

20) The Inevitable: Understanding the 12 Technological Forces That Will Shape Our Future

Capítulo 2: COGNIFYING . Por KELLY, Kevin

Traducción a cargo de María Ortiz y Victoria Carrizo.

Uso exclusivo para la Cátedra de Datos Alejandro Piscitelli

Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.

Es difícil imaginar qué cosa podría “cambiar todo” en la medida en que lo hace la inteligencia artificial barata, poderosa y ubicua. Para empezar, no hay nada tan consecuente como algo tonto que se vuelve más inteligente. Incluso una cantidad mínima de inteligencia útil integrada a un proceso existente suele potenciar un aumento en su efectividad hacia un nuevo nivel. Las ventajas adquiridas por cognificar cosas inertes sería cientos de veces más disruptivas para nuestras vidas que las transformaciones que se lograron con la industrialización.

Esta inteligencia adicional, idealmente, debería ser no sólo barata, sino gratis. Una IA gratuita, como el free commons de la web, podría alimentar al comercio y a la ciencia como ninguna otra fuerza imaginable y se autofinanciaría en cero tiempo. Hasta hace poco, el saber ortodoxo sostenía que las supercomputadoras serían las primeras en albergar esta mente artificial, luego tal vez adquiriríamos mentes mini para el hogar, y después en algún momento no muy lejano lograríamos sumar modelos de consumo a las cabezas de nuestros robots personales. Cada IA sería una entidad delimitada. Sabríamos dónde terminarían nuestros pensamientos y dónde comenzarían los suyos.

Sin embargo la primera y genuina IA no nacerá en una supercomputadora autónoma sino en el superorganismo compuesto por mil millones de chips de computadora que es la red. Tendrá dimensiones planetarias pero será delgada, integrada y conectada de modo laxo. Será difícil saber dónde comienzan sus pensamientos y dónde terminan los nuestros. Cualquier dispositivo que toque esta IA en red compartirá - y contribuirá a - su inteligencia. Una IA solitaria, fuera de la red, nunca podrá aprender tan rápido, ni tan inteligentemente, como una enchufada a 7mil millones de mentes humanas, más quintillones de transistores en línea, más cientos de exabytes de datos de la vida real, más los bucles auto-correctores de realimentación de toda nuestra civilización. Así es como la misma red cognificará en algo que misteriosamente seguirá mejorando. Probablemente las mentes sintéticas autónomas serán consideradas discapacitadas, un castigo por el que uno podría pagar para lograr IA móvil en lugares remotos.

Cuando llegue esta IA emergente, su misma ubicuidad la ocultará. Usaremos su creciente inteligencia para toda suerte de tareas rutinarias, pero no le veremos el rostro, pasará inadvertida. Podremos

alcanzar esta inteligencia distribuida de millones de modos, a través de cualquier pantalla digital en cualquier punto de la tierra, por lo que será difícil saber con precisión dónde se encuentra. Y como esta inteligencia sintética es una combinación con la inteligencia humana (todo aprendizaje humano del pasado, todos los humanos actuales en línea), será igualmente difícil indicar con precisión de qué se trata. ¿Se trata de nuestra memoria, de un acuerdo consensual? ¿Estamos buscando en ella, o ella está buscando en nosotros?

La llegada del pensamiento artificial acelera todas las demás disrupciones que describo en este libro; es la fuerza originaria del futuro. Podemos decir con certeza que la cognificación es inevitable, porque ya está acá.

• • •

Hace dos años hice el viaje al campus de los laboratorios de investigación de IBM en Yorktown Heights, Nueva York, para vislumbrar un anticipo de la muy demorada llegada, aunque a paso rápido, de la IA. Esta era la casa de Watson, el genio electrónico que logró ganar en Jeopardy! en el 2011. El Watson original sigue acá —tiene el tamaño aproximado de un dormitorio, con 10 máquinas que cual heladeras verticales forman sus cuatro paredes. La pequeña cavidad interior permite el acceso de los técnicos a un enjambre de cables y alambres a las espaldas de la máquina. Está sorprendentemente cálido adentro, como si el grupo estuviera vivo.

El Watson de nuestros días es muy diferente. Ya no se encuentra contenido únicamente dentro de una pared de armarios, sino que está distribuido a lo largo de una nube de servidores de estándar abierto que corren varias instancias de la IA al mismo tiempo. Como todas las cosas de la nube, Watson sirve a clientes simultáneos en cualquier parte del mundo, que pueden acceder desde sus celulares, sus computadoras de escritorio o sus propios servidores de datos. Este tipo de IA puede escalarse hacia arriba o abajo según la demanda. Como la IA se mejora a través del reiterado uso, Watson se va poniendo cada vez más inteligente; cualquier cosa que aprenda en una instancia puede transferirse rápidamente a los demás. En vez de tener un único programa, es un agregado de diversos motores de software - su máquina de deducción lógica y su motor de generación de lenguaje pueden operar sobre un código diferente, con chips diferentes y desde ubicaciones diferentes - todos integrados en una corriente unificada de inteligencia.

Los consumidores pueden conectarse directamente a esta inteligencia que está siempre encendida, pero también a través de apps de terceros que aprovechan el potencial de esta nube de IA. Como suele sucederle a los padres de una mente brillante, a IBM le encantaría que Watson estudie una carrera médica, así que no es ninguna sorpresa que la aplicación primaria que está en desarrollo es una herramienta de diagnóstico médico. Casi todos los intentos previos de hacer una IA para el diagnóstico

han sido fracasos patéticos, pero Watson realmente funciona. Cuando le comunico los síntomas, en un inglés simple, de una enfermedad que una vez contraí en India, me ofrece una lista de presunciones, rankeada de más a menos probable. La causa más probable, declara, es giardia—la respuesta correcta. Esta experticia aún no está disponible para pacientes directamente; IBM provee la inteligencia médica de Watson a socios como CVS, la cadena de farmacias minoristas, para ayudarla a brindar un servicio de consejos personalizados de salud para clientes con enfermedades crónicas en base a la información que reúne CVS. “Creo que algo parecido a Watson pronto tendrá el mejor ojo clínico del mundo - sea máquina o humano,” sostiene Alan Greene, el principal oficial médico de Scanadu, una startup que está construyendo un dispositivo de diagnóstico inspirado en el tricorder médico de Star Trek e impulsado por la IA médica. “Al ritmo que está mejorando la tecnología de IA, un chico nacido hoy, para cuando se haga adulto, probablemente no habrá necesitado ver a un doctor para obtener un diagnóstico”.

La medicina es sólo el comienzo. Las principales empresas en la nube, más docenas de startups, se encuentran en una carrera loca por lanzar un servicio cognitivo similar a Watson. Según la empresa de análisis Quid, la IA atrajo más de \$18 mil millones de inversiones desde 2009. Sólo en 2014 se invirtieron más de \$2 mil millones en 322 empresas con tecnología similar a la de IA. Facebook, Google, y sus equivalentes chinos, TenCent y Baidu, reclutaron investigadores para sumarse a sus equipos internos de investigación de IA. Desde 2014 tanto Yahoo!, como Intel, Dropbox, LinkedIn, Pinterest, y Twitter, todas compraron empresas de IA. En los últimos cuatro años, la inversión privada en el sector de IA se viene expandiendo en un 70 por ciento anual, promedio, una tasa que se espera continúe.

Una de las empresas de la primera etapa que compró Google es DeepMind, con sede en Londres. En 2015 los investigadores de DeepMind publicaron en Nature un paper que describe cómo le enseñaron a la IA a aprender a jugar a videojuegos como Video Pinball. En realidad, no le enseñaron cómo jugar a los juegos, sino cómo aprender a jugar a los juegos - una profunda diferencia. Simplemente, dejaron librada a la IA basada en la nube a su suerte con un juego de Atari como el Breakout, una variante del Pong, y solita logró aprender cómo aumentar su puntaje. El video del progreso de la IA es impresionante. En un primer momento, la IA juega casi aleatoriamente, pero va mejorando de a poco. Después de media hora sólo se le escapan una de cada cuatro jugadas. En su partido número 300, a la hora, no se le escapa ninguna. Sigue aprendiendo tan rápido que en la segunda hora descubre una laguna en el juego de Breakout que ninguno de los millones de jugadores humanos anteriores había descubierto. Este bug le permitió ganar haciendo un túnel en el muro de un modo que ni los creadores del juego habían imaginado. Después de varias horas de jugar el juego, sin ningún entrenamiento de los creadores de DeepMind, los algoritmos, llamados refuerzo profundo de aprendizaje de máquina, podían ganarle a los humanos en la mitad de los 49 videojuegos de Atari que aprendieron. IAs de este tipo se están volviendo más inteligentes cada vez, a diferencia de sus rivales humanos.

