

7R. Las siete revoluciones
tecnológicas que transformarán
nuestra vida

JOAN CWAIK

conecta

Índice

AGRADECIMIENTOS	17
PREFACIO	19
INTRODUCCIÓN. LAS REVOLUCIONES TECNOLÓGICAS	
QUE TRANSFORMARÁN NUESTRA VIDA	21
Un mundo que se reinventa	24
Las tecnologías que están transformando el mundo	28
La convivencia entre tecnología, sociedad y negocios	37
Humanidad y tecnologías emergentes	42
1. BITCOIN Y BLOCKCHAIN: ¿LA EMANCIPACIÓN DIGITAL?	47
¿Qué es el bitcoin?	48
¿Es el bitcoin una moneda?	50
Entonces, ¿es una divisa?	55
Comprar y vender BTC	57
Blockchain, ¿el fin del sistema bancario?	61
Otros usos de blockchain	67
¿Existen otras criptomonedas?	71

Bitcoin: los pros y los contras	73
Marco normativo internacional	78
El bitcoin en la Argentina	79
¿Cómo impacta en nuestra vida cotidiana?	81
2. INTERNET OF THINGS (IoT): ¿POR QUÉ DEBERÍA	
IMPORTARNOS?	85
Breve historia de internet	87
El nacimiento de IoT	91
Las tendencias tecnológicas que posibilitaron el desarrollo de IoT	94
Modelos de comunicación de IoT	96
Internet de todo	98
Impacto económico	101
Impacto social	103
IoT en la Argentina: casos de éxito	106
Dilemas éticos y morales	108
Tendencias y proyecciones de IoT	111
3. BIG DATA, EL NUEVO PARADIGMA DE ANÁLISIS DE DATOS	
¿Qué es el big data?	117
El impacto social del big data	121
Publicidad personalizada	122
Gobierno y administración pública	124
Salud	126
Educación	128
Investigación	131
Big data en la Argentina	133
Los dilemas éticos del big data	137
¿Los datos serán las armas del futuro?	141

4. CIUDADES INTELIGENTES: REPENSAR LA URBANIDAD	147
Bienvenidos a la ciudad del futuro	148
¿Qué son las ciudades inteligentes?	148
Las dimensiones de una ciudad inteligente	151
Medioambiente	151
Movilidad y transporte	154
Gobierno digital	156
Economía	159
Planificación urbana	162
Tecnología	163
El ranking de las ciudades más inteligentes	
del mundo	167
Smart Buenos Aires	173
Otras ciudades inteligentes en la Argentina	175
Conclusiones: los desafíos de las ciudades	
inteligentes	180
5. CAMBIAR LA PERCEPCIÓN HUMANA: REALIDAD AUMENTADA	
VS. REALIDAD VIRTUAL	185
Orígenes de la realidad aumentada	187
Los metauniversos como metáfora de la realidad	190
Más cerca de lo que nos imaginamos	200
Estar en todas partes sin salir de casa	203
Potencial y limitaciones de la RV y la RA	209
Los riesgos que plantea esta nueva realidad	211
¿Camino hacia una realidad optimizada?	213
6. HUMANOS VS. MÁQUINAS	215
¿Qué es un robot?	215
¿Qué es la robótica?	219

¿Qué es la inteligencia artificial?	221
Enfoques de la IA	223
Historia de la robótica	225
Las generaciones de robots	229
Tipos de robots	232
Áreas de aplicación y perspectivas	234
Industrias	235
Servicios	237
Exteriores	238
Asistencia médica	240
Asistencia	241
Seguridad	242
Campo espacial y exploración planetaria	243
Mundo submarino	244
Entretenimiento	245
Educación	246
La robótica en la Argentina	248
Los impactos socioculturales de la robótica	251
¿Terminator o R2D2?	254

7. IMPRESIÓN 3D: LA LLAVE A LA CUARTA REVOLUCIÓN

INDUSTRIAL	257
La evolución de la impresión	257
La socialización de la producción	265
Cómo funciona la impresión 3D	267
Cuáles son las diferentes formas de impresión 3D	268
Materiales que se utilizan en la impresión 3D	270
Filamentos	270
Biomateriales	276
Alimento	277

Un horizonte en 3D	278
Un nuevo modelo de industria y de negocios	281
Aplicaciones y potenciales usos	284
Imprimir la industria	284
Imprimir nuestro hábitat	287
Imprimir nuestro cuerpo	289
Imprimir nuestro alimento	290
La impresión 3D en la Argentina	292
¿La descentralización de la producción?	294
 BIBLIOGRAFÍA	 297

