cuantas décadas, pocas personas imaginaron que tendrían su propio espejo inteligente en tu dispositivo móvil que refleja y captura tu imagen, alaba tu belleza y ¡te responde haciendo chistes! Si Siri nos recomendara cianuro para un resfrío, o si se convierte en una herramienta indispensable para una persona con discapacidad visual, entonces la cuestión se vuelve muy diferente. Es un tema secundario la discusión sobre el concepto de inteligencia o la presencia de conciencia en el cuento de Disney y en el asistente de Apple. Es más importante poner en agenda los beneficios, riesgos y daños que podrían ocasionar.

Tercero. Datos, información y ¡más datos!

Las películas de Disney “Frozen” reviven una de las costumbres más usuales: hacer muñecos de nieve. La nieve y el invierno son al muñeco animado de nieve Olaf, lo que los datos y la información son a los sistemas de IA.

Cada tres años se genera un volumen de datos, que representa al que se produjo en la historia de la humanidad⁽⁹⁾. El flujo de información es el oxígeno de la inteligencia artificial que, a su vez, esta retroalimenta. No es posible que estos algoritmos sofisticados realicen las proezas sin datos, así como las IA son claves para organizar y vincular los patrones relevantes que surgen de ellos. Predicciones, asistencia, mejora en la productividad y otros aspectos que sustentan los beneficios, riesgos y daños que producen los grandes protagonistas del mundo digital: *Google, Spotify, YouTube, Waze, Facebook e Instagram, LinkedIn o Amazon*⁽¹⁰⁾.

Cuarto. Más “músculos” en los algoritmos.

Las máquinas de vapor desplazaron la energía del caballo. El hierro y el cemento, en gran medida, reemplazaron la madera, y así suce-

(8) La madrastra de Blancanieves, la reina malvada, poseía un espejo mágico que siempre decía la verdad, al cual le preguntaba quién era la más justa (*fair*). Véase Grimm, Jacob - Grimm, Wilhelm, *The Original Folk and Fairy Tales of the Brothers Grimm: The Complete First Edition*, Princeton University Press, 2014. El Dr. Karlheinz Bartels, habitante de Lohr am Main, explica cómo este espejo fue basado en los “espejos parlantes” de la empresa Mirror Manufacture of the Electorate of Mainz en Lohr entre 1698 y 1806. Para más información, véase: http://spessartmuseum.de/seiten/schneewittchen_engl.html (consultado el 05/06/2018).

(9) Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Datos, algoritmos y políticas: la redefinición del mundo digital* (LC/CMSI.6/4), Santiago, 2018, p. 170.

(10) Éric Sadin sostiene que nos hallamos frente a un escenario en donde se configura el “perfeccionamiento continuo del tratamiento informacional automatizado”. *La humanidad aumentada*, Caja Negra, Buenos Aires, 2017, p. 21.

sivamente⁽¹¹⁾. Gracias a la máquina de escribir y al papel carbónico, mi madre pudo duplicar o triplicar los mismos datos en otras hojas cuando se escribían documentos en la década de 1980. Sin embargo, cuando se derramaba café en esos papeles, había que escribir todo nuevamente. El ordenador, los procesadores de texto y la impresora mejoraron esas tareas y potenciaron nuestras habilidades. La frase que hoy se ha popularizado como “humanidad aumentada”⁽¹²⁾, en realidad es un proceso histórico que se viene desarrollando a partir de los avances tecnológicos a lo largo de los siglos como la rueda, el papel, la imprenta, el vapor y la electricidad. Lo novedoso que nos trae esta cuarta revolución industrial es que la IA reemplaza o mejora lo que antes podíamos lograr con nuestra capacidad intelectual. La popular frase “es la economía, estúpido”, ahora podría leerse así: “son los algoritmos, *no* estúpidos”.

Si toda la historia puede ser resumida en la relación Coyote y Correcaminos, las máquinas que se inventaron hasta el siglo XX no tenían la capacidad para superar o igualar a los “correcaminos cerebros humanos” en tareas específicas. Sin embargo, se está transformando aceleradamente la clásica historia animada de *Looney Tunes*. El Coyote se ha convertido en Flash y el Correcaminos en una tortuga en actividades relacionadas con la industria, los servicios y el comercio, gracias a computadoras que se ocupen de tareas que se encontraban, exclusivamente, en el ámbito de la inteligencia humana⁽¹³⁾.