Entre toda esta actividad, una imagen de nuestra IA futura empieza a vislumbrarse, y no es la de HAL 9000—una máquina discreta animada por una conciencia humanoide carismática (si bien potencialmente homicida) o una superinteligencia Singularitan rapture of superintelligence. La IA en el horizonte se asemeja más a Amazon Web Services - inteligencia digital de nivel industrial, barata, confiable que funciona por detrás de todo, casi invisible excepto cuando se apaga. Esta utilidad común te servirá tanto cociente intelectual como necesites, pero no más de la necesaria. Habrá que enchufarse simplemente a una red para obtener IA como si fuera electricidad. Podrá avivar objetos inertes, de modo similar a como lo hacía la electricidad hace más de un siglo. Hace tres generaciones, más de un inventor hizo su fortuna al tomar una herramienta y hacer su versión eléctrica. Tomó una bomba manual, electrificala. Encontró un lavarropa manual, electrificalo. Los emprendedores no necesitaban generar la electricidad; la compraban de la red y la usaban para automatizar aquello que anteriormente había sido manual. Ahora tendremos que cognificar todo lo que anteriormente electrificamos. No hay casi nada de lo pensable que no pueda ser hecho a nuevo, diferente o más valioso con una inyección de una dosis adicional de cociente intelectual. De hecho resulta fácil predecir cómo serán los planes de negocios de las próximas 10,000 startups: tomá un campo X y sumale IA. Se trata de encontrar algo que pueda ser mejorado al agregarle inteligencia en línea.

Un excelente ejemplo de cómo agregarle IA a X puede verse en la fotografía. En los años 70s yo era un reportero de viajes, arrastraba por todo el mundo un bolso pesado con equipamiento. Además de una mochila con 500 rollos de película, cargaba conmigo dos cuerpos metálicos Nikon, un flash, y cinco lentes de vidrio muy pesados, cada uno de ellos de medio kilo. La fotografía requería de “vidrio masivo” para capturar fotones a baja luz; necesitaba cámaras aisladas de la luz con intrincados diseños de ingeniería mecánica para hacer foco, medir y desviar la luz en milésimas de segundo. ¿Qué fue lo que ocurrió desde entonces? Hoy en día mi Nikon point-and-shoot (señala y dispara) pesa casi nada, dispara casi sin luz y puede hacer zoom desde mi nariz hasta el infinito. Por supuesto, la cámara de mi celular es más chica, la tengo siempre encima, y hace fotos tan buenas como mi viejo y pesado equipo. Las nuevas cámaras son más pequeñas, más rápidas, más silenciosas y más baratas no sólo por los avances en la miniaturización, sino porque gran parte de la cámara tradicional ha sido reemplazada por inteligencia. El X de la fotografía ha sido cognificado. Las cámaras contemporáneas de los celulares eliminaron las capas de vidrio pesado sumando algoritmos, computación, e inteligencia para hacer el trabajo que antaño hacían los lentes ópticos. Usan la inteligencia intangible para sustituir el disparador físico. Y el cuarto oscuro y la película misma también fueron reemplazados por más computación e inteligencia óptica. Existen incluso diseños de una cámara totalmente chata sin lente alguno. En lugar de la lente, un sensor de luz perfectamente chato usa cantidades insanas de cognición computacional para computar una imagen en base a los diferentes rayos de luz que caen en el sensor sin foco. La cognificación de fotografía la ha revolucionado porque la inteligencia permite meter las cámaras en cualquier parte (en el marco de los anteojos de sol, en el color de la ropa, en una birrome) y hacer más, incluyendo cálculos 3-D, HD, y muchas otras opciones que anteriormente hubieran requerido \$100,000 dólares y un camión

cargado de equipamiento. La fotografía cognificada es algo que hoy en día cualquier dispositivo puede hacer, como una tarea más.

Una transformación similar está por ocurrir en casi todos los demás X. Tomemos la química, otro esfuerzo físico que requiere laboratorios, productos de vidrio y botellas llenas de soluciones. Mover átomos - ¿qué podría ser más físico? Al sumar IA a la química, los científicos pueden realizar experimentos químicos virtuales. Pueden buscar inteligentemente entre cantidades astronómicas de compuestos químicos, para reducir las pruebas de laboratorio a los pocos compuestos prometedores que valdrá la pena examinar físicamente. El X puede ser algo de baja tecnología, como el diseño de interiores. Por ejemplo, sumándole un servicio de IA a un sistema que combine los niveles de interés de clientes mientras pasean por distintas simulaciones de interiores. Los detalles de diseño se podrían alterar y ajustar mediante la IA que descubre patrones en base a la respuesta del cliente, para luego incorporarse a nuevos interiores para testeos ulteriores. Diseños personales óptimos emergen de la IA, a través de constantes iteraciones. También se puede aplicar IA al derecho, usándola para encontrar pruebas que permitan discernir inconsistencias entre casos entre montañas de papeles, y que luego podría sugerir líneas de argumentaciones legales.

La lista de Xs es interminable. Cuanto menos probable el campo, más poderoso resultará el acople con la IA. ¿Inversiones cognificadas? Ya está sucediendo con empresas como Betterment o Wealthfront. Suman IA a índices de acciones gestionados para optimizar las estrategias impositivas o equilibrar los valores en cartera entre portafolios. Este es el tipo de cosas que un gestor de dinero profesional podría hacer una vez al año, pero que la IA hará todos los días, o a toda hora.

A continuación otros reinos que esperan ser cognitivamente mejorados:

Música cognificada— Se puede crear música en tiempo real en base a algoritmos, para usar de banda sonora en un videojuego o un mundo virtual. Dependiendo de las acciones del usuario, la música cambia. Una IA puede escribir cientos de horas de música personal nueva para cada jugador.

Ropa sucia cognificada—La ropa puede decirle al lavarropas cómo quiere ser lavada. El ciclo de lavado se ajustaría a los contenidos de cada carga de lavarropas, según las instrucciones de la ropa inteligente.

Marketing cognificado—El tiempo de atención que cada lector o espectador de televisión le presta a un aviso puede multiplicarse por su influencia social (cuánta gente los sigue y cuál fue su influencia) para optimizar la atención e influencia por cada dólar invertido. Realizado en una escala millonaria, este es un trabajo para IA.

Inmobiliaria cognificada— Matchear compradores con vendedores vía una IA que genere afirmaciones

de tipo “inquilinos que gustaron de este departamento también gustaron de estos otros. . .” Podría también generar un paquete con ofertas de financiación a medida de las circunstancias particulares de cada usuario.

Enfermería cognificada—Pacientes revestidos de sensores que monitorean sus marcas biológicas las 24 horas al día; esto puede generar tratamientos altamente personalizados que puedan ajustarse a diario.

Construcción cognificada—con software para gestión de proyectos con suficiente inteligencia para considerar el pronóstico del tiempo, la demoras en el tráfico portuario, tasas de cambio de divisas, accidentes, además de los cambios en el diseño.

Ética cognificada—Los coches autónomos (sin mando) necesitan aprender prioridades y guías para el comportamiento. La seguridad de los peatones puede tener mayor prioridad que la de los conductores. Cualquier cosa que vaya a tener alguna medida de autonomía real y que dependa del código requerirá también un código ético inteligente.

Juguetes cognificados—Juguetes que se parezcan más a mascotas. Los furbies eran muy básicos al lado de la intensa atracción que puede despertar en los chicos un juguete inteligente parecido a una mascota. Los juguetes que conversan son adorables. Las muñecas podrían ser los primeros robots realmente populares.

Deportes cognificados—A través del seguimiento y la interpretación de movimientos sutiles y colisiones, sensores inteligentes pueden crear nuevas formas de llevar el puntaje y arbitrar juegos deportivos. Además se pueden obtener estadísticas muy refinadas de cada segundo de actividad de un atleta para crear ligas deportivas de elite de fantasía.

Tejido cognificado—Quién sabe? Pero algún día llegará!

Cognificar nuestro mundo es un gran paso, y está sucediendo ahora.

• • •

Alrededor de 2002 fui a una fiesta privada de Google—antes de que se hiciera la oferta pública de venta, cuando aún era una empresa chica abocada a la búsqueda. Terminé conversando con Larry Page, el brillante cofundador de Google. “Larry, todavía no entiendo. Hay tantas empresas de búsquedas. Búsquedas en la web, gratuitas? A dónde apuntás?”.