Introducción

Las revoluciones tecnológicas que transformarán nuestra vida

Desde la invención de la rueda hasta la aparición de internet, la tecnología ha sido uno de los principales motores de cambio de nuestras sociedades, con un impacto directo en diferentes aspectos de nuestra vida cotidiana. Pero algunas tecnologías especialmente marcaron un antes y un después, una ruptura con lo establecido, con nuestra forma de hacer las cosas, de relacionarnos con el entorno y con los otros. El mundo no volvió a ser el mismo después de la imprenta, la máquina de vapor, el telégrafo, el teléfono, la invención del plástico como materia prima o la computadora personal, entre tantísimas más.

Los avances tecnológicos se dan de modo tal que logran revoluciones que llevan al surgimiento de nuevos paradigmas. En este sentido, se puede establecer una analogía con la teoría de los paradigmas elaborada por Thomas Kuhn, filósofo e historiador estadounidense, conocido por su contribución al cambio de orientación de la filosofía y la sociología científica en la década de 1960, quien le otorgaba gran importancia al carácter revolucionario del progreso científico, y consideraba que una

revolución implica el abandono de una teoría y su reemplazo por una nueva, porque la teoría anterior ya no resulta suficiente para explicar determinados problemas o aspectos de la realidad. Al igual que lo que sucede cuando una nueva tecnología reemplaza a una precedente. Pensemos, por ejemplo, qué ocurrió con el correo postal cuando apareció el correo electrónico, o qué pasó con el fax cuando descubrimos que podíamos adjuntar archivos en un mensaje de mail.

No se trata solo de un desplazo de tecnologías, sino de nuevos paradigmas que provocan un impacto en la forma de relacionarnos y también a nivel económico y ambiental, ya que, siguiendo con los ejemplos anteriores, se elimina el uso del papel y además representa para las empresas un ahorro estimado superior al 60% de los costos en emisión de facturas. Es un cambio de paradigma que surge a partir de una evolución tecnológica que es posible en un momento dado y que ofrece soluciones a los problemas o necesidades que las tecnologías antecesoras no podían cubrir.

Estos cambios de paradigmas en tecnología se conocen como *tecnologías disruptivas* o *innovaciones disruptivas*. El término fue acuñado por Clayton M. Christensen, profesor de Harvard Business School. En su libro de 1997, *The innovator's dilemma*, el autor clasifica a la tecnología en dos categorías: sostenida y disruptiva. La primera se basa en mejoras incrementales a una tecnología ya establecida. Por ejemplo, cuando se pasó de fabricar discos duros de 1 GB (gigabyte) o 2 GB de capacidad de almacenamiento a 1 TB (terabyte), se produjo un cambio incremental. Pero el pendrive es una tecnología disruptiva que terminó prácticamente con otras unidades de almacenamiento externas, como los disquetes, los CD o los DVD.

Otra característica de una tecnología disruptiva es que a me-

nudo tiene problemas de rendimiento porque es nueva, atrae a un público limitado y puede que aún no disponga de una aplicación práctica probada. Un caso paradigmático es el del inventor italiano Antonio Meucci, quien en 1860 hizo público su invento, el teletrófono, un aparato que había fabricado para comunicarse con su esposa, desde su oficina en la planta baja de su casa con el dormitorio ubicado en el segundo piso, en el que la dama se encontraba inmovilizada. En la demostración pública realizada en Nueva York se transmitió la voz de un cantante que se hallaba a una considerable distancia. Luego de esta demostración, que no causó gran impacto en el público, algunos inversores pidieron una copia del prototipo y la documentación necesaria para producirlo, pero no se llevó a cabo. Es lo que hoy conocemos como teléfono, sin duda una de las disrupciones tecnológicas más trascendentales de la historia de la humanidad.

También se consideran disruptivas las tecnologías que provocan la desaparición, la descentralización o el desplazamiento de productos o servicios que hasta ese momento eran utilizados por la sociedad para cubrir determinadas necesidades. Entre los diferentes tipos de descentralizaciones y desplazamientos podemos citar a la web, que comienza a verse desplazada por el mundo de las aplicaciones móviles; internet, que descentralizó la distribución de la información; o bien las divisas criptográficas, que tienen como objetivo lograr una descentralización de la economía.