II. ¿QUÉ HAY DE NUEVO, VIEJO?

Si pudiésemos conversar con Bugs Bunny, tendríamos la chance de decirle que hay de nuevo un cambio revolucionario que se basa en otro muy antiguo: la escritura. Desde los sumerios hasta Mark Zuckerberg, hemos logrado fijar la información frente a una comunicación oral fugaz

(11) Véase, Mumford, Lewis, *Técnica y civilización*, Harcourt, p. 66.

(12) Véase Sadin, Eric, *La humanidad aumentada*, Caja Negra, Buenos Aires, 2017.

(13) Ampliar en Kurzweil, Ray, *Cómo crear una mente*, Lola Books, p. 173; Harari, Yuval Noah, *Homo Deus*, Debate, ps. 100-101 y 350; Goldberg, Elkhonon, *El cerebro ejecutivo*, Crítica, Barcelona, 2015, p. 94; Cope, David, <https://www.engadget.com/2013/05/28/david-cope/> (consultado el 16/07/2107). Según Daniel Kahneman, el 99 por ciento de nuestras decisiones las tomas refinadísimos algoritmos que llamamos sensaciones, emociones y deseos. *Pensar rápido, pensar despacio*, Debate, Barcelona, 2012. En cambio, las máquinas expendedoras funcionan a través de engranajes mecánicos y circuitos eléctricos. Harari, Yuval Noah, *Homo Deus*, Debate, p. 101. En un estudio, el algoritmo informático diagnosticó el 90% de los casos de cáncer de pulmón que se le presentaron, mientras que los médicos solo acertaron en el 50%. Harari, Yuval Noah, *Homo Deus*, Debate, p. 347; Tzezana, Roey, *The Guide to the Future*, Roey Tzezana, Haifa, 2013, ps. 62-64.

que abrió las puertas a la telecomunicación, ya que se podía transmitir a partir de la transportación de signos.

El libro impreso “liberó a los hombres de lo local y de lo inmediato”, pero hemos vuelto a lo fugaz a través de historias de 15 segundos que desaparecen en nuestras redes sociales. Todo este combo disruptivo se debe a dos inventos del siglo XX que se gestaron a partir de la escritura matemática. Por un lado, el ordenador y la escritura informática binaria, cuya descripción se enuncia entre dos números, 0 y 1, lo que se conoce como un BIT de información⁽¹⁴⁾. Por otro, la invención de Internet, la World Wide Web (Red informática mundial).

La inteligencia artificial es una nueva revolución de la escritura, montada sobre la electricidad, internet, algoritmos y computadoras. El lenguaje de las máquinas nos trae a los nuevos escribas del siglo XXI: programadores informáticos y analistas de datos. A través de ellos, continuamos recorriendo un camino que está signado por dos objetivos: esforzarnos para ahorrar esfuerzo (Ortega y Gasset) y desarrollar simplificaciones que funcionan (Luhmann)⁽¹⁵⁾. Si queremos cruzar todo el océano Atlántico, podemos intentar hacerlo con nuestro cuerpo nadando. Como eso es imposible, a lo largo de la historia, innovamos para alcanzar ese objetivo a partir de invenciones técnicas y máquinas. Ahora es factible hacerlo por debajo del agua, sobre ella o por aire. Y así como submarinos, barcos y aviones aumentaron, potenciaron y reemplazaron las capacidades físicas, la IA hace lo propio con múltiples tareas cognitivas que serían difíciles o imposibles de realizar.

Ahora bien, aunque nos acostumbramos a que las máquinas sustituyan o mejoren capacidades físicas, el asombro aparece cuando se comienza a coescribir un mundo digital, en el que nuestro cerebro no es el único protagonista excluyente. Quizás por eso alguna vez pensaste o escuchaste que esta tecnología nos pasará por arriba.