Mi ceguera falta de imaginación es una sólida prueba de que la predicción es difícil, especialmente cuando se trata del futuro, pero en mi defensa, esto sucedió antes de que Google armara su esquema de

venta por remate de publicidad para generar verdaderas ganancias, mucho antes de YouTube o cualquiera de sus otras grandes adquisiciones. Yo no era el único de sus usuarios ávidos de su buscador que dudaba de que Google fuera a mantenerse mucho tiempo. Pero la respuesta de Page no se me olvidó más: “Ah, en realidad estamos haciendo una IA.”

En los últimos años volví varias veces sobre esta conversación, mientras Google seguía adquiriendo otras 13 empresas de IA y de robótica, además de DeepMind. A primera vista, uno pensaría que Google está engrosando sus capacidades en IA para mejorar sus capacidades de búsqueda, ya que el 80 por ciento de sus ingresos provienen de la búsqueda. Pero pienso que eso es retrógrado. En vez de usar la IA para mejorar su búsqueda, Google está usando la búsqueda para mejorar su IA. Cada vez que tipeas una búsqueda como usuario, hacés click en un enlace generado por el buscador, o creas un enlace en la web, estás entrenando la IA de Google. Cuando tipeas “Liebre de pascuas” en el campo de búsqueda por imágenes y después elegís hacer click sobre “la más liebre” de las imágenes, le estás enseñando a la IA cómo son las liebres. Cada una de las 3 mil millones de búsquedas que lleva a cabo Google día a día mejora su IA y sus algoritmos de aprendizaje profundo una y otra vez. Con otros 10 años de mejoras a sus algoritmos de IA, sumados a mil veces más datos y cien veces más recursos computacionales, Google gozará de una IA sin rivales. En una videoconferencia sobre ingresos trimestrales en primavera del 2015, el CEO de Google Sundar Pichai declaró que la IA sería “un modo nuclear transformador por medio del cual estamos repensando todo lo que estamos haciendo . . . Lo estamos aplicando a todos nuestros productos, sea búsqueda, YouTube y Play, etc.” Mi predicción: para el año 2026, el principal producto de Google no será la búsqueda sino la IA.

En este punto es totalmente admisible ser escéptico. Durante casi 60 años, los investigadores de IA vienen prediciendo que la IA se encontraba a la vuelta de la esquina, y sin embargo hasta hace pocos años parecía tan atascada en el futuro como nunca. Incluso se acuñó un término para describir esta era de magros resultados, con aún más magros fondos para la investigación: el invierno de la IA. Ahora, ¿ha realmente cambiado algo de todo esto?

Sí. Tres innovaciones recientes han disparado la muy aguardada llegada de la inteligencia artificial.

1. Computación en paralelo y económica

El pensamiento es un proceso inherentemente paralelo. Miles de millones de neuronas en nuestro cerebro disparan simultáneamente para crear olas sincrónicas de computación. La construcción de una red neuronal - la arquitectura básica de la IA- también requiere muchos procesos diferentes que deben suceder en simultáneo. Cada nodo de una red neural imita a grandes rasgos una neurona del cerebro - en permanente interacción mutua con sus vecinas para decodificar las señales que recibe. Para reconocer una palabra hablada, un programa tiene que poder escuchar todos los fonemas en relación

con todos los demás; para identificar una imagen, necesita ver todos los píxeles en el contexto que lo rodean - ambas tareas profundamente paralelas. Hasta hace poco, sin embargo, el típico procesador de computadora sólo podía hacer una cosa a la vez.

Eso empezó a cambiar hace más de una década, cuando se diseñó un nuevo tipo de chip, el GPU, o unidad de procesamiento gráfico, para responder a la intensa demanda visual - en paralelo - de los videojuegos, donde millones de píxeles de una imagen deben recalcularse muchas veces por segundo. Esto requería de un chip paralelo especializado, que se sumaba como suplemento al mother de la PC. Los chips paralelos anduvieron de maravilla, y la popularidad de los juegos se disparó. Para el 2005, los GPUs se estaban produciendo en cantidades masivas al punto que se abarataron tanto que se transformaron en una comodidad. En 2009, Andrew Ng y un equipo de Stanford se dieron cuenta que los chips GPU podían hacer andar redes neuronales en paralelo.

Ese descubrimiento dio lugar a nuevas posibilidades para las redes neuronales, que pueden incluir cientos de millones de conexiones entre sus nodos. Un procesador tradicional requería varias semanas para calcular todas las posibilidades encadenadas en una red neural con 100 millones de parámetros. Ng descubrió que un grupo de GPUs podía lograr lo mismo en un día. Hoy en día, empresas en la nube como Facebook usan redes neurales que corren sobre GPUs de rutina para identificar tus amigos en fotos o, en el caso de Netflix, para hacer recomendaciones a sus más de 50 millones de suscriptores.

2. Big Data

Toda inteligencia tiene que ser enseñada. Un cerebro humano, aunque viene genéticamente preparado para categorizar el mundo, necesita ver docenas de ejemplos de niño antes de poder distinguir a un perro de un gato. Esto es aún más verdadero en mentes artificiales. Hasta la computadora mejor programada necesita jugar al menos mil partidas de ajedrez para poder jugar bien. En parte los últimos avances en la IA se deben a la avalancha de datos coleccionados sobre nuestro mundo, que pueden aportar las enseñanzas que las IA necesitan. Las bases de datos masivas, aplicaciones de auto-seguimiento y rastreo, cookies en la web, huellas en línea, terabytes de almacenamiento, décadas de resultados de búsqueda, Wikipedia, el universo digital entero se han convertido en los docentes que hacen que la IA sea efectivamente inteligente.

Andrew Ng lo explica de este modo: "La IA se parece a la construcción de un cohete espacial. Necesitamos un motor gigante y mucho combustible. El motor del cohete son los algoritmos de aprendizaje pero el combustible son las gigantes cantidades de datos con los que podemos alimentar estos algoritmos."

3. Mejores Algoritmos

Las redes digitales neuronales se inventaron en los años 1950s, pero a los informáticos les llevó décadas aprender a domesticar la enorme cantidad de relaciones combinatorias entre un millón - o cien millones-

de neuronas. La clave consistió en organizar redes neurales en forma de capas apiladas. Tomemos como ejemplo la relativamente sencilla tarea de reconocer que un rostro es un rostro. Cuando un grupo de bits en una red neural se encuentra generando un patrón -la imagen de un ojo, por ejemplo- ese resultado ("es un ojo!") es elevado a otro nivel de la red neural para su ulterior procesamiento. El próximo nivel podrá agrupar dos ojos y pasarle ese paquete a otro nivel de la estructura jerárquica que podría asociarlo con el patrón de la nariz. El reconocimiento de un rostro puede requerir muchos millones de estos nodos (cada uno produciendo un cálculo que alimenta a los otros a su alrededor), apilados en hasta 15 niveles. En 2006, Geoff Hinton, que estaba en la Universidad de Toronto, hizo un retoque clave a este método, que apodó "deep learning" o "aprendizaje profundo." Logró optimizar matemáticamente los resultados de cada nivel de modo que el aprendizaje se acumulara más rápidamente en su recorrido ascendente por la pila de niveles. Los algoritmos de aprendizaje profundo aceleraron enormemente unos años más tarde cuando fueron llevados a las GPUs. El código de aprendizaje profundo no es suficiente para generar un pensamiento lógico complejo, pero es un componente esencial de todas las IA, incluyendo a Watson de IBM; DeepMind, el motor de búsqueda de Google y los algoritmos de Facebook.

Esta perfecta tormenta de computación paralela y económica, datos más masivos y algoritmos más profundos generó el éxito del día a la noche de una IA que venía cocinándose hace 60 años. Y esta convergencia sugiere que mientras estas tendencias tecnológicas continúen -y no hay motivo para pensar que no lo harán- la IA seguirá mejorando.

Y mientras lo hace, esta IA con base en la nube se convertirá en una parte cada vez más incorporada a nuestras vidas cotidianas. Pero esto tendrá un precio. La computación en la nube da lugar a la ley de ganancias incrementales, a veces llamada el efecto de la red, que sostiene que una red incrementa su valor más rápidamente en la medida que crece. Cuanto más grande la red, más atractiva se vuelve para sus nuevos usuarios, lo que a su vez la vuelve todavía más grande y a su vez más atractiva, y así sucesivamente. La misma ley regirá para la nube que brindará IA. Cuanto más gente use la IA, más inteligente se volverá. Cuanto más inteligente se vuelva, más gente la usará. Y así sucesivamente. Una vez que una empresa entra en este círculo virtuoso, tiende a crecer tan rápidamente, que abruma a cualquier otro competidor. Como resultado, es probable que el futuro de nuestra IA esté dominado por una oligarquía de dos o tres inteligencias grandes, generalistas, basadas en la nube y de carácter comercial.