Las disrupciones tecnológicas más fuertes del siglo XX tuvieron lugar con la computadora personal y con internet como la primera red de computadoras interconectadas que permitió la democratización del conocimiento. Pero no son las únicas. O en todo caso, son los pilares sobre los que se basan las tecnologías disruptivas del siglo XXI, entre las que se están abriendo paso

con fuerza la impresión 3D, blockchain (cadena de bloques), la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA), big data (grandes cantidades de datos), internet de las cosas (IoT, *Internet of Things*), la robótica y la inteligencia artificial (IA).

Muy por detrás de estas tecnologías vienen los cambios políticos, económicos, sociales y también en las normas y leyes necesarias para regular estas nuevas tecnologías emergentes. Todos estos cambios implican readaptaciones socioculturales para entender que estamos frente a un cambio de paradigma que no puede ser analizado o interpretado desde nuestros viejos esquemas tecnológicos.

Un mundo que se reinventa

Cuando se introduce una nueva tecnología, la sociedad se adapta a ella en un proceso en el que la adopción de la tecnología va mucho más adelante que la comprensión de su impacto. Actualmente es posible observar cómo diferentes sectores económicos se encuentran en crisis, ya que sus modelos de negocio se han tornado obsoletos porque no han podido adaptarse al nuevo ciclo tecnológico y social, mientras la sociedad busca apropiarse de las nuevas tecnologías e interactuar con sus capacidades transformadoras.

Un caso paradigmático es el de Uber, que a través de una aplicación pone en contacto la oferta y la demanda de un servicio de transporte de pasajeros. Como un taxi, pero sin levantar la mano en una esquina. Sin horarios ni regulaciones para quienes ofrecen el servicio, y con una tarifa que se ajusta según la demanda. A pesar de los reclamos de los taxistas, Uber es

un éxito a nivel mundial y representa una innovación disruptiva como modelo de negocio, que es adoptado por otras empresas como Airbnb para servicios de alojamiento (con un sistema similar al de Uber, de libre intercambio entre oferta y demanda), e incluso Netflix como plataforma de *streaming* para ver series y películas, que está poniendo en jaque a la televisión, tanto abierta como de cable.

Estos nuevos servicios se consideran disruptivos porque están configurando una nueva oferta de valor que brinda una compañía que no es líder en el mercado en el momento de su irrupción, pero que ofrece prestaciones que resultan atractivas para el consumidor final.

El caso de innovaciones disruptivas como Uber han instalado el término “uberización de la economía” para hacer referencia al nuevo paradigma emergente de economía colaborativa donde los usuarios (oferentes y demandantes) interactúan —de forma directa y sin otros intermediarios— a través de una aplicación o una plataforma en línea para intercambiar productos y servicios.

Netflix, por su parte, ha cambiado el paradigma de ver series y películas instalando una nueva forma de visionado del tipo “maratón” o *binge-watching*, que es posible gracias a la estrategia de esta plataforma de estrenar en un mismo día la temporada completa de sus series originales. Esto hace que el usuario perciba al producto como algo exclusivo, pero también cambia profundamente la historia de la televisión tradicional (el consumo de televisión de forma lineal), brindando al espectador la oportunidad de administrar la visualización de la serie al ritmo que desee.

Pero estos no son los únicos cambios que estamos experimentando. Según datos publicados en un informe de Business Insider, un sitio web estadounidense de noticias financieras y de

negocios, para 2025 se pronostica que 55 billones de objetos cotidianos que actualmente no se conectan a internet —como heladeras, calefones, puertas e incluso inodoros— dialogarán entre sí o con sus usuarios a través de la red. Este fenómeno de Internet de las Cosas promete ser la nueva revolución y una innovación verdaderamente disruptiva comparable con la aparición de las computadoras personales o los teléfonos inteligentes.

Mediante sensores, como los que hoy podemos encontrar en una aplicación móvil para medir en tiempo real cuántos pasos caminamos, se generará un cambio disruptivo en la forma de vivir y trabajar. Las casas inteligentes (como la que podemos ver en la película de Netflix *Enemigo en la red*; en inglés, *I. T.*) o las ciudades inteligentes (*smart cities*) son ya una realidad. Los sensores son también los que hacen posible el desarrollo de automóviles sin conductor, una tecnología que no solo será disruptiva para la industria automotriz, sino también para la de seguros, ya que plantea nuevos interrogantes y dilemas, como por ejemplo: si un auto de Google mata a un peatón, ¿quién es el responsable?