III. TORTUGA, CHAPARRÓN, USAIN BOLT Y FLASH

Roberto Gómez Bolaños creó y encarnó varios personajes que aún hoy se transmiten por televisión. El Chavo del 8, el Chapulín Colorado y

(14) Harari, Yuval Noah, *De animales a Dioses*, Debate, p. 151.

(15) Según ciertos estudios, las innovaciones tecnológicas como el fuego y la invención de ciertas herramientas contribuyen decididamente a que el cerebro evolucione. Estos aspectos, se relacionaron con la reducción de la digestión y la masticación, lo que aumentó la posibilidad de socializar y desarrollar actividades más sofisticadas desde un punto de vista cognitivo. Véase, Viosca, José, “¿Qué nos hace humanos?”, *Investigación y Ciencia —Mente & Cerebro—*, nro. 78, mayo/junio, 2016, p. 52.

otros como “Chaparrón Bonaparte”. Este último era parte de un sketch llamado los “Chifladitos”, en donde había “chiripiorcas” y frases populares como: “no hay de qué, sono más de papas”.

Chaparrón y Lucas —el mismo personaje que interpretaba al profesor Jirafales— protagonizan un capítulo que tiene como protagonista a la estrella de las oficinas del siglo XX: la máquina de escribir. Uno le dice al otro que mientras escribía a máquina notó que había un problema. En sus palabras: “por más que me esforzado, no logro que escriba algo congruente”, El remate del chiste es que la máquina escribe en inglés porque fue construida en los Estados Unidos.

Chaparrón y Lucas, con todas sus limitaciones, podían superar las tres o cuatro páginas que podían copiar los escribas del siglo XV, ya que con estas máquinas se podían escribir cien en diez horas. Sin embargo, esta mejora en la velocidad y uniformidad del procesamiento de los datos mantuvo, en esencia, una misma lógica: se requiere el uso de capacidades físicas para transmitir información escrita, como empuñar una lapicera o tipear en un teclado. La invención del carbónico mejoró esta dinámica, pero fue la computadora, los procesadores de texto, internet y las plataformas digitales, los que forjaron una combinación que cambió el paradigma del flujo informativo. Gracias a este combo, de forma automática se puede medir en tiempo real, la magnitud de información que circula en las grandes plataformas. Por ejemplo, el día 7 de marzo de 2021 a las 17:00 hs se postearon 578.040.000 *tweets*, se publicaron 65.101.400 fotos en *Instagram* y se realizaron 5.564.950.000 millones de búsquedas en *Google*⁽¹⁶⁾.

Salimos de Chaparrón para convertirnos en Usain Bolt, cuando se logró separar el dato del soporte. Primero, con intervención humana, para luego dar paso a máquinas inteligentes que pueden recolectar, almacenar y tratar de forma automatizada, miles de millones de datos a una velocidad supersónica. ¿Cómo es posible comprender la velocidad de estos cambios vertiginosos e inéditos?

La naturaleza lineal de la intuición⁽¹⁷⁾ nos lleva a percibir el crecimiento como si se realizara mediante pequeños pasos constantes, siempre de la misma intensidad. En esta nueva era de la IA, muchas tecnologías crecen de forma exponencial. Entre Chaparrón y el traductor de Google, hay una brecha colosal que puede explicarse con el siguiente ejercicio.

Si contamos linealmente 30 pasos nos llevan de 1 a 30. Si lo hacemos exponencialmente, el primer paso nos lleva a 2, el segundo a 4, el tercero

(16) Datos obtenidos de *Internet Live Stats*: <http://www.internetlivestats.com/one-second> (consultado el 07/03/2021).

(17) Kurzweil, Ray, *Cómo crear una mente*, Lola Books, p. 253.

a 8, el cuarto a 16 y, luego de 30 pasos, habrá llegado al mágico número de ¡1.073 millones! Aunque nos cuesta percibir este fenómeno, la naturaleza del progreso tecnológico se basa en la “ley del retorno acelerado” o la noción económica de “crecimiento exponencial”. La nueva tecnología profundiza ampliamente los cambios generados por la anterior y las innovaciones se realizan, cada vez, a un intervalo de tiempo más corto.