En 1997, el precursor de Watson, Deep Blue de IBM, le ganó a quien en ese momento era el gran maestro de ajedrez Garry Kasparov en un famoso partido hombre-versus-máquina. Tras la repetición de estas victorias en una serie de partidos más, los seres humanos perdieron interés en este tipo de competencias. Uno podría pensar que este fue el final de la historia (si no el fin de la historia humana), pero Kasparov se dio cuenta que podría haber mejorado su juego contra Deep Blue si hubiera tenido el mismo acceso instantáneo a la gigante base de datos de todas las jugadas anteriores que tenía Deep

Blue. Si esta herramienta de base de datos era justa para una IA, ¿por qué no lo sería para un humano? Se trataba de aumentar la gran mente humana con una base de datos, al igual que se aumentaba la de Deep Blue. Con esta idea, Kasparov fue el pionero que introdujo el concepto de partidos humano-más-máquina, en los que la IA se usa para aumentar la inteligencia de los jugadores de ajedrez humanos en vez de para competir en su contra.

Estos partidos de ajedrez ahora se denominan de libre estilo y son como luchas marciales mixtas, donde los jugadores pueden usar las técnicas de combate que quieran. Pueden jugar como sí mismos, humanos y sin ayuda, o actuar como la mano de su computadora de ajedrez superinteligente, apenas moviendo las piezas en el tablero, o como un “centauro,” que es el cyborg humano/IA que propuso Kasparov.

Un jugador centauro podrá tener en cuenta los movimientos que le sugiere la IA pero ocasionalmente los desestimará - de modo similar a como usamos la inteligencia del GPS para movernos con nuestros coches. En el torneo Freestyle Battle 2014, abierto a todos los modos de jugadores, las máquinas de IA de ajedrez pura ganaron 42 partidos, pero los centauros ganaron 53. Hoy el mejor jugador vivo es un centauro. Se apoda Intagrand, y es un equipo de varios humanos y varios programas de ajedrez distintos.

Pero he aquí lo más sorprendente: la llegada de la IA no disminuyó el desempeño de los jugadores de ajedrez humanos. Todo lo contrario. Los programas de ajedrez superinteligentes y económicos, inspiraron a más gente que nunca a jugar al ajedrez, hay más torneos que nunca, y los jugadores tienen mejor nivel que nunca. La cantidad de grandes maestros en la actualidad es más que el doble de lo que era cuando Deep Blue le ganó a Kasparov. El jugador humano que encabeza el ranking hoy en día, Magnus Carlsen, entrenó con IAs y es considerado el jugador humano más parecido a la computadora de todos. Tiene también el rating de gran maestro humano más alto de todos los tiempos.

Si la IA puede ayudar a los humanos a devenir mejores jugadores de ajedrez, hay razón para pensar que nos puede ayudar a devenir mejores pilotos, doctores, jueces y maestros.

Sin embargo, la mayor parte del trabajo comercial realizado por la IA será llevado a cabo por programas que no tienen un parecido con los humanos. El grueso de la IA estará a cargo de cerebros con software para fines especiales que podrán, por ejemplo, traducir texto de cualquier idioma a cualquier otro idioma, pero podrán hacer poca cosa más. Conducir un coche, pero no conversar. O podrá recordar cada píxel de cada video en YouTube, pero no podrá anticipar tus rutinas laborales. En los próximos diez años, un 99 por ciento de la IA con la que interactuaremos, directa o indirectamente, estará en manos de especialistas superinteligentes, pero con un estrechísimo alcance.

De hecho una inteligencia robusta podría ser una responsabilidad - especialmente si por “inteligencia” entendemos nuestra peculiar timidez, todas nuestras vueltas introspectivas así como las corrientes

desordenadas de autoconciencia. Queremos que nuestro auto sin mando se concentre de un modo inhumano en la calle, sin obsesionarse con la discusión que tuvo en el garage. El Dr. Watson sintético del hospital deberá ser maniaco sobre su trabajo, sin jamás cuestionarse si no hubiera preferido dedicarse a las finanzas. En lugar de inteligencia consciente preferimos inteligencia artificial. En la medida que las IA evolucionan, tal vez tengamos que diseñar formas de evitar que tengan conciencia. Nuestros servicios de IA más premium muy probablemente se anuncien como libres de conciencia.

La inteligencia no humana no es una falla, es una peculiaridad. Lo más importante que debemos saber sobre las máquinas pensantes es que van a pensar de un modo diferente.

Debido a un error en nuestra historia evolucionaria estamos atravesando esta vida como la única especie auto consciente del planeta, y así adquirimos la incorrecta idea de que la inteligencia humana es singular. Pues no lo es. Nuestra inteligencia es una sociedad de inteligencias, y esta unión ocupa tan solo una pequeña porción de los muchos tipos de inteligencias y conciencias posibles en el universo. Nos gusta llamar a nuestra inteligencia humana “general” porque comparada con otros tipos de mentes que hemos encontrado puede solucionar más tipos de problemas. Sin embargo, en la medida que construimos más y más mentes sintéticas nos iremos dando cuenta que el pensamiento humano no es para nada general. Es solo el pensamiento de una especie.

El tipo de pensamiento que hacen las IAs emergentes hoy en día no es como el pensamiento humano. Si bien ellas pueden lograr tareas que alguna vez creímos sólo podrían realizar los humanos - como jugar al ajedrez, conducir un coche, describir los contenidos de una foto - no lo hacen de un modo humano. Hace poco subí 130.000 de mis fotos personales – mi archivo entero- a Google Photos, y la nueva IA de Google recuerda todos los objetos en todas las imágenes de mi vida. Cuando le pido que me muestre cualquier imagen con una bicicleta, o un puente, o mi madre, me los muestra al instante. Facebook cuenta con la capacidad, gracias a su IA, de ver un retrato en foto de cualquier persona en la tierra e identificarla correctamente entre aproximadamente 3 mil millones de personas en línea. Los cerebros humanos no logran escalar a este nivel, lo que vuelve esta capacidad muy inhumana. Somos notoriamente malos en el pensamiento estadístico, y es por esto que estamos fabricando inteligencias con muy buenas habilidades estadísticas, para que no vayan a pensar como nosotros. Una de las ventajas de tener una IA para conducir nuestros autos es que no van a conducir como los humanos, con nuestras mentes que tan fácilmente se distraen.

En un mundo superconectado, el pensamiento diferente es fuente de innovación y riqueza. Con sólo ser inteligente no basta. Los incentivos comerciales harán que la IA con capacidad industrial se vuelva ubicua, incorporando inteligencia económica a todo lo que hagamos. Pero veremos un beneficio mayor cuando empecemos a inventar nuevos tipos de inteligencias y formas de pensamiento completamente nuevas - del modo en que la calculadora es un genio de aritmética. El cálculo es sólo una forma de

inteligencia. En este momento desconocemos la taxonomía completa de la inteligencia. Algunos rasgos del pensamiento humano serán comunes (tan comunes como lo son la simetría bilateral, la segmentación, y los intestinos tubulares en biología), pero el espacio de posibilidades de mentes viables probablemente contenga rasgos muy por fuera de lo que hemos evolucionado. No es necesario que este tipo de pensamiento sea más rápido, más grande o profundo que el de los humanos. En algunos casos será más simple.

La variedad de mentes potenciales en el universo es vasta. Recientemente empezamos a explorar la especie de mentes animales en la tierra y en esto descubrimos, con un respeto cada vez mayor, que ya conocimos muchos otros tipos de inteligencias. Las ballenas y los delfines nos siguen sorprendiendo con su inteligencia intrincada y misteriosamente diferente. Exactamente cómo una mente puede ser diferente o superior a la nuestra es algo muy difícil de imaginar. Empezar a registrar una taxonomía de la variedad de mentes sería un modo de ayudar a imaginar lo que podrían ser inteligencias mayores y diferentes. Esta matriz de mentes incluiría mentes animales, mentes maquinarias, y mentes posibles, particularmente mentes transhumanas como las que fantasearon autores de ciencia ficción.

Vale la pena emprender este ejercicio imaginativo porque, si bien la fabricación de inteligencias será inevitable en todo lo que haremos, su carácter no será ni inevitable ni obvio. Su carácter dictará su valor económico y su rol en nuestra cultura. Delinear las formas posibles en que una máquina podría ser más inteligente que nosotros (aún en teoría) nos ayudará tanto en la dirección de estos avances como en su gestión. Unas pocas personas muy inteligentes, como el astrónomo Stephen Hawking y el genio inventor Elon Musk, están preocupadas porque consideran que la fabricación de IAs superinteligentes podría ser nuestro último invento, antes de que nos reemplacen (aunque no lo creo), así que explorar los posibles tipos es prudente.