Otra tecnología disruptiva que pone en peligro a varias industrias son las impresoras 3D. Cuando aparecieron por primera vez parecían destinadas a ser una herramienta de entretenimiento para que los usuarios que pudieran pagarlas fabricaran llaveros u objetos de decoración. Hoy ya hay dentistas que hacen piezas en el momento en su consultorio, y se elaboran toda clase de accesorios, partes de automóviles o aviones, hasta órganos y prótesis, solo por mencionar algunos casos.

Desde el campo del entretenimiento surgen nuevas propuestas que desafían nuestros sentidos: la RV y la RA. En este nuevo mundo existen aplicaciones para teléfonos móviles como Poké-

mon GO, que nos invita a buscar Pokémon en diferentes puntos de la ciudad, o cascos y gafas que tienen la capacidad para estimularnos y engañarnos a través de un sistema de simulación que permite explorar, visualizar y manipular imágenes en tiempo real bajo y con sonidos digitales, lo que permite experimentar la sensación de presencia dentro de un entorno que en realidad es informático.

Muy poco queda en estos nuevos videojuegos —que invitan a una experiencia eminentemente sensorial— de la fantasía y el ingenio que teníamos que desplegar cuando jugábamos en la computadora con el ya mítico *Monkey island*, un videojuego “de culto” para los que transitaron su adolescencia en los 90.

Estamos en un mundo que se reinventa a sí mismo cada día porque las tecnologías disruptivas modifican profundamente los paradigmas conocidos y porque su alcance trasciende lo cotidiano e impactan de modo directo en varios ejes de nuestra vida, modificando —de manera drástica y progresiva— la forma en que nos comunicamos, producimos y trabajamos, como también aquella en que nos relacionamos con los otros y con las máquinas.

Pero en este nuevo mundo existe una importante diferencia entre el ritmo en que evoluciona la tecnología y aquel en que lo hacen las organizaciones sociales, económicas o políticas. Mientras los sistemas sociales cambian incrementalmente, la tecnología se transforma de modo exponencial, creándose así una brecha entre ambos.

En las últimas décadas, han sido tantos y tan variados los cambios tecnológicos y sus implicancias socioculturales que resulta fundamental repensar y analizar las consecuencias que están provocando y las superestructuras de gran escala que están afectando.

Las tecnologías que están transformando el mundo

La virtualización y sus consecuencias sobre los territorios fortalecen las relaciones entre las tecnologías de la información y la globalización, pero también presentan nuevos desafíos. Podemos hablar de un mundo virtualizado en el sentido en que nos referimos comúnmente a la aldea global, o de “empresas virtuales” que tienen formas virtuales de organización.

Para esbozar una definición de lo virtual, podemos decir que este concepto involucra espacios de almacenamiento de datos, que pueden ser compartidos y observados en tiempo real. El hecho de que la economía sea cada vez más ocupada por el campo de lo virtual es un elemento que tiene como consecuencia que muchas actividades se desarrollen electrónicamente, más allá de las delimitaciones jurídicas y políticas de los territorios.

Un claro ejemplo son las redes sociales como Facebook, Twitter o Instagram, entre otras, o incluso el buscador Google, todas con sede física en Estados Unidos, y por lo tanto, regidas por las leyes de ese país... pero ¿cómo se resuelve un litigio por la publicación de contenido o agravios si el demandante vive en Buenos Aires o en Tokio?

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han traído como consecuencia la virtualización, y la posibilidad de hacer uso de esta implica poseer software, hardware, infraestructura, es decir, una gran cantidad de conocimiento. Vivimos en la sociedad del conocimiento, la cual está basada en las tecnologías de la información, que hacen más competitivos a los mercados, poniendo a las empresas ante desafíos como la innovación organizacional y de productos.

Las organizaciones en la actualidad comienzan a tener estructuras en forma de red, constituyéndose virtualmente en alianzas, como su incorporación al comercio vía internet. El tamaño de los países no es tan importante. Pero la velocidad de integración y aprendizaje ha cobrado un rol fundamental. Es necesario para las empresas adaptar su infraestructura para poder acceder a los mercados globales.

Tal vez una de las tecnologías disruptivas más relevantes es internet móvil, en especial por el impacto que tiene en el desarrollo de otras tecnologías disruptivas. En tan solo unos años los dispositivos portátiles habilitados para internet han pasado de ser un lujo de unos pocos a una forma de vida para más de mil millones de personas que poseen teléfonos inteligentes y tabletas.