Por ejemplo, transcurrieron casi 4.500 años desde que los sumerios comenzaron a desarrollar escrituras parciales, luego las escrituras completas, llamadas cuneiformes, hasta que Johannes Gutenberg popularizó la imprenta en el siglo XV. En 1845 se podían realizar 8.000 ejemplares de una página por hora, mientras que en 1900 se alcanzó la cifra de 96.000 ejemplares de 12 páginas por hora⁽¹⁸⁾. El crecimiento exponencial también aconteció con el teléfono, una invención de finales del siglo XIX que tardó aproximadamente medio siglo en alcanzar niveles de uso significativos en Estados Unidos de Norteamérica, mientras que el teléfono móvil, a finales del siglo XX, lo hizo en una década.

Entre camellos y transbordadores espaciales también hay crecimiento exponencial. Hace 4.000 años, la manera más rápida de viajar era una caravana de camellos que se desplazaba a unos pocos kilómetros por hora. De mil a dos mil años más tarde, se inventó el carro que elevó la velocidad máxima hasta unos 30 kilómetros por hora. Hacia el siglo XIX, con la locomotora de vapor se alcanzaron velocidades de más de 150 kilómetros por hora. Aunque se tardó miles de años en pasar de 15 kilómetros a 150 por hora, solo hicieron falta cincuenta años para alcanzar los 1.500 kilómetros y otros pocos años para alcanzar los 25.000 kilómetros por hora de un transbordador espacial.

Con los ordenadores se dio un fenómeno aún más vertiginoso. En el año 1967 la velocidad del procesador era de a 0,25 millones de instrucciones por segundo (MIPS), mientras que en el año 2004 la velocidad era de 2.000 (MIPS). Algo similar ocurrió con la memoria (kilobytes). En 1967 el ordenador tenía 144 (kilobytes) de memoria, mientras que, en 2004, una notebook tenía 256.000 (kilobytes). Actualmente, IBM diseña dispositivos que contienen 30.000 millones de transistores en un *chip* del tamaño de una uña⁽¹⁹⁾.

(18) Rodríguez de Rivera, J., *Materiales para el estudio histórico de las ideas y formas de organización: desde la revolución industrial al advenimiento del Taylorismo*, p. 41, 1993, disponible en <http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/3781/5901080652.pdf?sequence=1> (consultado el 1/8/2017).

(19) Puerto, Kote, “IBM ya está en los 5 nm: 30.000 millones de transistores en el tamaño de una uña”, véase en línea en: <https://www.xataka.com/componentes/ibm-ya-esta-en-los-5nm-30-000-millones-de-transistores-en-el-tamano-de-una-una> (consultado el 1/11/2018). En este momento, nos encontramos en los albores de un cam-

Estos ejemplos, por un lado, reflejan por qué nos cuesta tanto ver aceleraciones que escapan a nuestra intuición; por el otro, también dan cuenta de la dificultad en advertir cómo ciertas tecnologías aceleran en saltos cada vez más pronunciados⁽²⁰⁾. Comenzamos en modo tortuga con los sumerios y la escritura; luego vino Gutenberg; más tarde Chaparrón y de ahí activamos a Usain Bolt con las computadoras e internet, para luego convertirnos en Flash con las plataformas digitales y las IA. Aunque parece el final de la saga, la noción de crecimiento exponencial nos traerá trilogías que ni siquiera imaginamos.

bio de paradigma en la escritura informática: el desarrollo del computador cuántico que, a su vez, potenciará radicalmente el avance de la inteligencia artificial. En marzo de 2017, IBM presentó su primer ordenador cuántico y, según el Diario el mundo, es un “...nuevo mesías para el mundo de la informática”. <http://www.elmundo.es/tecnologia/2017/03/06/58bd3af5268e3ef45d8b4632.html> (consultado el 28/05/2017).

(20) Ampliar en Kurzweil, Ray, *La era de las máquinas inteligentes*, MIT Press, ps. 36-63 y el mismo autor en *La singularidad está cerca*, Lola Books, ps. 54-55 y 71 y ss.; Brinjolffson, Erik - McAfee, Andrew, *La segunda era de las máquinas*, Temas, Buenos Aires, 2016, ps. 46-48.