Si imagináramos que aterrizamos en un planeta extraterrestre, ¿cómo mediríamos el nivel de inteligencias que encontraríamos ahí? Esta es una pregunta extremadamente difícil porque no tenemos una verdadera definición de nuestra propia inteligencia, en parte porque hasta ahora nunca la necesitamos.

En el mundo real -incluso en el espacio de mentes poderosas - reina el intercambio. Una mente no puede hacer todas las cosas que requieren atención perfectamente bien. Una especie particular de mente será mejor en algunas dimensiones, pero al costo de contar con menos habilidades en otras dimensiones. La inteligencia que conducirá un camión sin mando será de una especie diferente a la inteligencia que evaluará hipotecas. La IA que nos diagnosticará las enfermedades será significativamente diferente de la inteligencia artificial que vigilará nuestros hogares.

El supercerebro que predice el tiempo con precisión estará en un reino mental totalmente diferente al de

la inteligencia tejida en nuestra ropa. La taxonomía de las mentes deberá reflejar los diferentes modos en que las mentes están diseñadas con estas compensaciones. En la breve lista de abajo incluyo sólo aquellos tipos de mentes que podríamos considerar superiores a nosotros; he omitido las miles de especies de leve inteligencia maquinaria - como los cerebros de la calculadora- que cognificarán la mayor parte de la internet de las cosas.

Algunas de las mentes posibles:

Una mente como una mente humana, sólo que más rápida en responder (la mente IA más fácil de imaginar).

Una mente muy lenta, compuesta primordialmente por mucho almacenamiento y memoria.

Una supermente global compuesta por millones de mentes individuales tontas en concierto.

Una mente colmena hecha por muchas mentes muy inteligentes, pero sin conciencia de que forman una colmena.

Una supermente borg compuesta por muchas mentes muy inteligentes, con mucha conciencia de que forman una unidad.

Una mente entrenada y dedicada a realzar tu propia mente, pero sin utilidad para nadie más.

Una mente capaz de imaginar una mente mayor, pero incapaz de hacerla.

Una mente capaz de crear una mente mayor, pero sin la conciencia de sí para imaginarla.

Una mente capaz de crear una mente mayor, una única vez.

Una mente capaz de crear una mente mayor que a su vez pueda crear una mente aún mayor, etc.

Una mente con acceso operacional a su código fuente, para que pueda regularmente toquetear sus propios procesos.

Una mente superlógica sin emoción.

Una mente para la resolución genérica de problemas pero sin conciencia de si.

Una mente con conciencia de sí, pero sin la resolución genérica de problemas.

Una mente que necesita mucho tiempo para desarrollarse y requiere una mente protectora hasta que madura.

Una mente superlenta distribuida en extensión física vasta que aparece "invisible" a las mentes rápidas.

Una mente capaz de clonarse a sí misma muchas veces rápidamente.

Una mente capaz de clonarse a sí misma y permanecer en unidad con sus clones.

Una mente capaz de lograr la inmortalidad migrando de plataforma en plataforma.

Una mente rápida, dinámica capaz de cambiar el proceso y carácter de su cognición.

Una nanomente que sea la mente con conciencia de sí más pequeña posible (de tamaño y perfil energético).

Una mente especializada en hacer escenarios y predicciones.

Una mente que nunca borra ni olvida nada, incluyendo información incorrecta o falsa.

Una mente simbionta, medio máquina, medio animal.

Una mente cyborg, medio máquina, medio humana.

Una mente que use computación cuántica con una lógica incomprensible para nosotros.

...

Si alguna de estas mentes imaginarias fuese posible, sería en el futuro más allá de las próximas dos décadas. El punto de esta lista especulativa es de enfatizar que toda la cognición es especializada. Los tipos de mentes artificiales que estamos creando ahora y que seguiremos creando en los próximos siglos serán diseñados para realizar tareas especializadas, y usualmente tareas que están más allá de lo que podemos hacer. Nuestro invento mecánico más importante no son las máquinas que hacen lo que los humanos hacen mejor, sino son las máquinas que pueden hacer cosas que nosotros no podemos hacer. Nuestra máquinas pensantes más importantes no serán la máquinas que pueden pensar más rápido o mejor lo que nosotros pensamos, sino que serán aquellas que piensen lo que nosotros no pensamos.

Para verdaderamente resolver los actuales misterios de la gravedad cuántica, la energía oscura y la materia oscura, probablemente necesitemos otras inteligencias además de la humana. Y las extremadamente complejas y difíciles preguntas que vendrán luego de estas preguntas difíciles, pueden requerir inteligencias aún más complejas y distantes. De hecho, quizá tengamos que inventar inteligencias intermedias que nos puedan ayudar a diseñar inteligencias aún más enrarecidas que no podríamos diseñar por solos. Necesitamos formas de pensar diferentes.

Hoy en día, muchos descubrimientos científicos requirieron cientos de mentes humanas para resolverse, pero en un futuro cercano podría haber tipos de problemas tan profundos que requerirán cientos de diferentes *especies* de mentes para resolverlos. Esto nos llevará a un borde cultural porque no será fácil aceptar las respuestas de una inteligencia alienígena. Nosotros ya estamos viendo una reticencia en la dificultad de aprobar las pruebas matemáticas hechas por computadoras. Algunas pruebas matemáticas se han vuelto tan complejas que sólo las computadoras son capaces de chequear cada paso rigurosamente, pero estas pruebas no son aceptadas como "pruebas" por todos los matemáticos. Las pruebas no son comprensibles sólo por los humanos, por lo que es necesario confiar en una cascada de algoritmos, y esto exige nuevas habilidades para saber cuándo confiar en estas creaciones. Lidar con inteligencias alienígenas requerirá habilidades similares, y ampliar nuestras fronteras. Una IA incorporada cambiará cómo hacemos ciencia. Los instrumentos realmente inteligentes acelerarán y alterarán nuestras medidas; conjuntos realmente grandes de constantes datos en tiempo-real acelerarán y alterarán nuestro modelo de hacer; documentos realmente inteligentes acelerarán y alterarán nuestra aceptación acerca de cuándo "conoceremos" algo. El método científico es una forma de conocimiento, pero está basado en cómo los humanos conocen. Una vez que sumemos un nuevo tipo de inteligencia en este método, la ciencia tendrá que saber y progresar, de acuerdo a criterios de las nuevas mentes. En ese punto todo cambiará.

IA podría también representar “inteligencia alienígena”. No tenemos ninguna certeza de que vayamos a contactar seres extraterrestres de uno de los billones de planetas como la tierra en el espacio en los próximos 200 años, pero tenemos casi el 100 por ciento de seguridad que fabricaremos una inteligencia alienígena para entonces. Cuando enfrentemos a estos alienígenas sintéticos, encontraremos los mismos beneficios y desafíos que esperamos del contacto con ET. Nos obligarán a reevaluar nuestros roles, nuestras creencias, nuestras metas, nuestras identidades. ¿Para qué son los humanos? Yo creo que nuestra primera respuesta será: Los seres humanos son para inventar nuevos tipos de inteligencias a los que la biología no podría evolucionar. Nuestro trabajo es crear máquinas que piensen diferente -crear inteligencias alienígenas. Deberíamos llamar a las IA, realmente “AA”, por “ Alienígenas Artificiales”.

Una IA pensará acerca de la ciencia como un extraterrestre, de un modo muy diferente que cualquier científico humano, y de esta forma nos provocará a nosotros humanos a pensar diferente acerca de la ciencia. O acerca de pensar diferente la fabricación de materiales. O la ropa. O los derivados financieros. O cualquier rama de las ciencias o del arte.

El carácter ajeno de la inteligencia artificial será más valioso para nosotros que su velocidad o poder.

La inteligencia artificial nos ayudará a entender mejor qué es lo que entendemos por inteligencia en primer lugar. En el pasado, hubiésemos dicho que solo una superinteligente IA podría manejar un auto, ganarle a un humano en *Jeopardy!* o reconocer un millón de rostros. Pero una vez que nuestras computadoras lograron cada una de estas cosas en los últimos años, las fuimos considerando logros obviamente mecánicos, que difícilmente merecían el título de inteligencia. Nosotros lo etiquetamos como “*machine learning*”. Cada logro de la IA termina redefiniendo ese éxito como “no-IA”.