Según datos del informe anual *Mobile Economy* de la GSMA (Groupe Speciale Mobile Association), la institución que organiza el Mobile World Congress (MWC), al finalizar 2017 existían en el mundo 5000 millones de usuarios únicos de telefonía móvil. Pero si se toma en cuenta el número de tarjetas SIM usadas por persona (es decir que tienen más de una línea móvil registrada o poseen otros dispositivos móviles, como tabletas), la cifra se eleva a 7800 millones, superando así por primera vez la población mundial estimada en 2017 en 7600 millones de habitantes.

La rápida adopción de estos dispositivos a niveles masivos ha demostrado que la tecnología de internet móvil es mucho más que otra forma de conectarse y navegar. Los dispositivos y aplicaciones móviles para casi cualquier tarea nos permiten realizar cada vez más nuestras rutinas diarias utilizando nuevas formas de entender, percibir e interactuar con el mundo.

Un mismo aparato —por ejemplo, un teléfono inteligente— hoy nos permite mucho más que hablar por teléfono (¡aunque aún

conserva esa función!), ya que podemos consultar y responder nuestro correo electrónico, comunicarnos con otros a través de aplicaciones como WhatsApp o Tinder, ver nuestra serie favorita en Netflix, pagar servicios o hacer transferencias, utilizar el GPS incorporado al teléfono para guiarnos en una ruta que no conocemos, tomar fotografías y editarlas con efectos especiales con la aplicación Snapchat, escuchar nuestra propia lista de canciones en aplicaciones como Spotify o Deezer y hasta cargar la tarjeta de transporte SUBE (Sistema Único de Boleto Electrónico) si nuestro teléfono es Android y además compatible con la aplicación.

En un tiempo notablemente corto, las capacidades y posibilidades que ofrece internet móvil han modificado los usos y costumbres de millones de personas que construimos un vínculo más fuerte con nuestros teléfonos inteligentes y tabletas que con cualquier otra tecnología informática anterior.

Sin embargo, el potencial completo de internet móvil aún está por desarrollarse. En primer lugar, porque los dispositivos y aplicaciones móviles están en constante evolución. Los nuevos dispositivos ahora incorporan características tales como pantallas de ultra alta definición con detección táctil precisa, potencia de procesamiento de gráficos que rivaliza con la de las consolas de juegos y nuevos tipos de sensores para captar información del entorno (como la que cuenta la cantidad de pasos que caminamos en el día).

En segundo lugar, porque si bien las redes inalámbricas 4G ofrecen velocidades cada vez más rápidas, lo que permite que pasemos sin problemas de wifi a servicios móviles de voz y datos, la llegada de 5G ofrecerá conexiones entre 100 y 1000 veces superiores (10 Gbps [gigabits por segundo]) que permitirán, por ejemplo, descargar una película en 5 segundos, así como una

mejor conexión en ubicaciones muy exigentes de alta movilidad, como en el interior de los trenes, subterráneos o grandes núcleos urbanos, lo que resulta fundamental para el desarrollo de ciudades inteligentes.

Para 2025 se espera que más de 9000 millones de personas en todo el mundo tengan por lo menos un dispositivo móvil, de los cuales 2000 millones serán individuos que viven en países en desarrollo que tendrán acceso a internet de manera personal a través de sus dispositivos móviles. Esta población que ha quedado fuera del sistema de internet hasta ahora podrá beneficiarse de internet móvil para mejorar el acceso a la educación, la atención médica y los servicios gubernamentales en línea.

El desarrollo de internet móvil ha hecho posible otros desarrollos disruptivos como IoT, que incorpora sensores y actuadores —es decir, dispositivos para captar el entorno y ejecutar acciones, respectivamente— en máquinas y otros objetos físicos para integrarlos al mundo conectado. Diferentes objetos y dispositivos pueden equiparse con sensores y actuadores y conectarse a través de internet para monitorear su entorno, comunicar sobre su estado, recibir instrucciones y tomar decisiones en función de la información que reciben. Incluso las personas pueden estar equipadas con sensores para rastrear, por ejemplo, su estado de salud. Desde la medición de la humedad en un campo de cultivos, o el seguimiento del flujo de agua a través de tuberías de servicios públicos, hasta automóviles sin conductor o en modo de piloto automático, o luces que se encienden solo cuando detectan que alguien ha ingresado a la habitación, o un lavarropas con wifi que podemos programar desde la oficina, todo eso y mucho más es IoT.