Pero no hemos estado redefiniendo lo que queremos decir con IA-hemos estado redefiniendo lo que significa ser humano. En lo últimos 60 años, mientras que los procesos mecánicos han replicado comportamientos y talentos pensábamos que éramos únicos para la humanidad, hemos tenido que cambiar de opinión acerca de los aspectos que nos distinguen. Mientras inventemos más especies de IA, estaremos forzados a entregar más de lo que se supone que hace único al ser humano. Cada paso entregado- no somos la única mente que puede jugar al ajedrez, volar un avión, hacer música, o inventar una ley matemática- será triste y doloroso. Pasaremos las próximas tres décadas -de hecho, tal vez, el próximo siglo- en una permanente crisis de identidad, continuamente preguntándonos para qué son buenos los humanos. Si no somos constructores de herramientas únicos, o artistas, o éticos moralistas, entonces, ¿qué es lo que nos hace especiales? En la más grandiosa ironía de todas, el mayor beneficio de una IA cotidiana y utilitaria no será incrementar productividad o una economía de la abundancia o una nueva manera de hacer ciencia -aunque todas esas cosas van a suceder. El mayor beneficio de la llegada de la inteligencia artificial es que las IAs nos ayudarán a definir a la humanidad. Necesitamos que

las IAs nos digan quiénes somos.

•••

Las mentes extraterrestres a las que prestaremos más atención en los próximos años son aquellas a las que les demos cuerpos. Las llamamos robots. Vendrán también en varias formas, tamaños, y configuraciones -manifestándose en diversas especies, por así decirlo. Algunas vagarán como animales, pero muchas serán inmóviles, como las plantas, o difusas, como un arrecife de coral. Los robots ya están aquí, en silencio. Muy pronto más fuerte, más inteligentes, son inevitables. La disrupción que causarán nos tocará en nuestro núcleo.

Imagina si siete de cada diez trabajadores norteamericanos fueran despedidos mañana. ¿Qué harán todos ellos?

Es difícil creer que podríamos tener una economía en absoluto, si entregamos cartas de despido a la mitad de la fuerza trabajadora. Pero eso -en cámara lenta- es lo que la Revolución Industrial hizo a la fuerza trabajadora de principios del siglo XIX. Doscientos años atrás, el 70 por ciento de los trabajadores norteamericanos vivía en una granja. Hoy en día la automatización ha eliminado todo menos el 1 por ciento de sus trabajos, reemplazándolos (y el trabajo con animales) con máquinas. Pero los trabajadores desplazados no se quedaron sentados ociosos. En cambio, la automatización creó cientos de millones de trabajos en campos completamente nuevos. Aquellos que alguna vez cultivaron ahora estaban sirviendo las legiones de fábricas que batieron afuera el equipamiento de la granja, los autos y otros productos industriales. Desde entonces, olas sobre olas de nuevas ocupaciones estaban llegando -persona de reparación de electrodomésticos, técnicos de imprentas offset, químicos de alimentos, fotógrafos, diseñadores web- cada uno construido de una automatización previa. Hoy en día, la vasta mayoría de nosotros realiza trabajos que ningún granjero del 1800 podría haber imaginado.

Quizás sea difícil de creer, pero antes del fin de siglo, 70 por ciento de la mano de obra ocupada de hoy será igualmente reemplazada por la automatización -incluyendo el trabajo que tienes. En otras palabras, los robots son inevitables y el reemplazo del trabajo es sólo una cuestión de tiempo. Esta revuelta será liderada por una segunda ola de automatización, una que estará centrada en la cognición artificial, sensores baratos, *machine learning*, e inteligencia distribuida. Esta amplia automatización afectará a todo el empleo, desde los trabajos manuales hasta los que se centran en el conocimiento.

Primero, las máquinas consolidarán sus ganancias en industrias ya automatizadas. Luego de que los robots terminen de reemplazar a trabajadores de líneas de montaje, reemplazarán los trabajadores en depósitos. Los bots rápidos, capaces de levantar 150 libras todo el día recuperarán cajas, las ordenarán, y cargarán en un camión. Robots así, ya trabajan en los depósitos de Amazon. La recolección de frutas y

vegetales continuará siendo robotizada hasta que ningún ser humano recoja fuera de una granja especializada. Las farmacias contarán con un robot dispensador de pastillas en el fondo mientras los farmacéuticos se dedican a la atención de pacientes. De hecho, un prototipo de robot dispensador de pastillas está activo y funcionando en hospitales de California. A la fecha, no se han equivocado en ninguna prescripción, algo que no se puede decir de los farmacéuticos humanos. A continuación, las tareas habilidosas como la limpieza de oficinas y escuelas serán reemplazadas por robots nocturnos, empezando por los pisos y ventanas fáciles de hacer, y eventualmente avanzando hacia los baños. Los tramos de la autopista de las rutas de transporte de larga distancia serán conducidos por robots embebidos en las cabinas de los camiones. Hacia el 2050 la mayoría de los conductores de camiones no serán humanos. Dado que ser conductor de un camión es actualmente una de las ocupaciones más comunes en los EEUU, esto es un hecho importante.

Mientras tanto, los robots continuarán su migración hacia los puestos de trabajo de cuello blanco (trabajo asalariado de oficina). Ya tenemos inteligencia artificial en muchas de nuestras máquinas; solo que no la llamamos así. Veamos una de las más nuevas computadoras de Google, que puede escribir un título preciso para cualquier fotografía que le sea dada. Elijan una fotografía al azar de la web, y la computadora la “observará”, luego la etiquetará a la perfección. Puede continuar describiendo correctamente qué sucede en una serie de fotografías, al igual que un ser humano, pero nunca se cansará. La IA del traductor de Google convierte tu teléfono en un traductor personal. Habla inglés al micrófono y éste inmediatamente repite lo que dijiste en un entendible chino, ruso, árabe, o decenas de otros idiomas. Apunta el teléfono a un receptor y la aplicación instantáneamente traducirá su respuesta. El aparato traduce desde turco a hindi, o de francés a coreano, etc. Puede traducir, obviamente, cualquier texto. Traductores diplomáticos de alto nivel no perderán sus trabajos por un tiempo, pero tareas de traducciones cotidianas en los negocios será mucho mejor realizada por las máquinas. De hecho, cualquier trabajo que se ocupe de grandes cantidades de papeleo serán asumidos por bots, incluyendo muchos del ámbito de la medicina. Las tareas de repetición de cualquier trabajo intensivo en información pueden ser automatizadas. No importará si eres un doctor, traductor, editor, abogado, arquitecto, reportero, o inclusive un programador: La toma del control por los robots será épica.

Ya estamos en el punto de inflexión.

Tenemos preconcepciones acerca de cómo un robot inteligente debería verse y actuar, y eso puede cegarnos con respecto a lo que ya está ocurriendo alrededor nuestro. Demandar que la inteligencia artificial sea como la humanidad es la misma falla lógica que demandar que el vuelo artificial sea como el de un ave, con alas batiendo. Los robots, también, pensarán diferentes.

Consideremos a Baxter, un nuevo robot de trabajo revolucionario de Rethink Robotics. Diseñado por Rodney Brooks, el ex profesor del MIT que inventó la aspiradora mejor vendida Roomba y sus

descendientes, Baxter es un temprano ejemplo de una nueva clase de robots industriales creados para trabajar junto a los humanos. Baxter no parece impresionante. Claro, tiene grandes brazos fuertes y una pantalla plana como muchos robots industriales. Y las manos de Baxter realizan tareas manuales repetitivas, como lo hace un robot de fábrica. Pero es diferente de tres formas significativas.

En primer lugar, puede mirar a su alrededor e indicar dónde está mirando desplazando los ojos de dibujos animados en su cabeza. Puede percibir humanos trabajando cerca y evitar lastimarlos. Y los trabajadores pueden ver si los están viendo a ellos. Los robots industriales anteriores no podían hacer esto, lo que significaba que los robots de trabajo tenían que estar físicamente separados de los humanos. El típico robot de la fábrica de hoy está aprisionado dentro de una valla de cadena o enjaulado en una vitrina. Son simplemente muy peligrosos para tenerlos cerca, porque son ajenos a los demás. Este aislamiento previene que dichos robots trabajen en tiendas pequeñas, donde el aislamiento no es práctico. Óptimamente, los trabajadores deben ser capaces de obtener materiales desde y hacia el robot o ajustar sus controles a mano durante toda la jornada de trabajo; pero el aislamiento lo hace difícil. Baxter, sin embargo está consciente. Usando la tecnología de retroalimentación de fuerza para sentir si está chocando con una persona u otro bot, es cortés. Se puede enchufarlo a una toma de corriente de la pared de tu cochera y fácilmente trabajar al lado de él.