Pero no solo internet móvil contribuyó al desarrollo de IoT; varios avances tecnológicos están mejorando la efectividad de las

aplicaciones de IoT, al mismo tiempo que se reducen los costos de fabricación de estas tecnologías. Por ejemplo, el precio de las etiquetas y sensores RFID (identificación por radiofrecuencia) viene cayendo año tras año, y lo mismo sucede con los precios de los sensores. Esto permite su integración en más dispositivos físicos, habilitando su funcionamiento sin supervisión durante períodos más prolongados. Las técnicas de miniaturización y fabricación de grandes volúmenes permiten instalar sensores incluso en los dispositivos más pequeños; por ejemplo, un teléfono inteligente puede tener un único chip que incluye un sensor de posicionamiento, un termómetro y un detector de movimiento.

Estos desarrollos tienen un impacto positivo en diferentes áreas, por ejemplo, la salud. Los mayores beneficios en el cuidado de la salud podrían provenir de una mayor eficiencia en el tratamiento de pacientes con afecciones crónicas. Mediante el uso de sensores que leen los signos vitales de los pacientes en el hogar, las enfermeras y los médicos pueden ser alertados de problemas emergentes, como una caída peligrosa en los niveles de glucosa de un paciente diabético, y actuar de inmediato brindando la orientación necesaria a través de internet, mensajería instantánea o una aplicación móvil. Esto permite el tratamiento en entornos ambulatorios, reduciendo la frecuencia de las visitas a la sala de emergencias y las hospitalizaciones innecesarias.

En la fabricación, IoT puede mejorar la eficiencia operativa de varias maneras. Los sensores se pueden usar para monitorear el funcionamiento de la maquinaria y proporcionar actualizaciones en tiempo real sobre el estado del equipo, lo que reduce el tiempo de inactividad. Los sensores también se pueden colocar en camiones para mejorar el seguimiento y la gestión de la cadena de suministro.

IoT puede facilitar una mejor gestión de la infraestructura, los sistemas y los servicios urbanos, incluido el tráfico, los residuos, los sistemas de agua y la seguridad pública. Los sensores que monitorean los patrones de tráfico pueden generar los datos para optimizar el flujo ajustando el tiempo del semáforo o cambiando las rutas de los autobuses, por ejemplo. Los sensores pueden activar automáticamente una alerta para desviar el tráfico en torno a accidentes para minimizar retrasos. Según estos ejemplos, las ciudades podrían reducir el tiempo de viaje en automóvil de un 10% a un 20% en promedio, ahorrando cientos de millones de horas al año.

Otra tecnología de gran impacto es la computación en la nube, mediante la cual cualquier aplicación o servicio de computadora puede ser entregado a través de una red o internet. La computación en la nube ofrece grandes capacidades de almacenamiento, muy necesarias cuando estamos frente a un incremento exponencial de la cantidad de datos (big data) que deben ser procesados y almacenados, provenientes no solo de nuestra interacción en las redes, sino de miles de millones de dispositivos y objetos conectados, sin necesidad de una inversión inicial en hardware o software nuevos. Además, permite la centralización de información proveniente de diferentes fuentes en un solo lugar, lo que facilita su análisis y comparación.

Con los recursos de la nube, la mayor parte del trabajo computacional se puede hacer de forma remota y entregarse en línea, lo que potencialmente reduce la necesidad de almacenamiento y capacidad de procesamiento en las computadoras y dispositivos locales. Un ejemplo conocido es Google Drive, que ofrece una plataforma en línea para el almacenamiento de archivos de todo tipo que se pueden mantener privados o compartir con otros

usuarios (“plataforma como servicio”) con un límite de 15 GB de almacenamiento gratuito y servicios pagos con mayor capacidad. Además, ofrece un paquete de software (“software como servicio”) que incluye un procesador de textos, hoja de cálculo y un programa de presentaciones con diapositivas, para crear o editar en línea y también en forma colaborativa con otros usuarios. Sin pagar las costosas licencias de uso de Microsoft Office y sin instalar ningún programa en nuestras computadoras personales o empresariales.

En otro aspecto, el avance de la robótica también está provocando profundas transformaciones en el ámbito laboral. ¿Una amenaza o una mejora en las condiciones de seguridad para los trabajadores? Las tecnologías disruptivas siempre plantean dilemas que invitan a la reflexión...

Durante las últimas décadas, los robots industriales han asumido tareas físicamente difíciles, peligrosas o sucias, como soldadura y pintura con pistola. Estos robots han sido caros, voluminosos e inflexibles: atornillados al piso y cercados para proteger a los trabajadores. Ahora, los robots más avanzados están ganando sentidos, destreza e inteligencia mejorados, gracias a los avances acelerados en visión artificial, comunicación máquina a máquina, sensores y actuadores.