En segundo lugar, cualquiera puede entrenar a Baxter. No es tan veloz, tan fuerte o tan preciso como otro robot industrial, pero sí es más inteligente. Para entrenar al bot, tienes que simplemente agarrar su brazo y guiarlo en la correcta secuencia y movimientos. Es como una rutina de "mírame haciéndolo". Baxter aprende el procedimiento y luego lo repite. Todo trabajador es capaz de mostrar y decir; ni siquiera tienes que estar alfabetizado. Los anteriores robots de trabajo requerían ingenieros altamente educados y programadores capaces de escribir miles de líneas de código (y luego probarlas y depurarlas) para instruir al robot sobre el más simple cambio de tareas. El código debía cargarse por lotes, es decir, en lotes grandes e infrecuentes, porque el robot no puede reprogramarse mientras se está utilizando. Resulta que el verdadero costo del típico robot industrial no es su hardware, sino su operatividad. Los robots industriales cuestan más de USD 100.000 la compra pero pueden requerir cuatro veces más esa suma durante una vida útil de programación, entrenamiento y mantenimiento. Los costos se acumulan hasta que la facturación media por vida de un robot industrial es de medio millón de dólares o más.

La tercera diferencia, entonces, es que Baxter es barato. Con un precio de USD 25.000, está en una liga totalmente diferente comparado con los USD 500.000 totales de facturación de su predecesor. Es como si esos robots establecidos, con su programación por lotes, fueran los ordenadores centrales del mundo del robot y Baxter fuera el primer robot de PC. Es muy probable que sea descartado como un juguete de hobby, dejando de lado características importantes como la precisión sub-milimétrica. Pero al igual que la PC y a diferencia de los antiguos centros de cómputos, el usuario puede interactuar con él

directamente, inmediatamente, sin esperar a los expertos intermediarios - y usarlo para cosas no tan serias, inclusive para cosas frívolas. Es lo suficientemente barato para que unos pequeños fabricantes puedan adquirir uno para empacar sus mercancías o personalizar a medida sus productos o manejar la máquina de impresión 3-D. O podrían contratarlos para una fábrica que haga los iPhones.

Baxter fue inventado en un edificio centenario de ladrillos cerca del río Charles en Boston. En 1895 el edificio era una maravilla manufacturera en el centro mismo del nuevo mundo manufacturero. Inclusive generaba su propia electricidad. Durante cien años dentro de sus muros, las fábricas cambiaron el mundo que nos rodeaba. Ahora las capacidades de Baxter y la próxima cascada de los trabajadores superiores del robot incitan al inventor Brooks a especular sobre cómo estos robots cambiarán la fabricación con una ruptura mayor que la última revolución. Mirando desde la ventana de su oficina ubicada en el ex-barrio industrial, él dice: "Ahora mismo pensamos que la fabricación está sucediendo en China. Pero mientras que los costos de fabricación se hundan por los robots, los costos de transportes se convierten en un factor mucho mayor que el costo de producción. Aquí cerca será barato. Así que conseguiremos una red de fábricas localmente franquiciadas, donde la mayoría de las cosas se harán dentro del radio de las cinco millas de donde se necesitan".

Eso puede ser cierto para crear cosas, pero muchos de los trabajos restantes para las personas son trabajos de servicios. Le pedí a Brooks que caminará conmigo por el local de McDonalds y que apuntara a los trabajos que sus robots podrían reemplazar. El objeta y sugiere que podrían pasar 30 años antes de que los robots cocinen para nosotros. "En un lugar de comida rápida no estás haciendo la misma tarea por mucho tiempo. Estás siempre cambiando cosas sobre la marcha, así que necesitas soluciones especiales. Nosotros no estamos intentando vender una solución específica. Estamos construyendo una máquina con objetivos generales que otros trabajadores puedan configurar y trabajar junto a ellas". Y una vez que podamos trabajar junto a robots al lado nuestro, es inevitable que nuestras tareas se fusionarán, y muy pronto nuestro viejo trabajo será el de las máquinas - y nuestro nuevo trabajo será algo que difícilmente podemos imaginar.

Para entender cómo sucederá el reemplazo de robots, es útil desglosar nuestra relación con los robots en 4 categorías:

1. Trabajos que los humanos pueden hacer pero que los robots pueden Hacer Mejor

Los seres humanos pueden tejer el paño de algodón con gran esfuerzo, pero los telares automatizados hacen el paño perfecto, el metro a pocos centavos. La única razón para comprar telas hechas a mano hoy, es porque quieres las imperfecciones que los seres humanos introducen. Hay muy pocas razones para querer un coche imperfecto. Ya no valoramos las irregularidades mientras viajamos 120Km por hora en una carretera, por lo que calculamos que cuanto menos personas toquen nuestro automóvil a medida

que se está fabricando, mejor.

Y sin embargo para tareas más complicadas, todavía tendemos a creer equivocadamente que las computadoras y los robots no son confiables. Es por eso que hemos tardado en comprender cómo han dominado ciertas rutinas conceptuales, en ciertos casos superando su dominio en rutinas físicas. Un cerebro computarizado conocido como piloto automático puede volar un jet 787 sin ayuda para todo el recorrido, excepto siete minutos de un vuelo típico. Colocamos a pilotos humanos en la cabina para volar esos siete minutos y para asegurarnos "por si acaso", pero el tiempo del piloto humano necesario está disminuyendo rápidamente. En los años noventa, las tasaciones informatizadas de hipotecas reemplazaron a los tasadores humanos a gran escala. Gran parte de la preparación de impuestos ha ido a los ordenadores, así como el análisis de rayos-X de rutina y la recolección preliminar de evidencias -todo eso hecho alguna vez por personas inteligentes altamente pagadas. Hemos aceptado con absoluta fiabilidad la fabricación de robots; pronto aceptaremos el hecho de que los robots pueden hacer mejor los trabajos de servicio y de conocimiento también.

2. Trabajos que los Humanos no pueden hacer, pero los Robots sí

Un ejemplo trivial: Los humanos tienen problemas para hacer un tornillo de metal sin ayuda, pero la automatización puede producir miles de tornillos iguales por hora. Sin la automatización, no podríamos hacer ni un solo chip de computadoras -un trabajo que requiere grados de precisión, control y una atención constante que nuestros cuerpos animales no poseen. Del mismo modo, ningún ser humano -de hecho ningún grupo de humanos, sin importar su educación- puede buscar rápidamente en todas las páginas web del mundo para encontrar la página que revela el precio de los huevos en Katmandú ayer. Cada vez que hagas click en el botón de buscar estás empleando un robot que haga lo que nosotros, como especie, somos incapaces de hacer solos.

Mientras que el desplazamiento de trabajos antiguamente humanos obtiene todos los titulares, los mayores beneficios otorgados por los robots y la automatización provienen de su ocupación en puestos de trabajo que no podemos realizar. No tenemos la capacidad de atención para inspeccionar cada milímetro cuadrado de cada tomografía computada buscando células cancerígenas. No tenemos los reflejos de milisegundos necesarios para inflar el vidrio fundido en la forma de una botella. No tenemos una memoria infalible para llevar registros de cada lanzador en las Grandes Ligas de *baseball* y calcular la probabilidad del próximo lanzamiento en tiempo real.

No le estamos dando los "buenos trabajos" a los robots. la mayoría del tiempo les estamos dando trabajos que nosotros no podríamos hacer. Sin ellos, estos trabajos se mantendrían sin hacer.

3- Trabajos que no sabíamos que los queríamos que se hicieran.

Esta es la gran genialidad de que los robots hayan tomado el control: Con la asistencia de los robots y la inteligencia computarizada, ya podemos hacer cosas que nunca nos hubiésemos imaginado hace 150 años atrás. Hoy en día podemos extirpar un tumor en nuestros intestinos a través de nuestro ombligo, hacer un video para nuestra boda, conducir un carro en Marte, imprimir un patrón en tela que un amigo nos envió como mensaje a través del aire. Estamos haciendo, y muchas veces nos pagan por hacerlo, un millón de nuevas actividades que habría deslumbrado y conmocionado a los granjeros del 1800. Estos nuevos logros no son meras tareas que antes eran difíciles. Sino que son sueños creados principalmente por las capacidades de las máquinas que pueden hacerlas. Son trabajos que las máquinas crearon.