Estos robots pueden ser más fáciles de programar e interactuar con los trabajadores. Pueden ser más compactos y adaptables, lo que hace posible desplegarlos de manera segura junto con los trabajadores. Estos avances podrían hacer que sea práctico sustituir robots por mano de obra humana en más tareas de fabricación, así como en un número creciente de trabajos de servicio, como la limpieza y el mantenimiento. Esta tecnología también podría permitir nuevos tipos de robots quirúrgicos,

prótesis robóticas y aparatos ortopédicos del tipo “exoesqueleto” que pueden ayudar a las personas con movilidad limitada a funcionar más normalmente, contribuyendo a mejorar su calidad de vida.

Asimismo, blockchain es otra tecnología disruptiva que surge con la aparición de las criptomonedas como bitcoin (BTC), que permite almacenar bloques de información distribuidos por la red para garantizar una mayor seguridad en las transacciones económicas en línea.

El bitcoin se sitúa como una de las grandes tecnologías disruptivas y actualmente resulta por demás interesante, ya que va a influir muy fuertemente en la forma de pensar nuevos modelos de negocios. Se trata de una divisa, un bien digital, una moneda, que no depende de terceros para poder hacer transacción de valor. Lo que tiene es que genera una intermediación directa y también su emisión es limitada, por eso queda ajena a sufrir inflación, al menos, por exceso de emisión. El BTC va más allá de ser una nueva divisa, en primer lugar porque se trata de dinero que está fuera de la mano de los Estados. En este sentido genera una mayor confianza al brindar la seguridad de no depender del devenir de la economía de un país.

Pero las posibilidades de aplicación de blockchain van más allá de las transacciones de monedas. En un sistema distribuido como blockchain la información que circula entre los bloques no solo está encriptada (cifrada para protección de los datos), sino que no es posible modificar, alterar, duplicar o eliminar un bloque sin afectar todo el sistema. Este diseño facilita un flujo de trabajo robusto que reduce significativamente la incertidumbre de los participantes con respecto a la seguridad de sus datos.

La tecnología blockchain se puede utilizar para crear un sistema de contabilidad permanente, público y transparente que compile datos sobre ventas o rastree pagos. IoT y la economía colaborativa también se beneficiarán de las cadenas de bloques porque involucran a muchos participantes. La votación en línea es otra aplicación de blockchain. Asimismo, los bancos y otras entidades financieras están interesados en esta tecnología porque tiene potencial para acelerar los sistemas de gestión de las cuentas de sus clientes. En algunos bancos suizos se están abriendo nuevos laboratorios de investigación dedicados a la tecnología blockchain para explorar cómo se puede utilizar la cadena de bloques en los servicios financieros para aumentar la eficiencia y reducir los costos. Sin embargo, debido a la falta de uso generalizado, su estado legal no está claro y las empresas se resisten a utilizar blockchain en el núcleo de su estructura.

Como se mencionó antes, hasta ahora la impresión 3D ha sido empleada en gran medida por diseñadores de productos aficionados. Sin embargo, el rendimiento de esta nueva máquina de fabricación aditiva (porque se obtiene el producto impreso en volumen mediante el agregado de material por capas) está mejorando, la gama de materiales se está expandiendo y los precios (tanto para impresoras como para materiales) están disminuyendo rápido, lo que lleva la impresión 3D hasta un punto en el que podría verse una veloz adopción por parte de los consumidores e incluso para más usos de fabricación.

Con la impresión 3D, una idea puede ir directamente desde un archivo de diseño en 3D a una pieza o producto terminado, omitiendo muchos pasos de fabricación tradicionales. Es importante destacar que esta tecnología permite la producción por pedido, lo que tiene implicaciones interesantes para las cadenas de

suministro y para el almacenamiento de piezas de repuesto, un costo importante para los fabricantes.

La impresión 3D también puede reducir la cantidad de material desperdiciado en la fabricación y crear objetos que son difíciles o imposibles de producir con las técnicas tradicionales. Los científicos incluso han desarrollado la biotinta para imprimir órganos, utilizando una técnica de impresión de inyección de tinta para colocar células madre humanas junto con andamios de apoyo.