Antes de inventar automóviles, aires acondicionados, pantallas planas de video y dibujos animados, nadie que vivía en la antigua Roma deseaba poder ver imágenes moverse mientras viajaba a Atenas en una comodidad con clima controlado. Yo hice eso recientemente. Cien años atrás ni un solo ciudadano de China te hubiese dicho que prefería comprar una pequeña losa de vidrio que les permitiera hablar con amigos lejanos, antes de poder comprar la plomería interior. Pero cada día los campesinos en China, sin plomería en sus casas, compran un *smartphone*. Hábiles IAs integradas en primera persona en juegos de disparos le dieron a millones de adolescentes el impulso, la necesidad de convertirse en diseñadores de juegos profesionales -un sueño que ningún niño en la época Victoriana hubiese tenido. De una manera muy real nuestras invenciones nos asignan nuestros trabajos. Cada bit exitoso de automatización genera nuevas ocupaciones-ocupaciones que no habríamos fantaseado sin la incitación de la automatización.

Para reiterar, el aumento de nuevas tareas creadas por la automatización son tareas que sólo puede manejar otra automatización. Ahora que tenemos motores de búsquedas como Google, configuramos al sirviente sobre miles de nuevos mandados. ¿Google, puedes decirme dónde está mi teléfono? ¿Google, puedes combinar las personas que sufren de depresión con los doctores que recetan pastillas? ¿Google, puedes predecir cuándo estallará la próxima epidemia viral? La tecnología es indiscriminada de esta manera, acumulando posibilidades y opciones para los seres humanos y las máquinas.

Es una apuesta segura que las profesiones mejor cotizadas en el año 2050 dependerá de la automatización y las máquinas que no fueron inventadas aún. Eso significa que no podemos ver estos trabajos desde aquí, porque aún no podemos ver las máquinas y la tecnología que las harán posibles. Los robots crean trabajos que ni siquiera nosotros sabíamos que queríamos tener

4. Trabajos que solo Humanos pueden hacer- en principio.

La única cosa que los humanos pueden hacer que los robots no (por lo menos desde hace un tiempo) es

decidir qué es lo que los humanos quieren hacer. Esto no es un truco semántico trivial; nuestros deseos están inspirados por nuestras invenciones pasadas, haciendo de esto una pregunta circular

Cuando los robots y la automatización hacen nuestro trabajo más básico, haciendo relativamente fácil para nosotros estar alimentados, vestidos, albergados, entonces somos libres de preguntar. ¿Para qué son los humanos? La industrialización hizo mucho más que extender el promedio de vida. Condujo a un alto porcentaje de la población a decidir si los humanos estaban hechos para ser bailarinas, músicos de tiempo completo, matemáticos, atletas, diseñadores de moda, maestros de yoga, autores de ficción y gente con títulos únicos en su especie en sus tarjetas de negocios. Con la ayuda de nuestras máquinas, podemos tomar estos roles -pero, obviamente, con el tiempo las máquinas harán esto mismo también. Entonces, estaremos empoderados para soñar más respuestas a la pregunta “¿Qué deberíamos hacer?”. Pasarán muchas generaciones antes de que los robots puedan responder esa pregunta.

Esta economía post-industrial seguirá expandiéndose porque la tarea de cada persona (en parte) será para inventar nuevas cosas que luego se convertirán en trabajos repetitivos para los robots. En los próximos años los autos y camiones manejados por robots se volverán omnipresentes; esta automatización generará para los ex camioneros la nueva ocupación humana de optimizador de viajes, una persona que ajusta los algoritmos de tráfico para la energía óptima y el uso del tiempo. La robocirugía rutinaria necesitará las nuevas habilidades médicas de mantener las máquinas complejas estériles. Cuando el auto-seguimiento de todas tus actividades se convierte en la cosa normal a hacer, una nueva generación de analistas profesionales surgirá para ayudar a darle sentido a los datos. Y, por supuesto, vamos a necesitar un ejército completo de niñeras robot, dedicado a mantener tus robots personales en funcionamiento. Cada una de estas nuevas vocaciones, a su vez, será asumida más tarde por la automatización.

La verdadera revolución tendrá lugar cuando todos tengan robots trabajadores personales, los descendientes de Baxter, a su entera disposición. Imagina que eres parte del 0.1 por ciento de la población que todavía es campesina. Manejas una pequeña granja orgánica con venta directa a los clientes. Todavía tienes un trabajo como granjero, pero los robots hacen la mayor parte de la carga de trabajo. Tu flota de trabajadores bot hacen todo el trabajo externo bajo el sol radiante -sacar la maleza, control de pesticidas y la cosecha de productos- como lo indica una malla muy inteligente de las sondas en el suelo. Tu nuevo trabajo como granjero es supervisar el sistema de cosechas. Un día tu tarea podría ser la de investigar qué variedad tradicional de tomate plantar; al día siguiente averiguar lo que tus clientes anhelan; el día siguiente podría ser el momento de actualizar la información en tus etiquetas personalizadas. Los robots realizan todo lo demás que se puede medir.

Ahora mismo parece impensable: No podemos imaginar a un robot que pueda ensamblar un conjunto de ingredientes a un regalo o manufacturar partes de repuesto de nuestra cortadora de pasto o fabricar materiales para nuestra nueva cocina. No podemos imaginar a nuestros sobrinos y sobrinas que

controlan una docena de bots trabajadores en sus cocheras, produciendo inversores para que arranque el vehículo eléctrico de sus amigos. No podemos imaginar nuestros hijos convirtiéndose en diseñadores de electrodomésticos, creando lotes personalizados de nitrógeno líquido para vender máquinas de postre a los millonarios en China. Pero eso es lo que permitirá la automatización de robots personales.

Todos tendrán acceso a un robot personal, pero ser simplemente un dueño no garantizará el éxito. Sino que el éxito irá a esos que mejor optimizan el proceso de trabajar con bots y máquinas. Los grupos geográficos de producción importarán, no por cualquier diferencia en los costos de mano de obra sino por el diferencial en la experiencia humana. Es la simbiosis humano-robot. Nuestra tarea humana será seguir haciendo trabajos para los robots, y esa es una tarea que nunca terminará. Así que siempre tendremos al menos ese "trabajo".

• • •

En los próximos años, nuestra relación con los robots se convertirá en más compleja. Pero inclusive ahora está surgiendo un patrón recurrente. Sin importar cuál es tu actual trabajo o tu salario, progresaras a través de un ciclo predecible de negociación una y otra vez. Aquí están las 7 etapas del Reemplazo por Robots:

1. Un robot / computadora no puede hacer las tareas que hago.

2. [Más tarde.]

OK, puede hacer muchas de esas tareas, pero no puede hacer todo lo que hago.

3. [Más tarde.]

OK, puede hacer todo lo que hago, excepto que me necesita cuando se rompe, que es a menudo.

4. [Más tarde.]

OK, funciona perfectamente en cosas de rutina, pero necesito entrenarlo para nuevas tareas.

5. [Más tarde.]

OK, OK, puede tener mi antiguo trabajo aburrido, porque es obvio que no era un trabajo que los seres humanos estaban destinados a hacer.

6. [Más tarde.]

¡Guau, ahora que los robots están haciendo mi viejo trabajo, mi nuevo trabajo es mucho más interesante y paga más!

7. [Más tarde.]

Estoy tan contento de que un robot / computadora no pueda hacer lo que hago ahora.

[Repetir.]

Esta no es una carrera en contra de las máquinas. Si corremos contra ellas, perderemos. Esta es una carrera con las máquinas. Tu pago en el futuro estará basado en qué tan bien trabajas con los robots. 90 por ciento de tus compañeros de trabajo serán máquinas nunca antes vistas. Mucho de lo que hagas no será posible sin ellas. Y habrá una línea borrosa entre lo que haces y lo que ellas hacen. Es posible que ya no pienses en ello como un trabajo, al menos al principio, porque todo lo que se asemeja a trabajos pesados serán entregado a los robots por los contadores.

Tenemos que dejar que los robots se hagan cargo. Muchos de los trabajos que los políticos están luchando para mantener alejados de los robots son trabajos que nadie despierta por la mañana realmente queriendo hacer. Los robots harán trabajos que hemos estado haciendo, y los harán mucho mejor que nosotros. Ellos harán trabajos que no podemos hacer en absoluto. Ellos harán trabajos que nunca imaginamos ni siquiera necesitaban ser hechos. Y nos ayudarán a descubrir nuevos trabajos para nosotros mismos, nuevas tareas que expandirán quiénes somos. Nos dejarán enfocarnos en ser más humanos que antes.

Es inevitable. Permita que los robots tomen nuestros trabajos, y permitan que nos ayuden a soñar un nuevo trabajo que importa.