La lista de tecnologías que están transformando el mundo no se agota en estos casos mencionados, y seguiremos profundizando en ellas en el transcurso de los diferentes capítulos de este libro. Pero las que hasta ahora presentamos sirven para ir comprendiendo por qué hablamos de disrupción cuando hacemos referencia a estas tecnologías. A pesar de todo lo que falta por desarrollar (estamos observando recién la punta del iceberg) y aún sin saber cómo se verá nuestra vida con estas tecnologías en los próximos quince o veinte años, podemos afirmar sin temor a equivocarnos que nada será como lo conocimos hasta ahora. La gran pregunta es si estamos preparados para estos cambios.

La convivencia entre tecnología, sociedad y negocios

La ciencia y la tecnología nos han proporcionado la posibilidad de explicar, controlar y transformar el mundo. La tecnología tiene la capacidad intrínseca de modificar las industrias y los mercados, la política, la economía; en síntesis, todos los aspectos de nuestra vida en sociedad.

Dado que los cambios impulsados por la tecnología en los negocios y la industria (teléfonos inteligentes, internet, big data) son más fáciles de identificar, podemos comenzar por observar cómo impactan las disrupciones en este campo. Las tecnologías emergentes permiten crear mercados nuevos, que son aprovechados principalmente por emprendedores e innovadores, conocidos como adoptadores tempranos. Las novedosas propuestas son muy bien recibidas por la mayoría de la población y las personas se convierten en motores clave para el desarrollo de nuevos paradigmas tecnológicos. Por lo tanto, las innovaciones disruptivas crean nuevos mercados, logrando al mismo tiempo generar y satisfacer nuevas necesidades.

Estas tecnologías presentan dos grandes similitudes: por un lado, un enorme alcance en el mundo emprendedor con el surgimiento de nuevas *startups* que tienen un rápido crecimiento a través de las plataformas digitales (recordemos el ejemplo de Uber); y por otro, una significativa oportunidad para las empresas de la industria de manufactura en serie o los procesos mecánico-industriales, por mencionar algunos ejemplos (basta señalar que con una impresora 3D se pueden fabricar también piezas de automóviles o aviones, e incluso armas).

En relación con el mundo emprendedor, en varios países de la región se están elaborando ecosistemas de apoyo, trabajo en redes y ayuda a los empresarios que no existían hace unos años. Este es un momento de transición importante que en un mediano plazo nos permitirá tener en América Latina una industria respetable, en donde organizaciones, gobiernos, ONG, entidades bancarias y universidades sigan siendo la clave para lograr el éxito de los emprendedores en la región.

Las alternativas son muy amplias a la hora de pensar —o

mejor dicho, repensar— nuevos modelos de negocios e innovar prácticamente a nivel corporativo. Haciendo cruces con tecnologías como los drones —vehículos aéreos no tripulados—, los autos autónomos o la impresión 3D, combinadas con paradigmas digitales como IoT, gamificación, big data o el *open source*, nos brinda la posibilidad de repensar áreas de negocios. La clave está en la necesidad de capacitación para comprender las transformaciones que implican estas nuevas tecnologías.

Varias *startups* y compañías tecnológicas de diferentes industrias están capitalizando las oportunidades de este punto de inflexión sociocultural que estamos viviendo: modelos de negocios cuyo núcleo de valor son técnicas disruptivas como la impresión 3D (en cuanto a la democratización de la producción), la RV (en la generación y el consumo de contenidos) o las divisas criptográficas (en relación con sistemas monetarios alternativos y más transparentes).

Pero es necesario considerar a las innovaciones tecnológicas desde una posición crítica, entendiendo tanto sus alcances como sus limitaciones. No todas las tecnologías que están emergiendo tendrán un impacto de tal magnitud que lleguen a alterar la sociedad, aunque quizá sí puedan cambiar el *statu quo* o modifiquen ciertos modos de vida. La consultora Gartner desarrolló la metodología Hype Cycle o “ciclos de sobreexpectación”, que caracterizan el entusiasmo sobredimensionado y la consiguiente decepción que tiene lugar cuando se introducen nuevas tecnologías.

Este análisis de sobreexpectación tiene como objetivo colaborar con que las empresas tengan acceso a comprender cuáles son las nuevas tendencias que podrían permitirles obtener ventajas competitivas. Esta herramienta logra que las organizaciones

tengan conocimiento sobre cuándo las nuevas tecnologías son solo meras promesas audaces, resultando en realidad inviables, en contraposición a aquellas que en efecto resultarán prácticas y generadoras de ganancias. Mediante sus gráficos de Hype Cycle, Gartner proporciona una representación de la madurez de las nuevas tecnologías y de cuán potencialmente relevantes son.

El Hype Cycle de Gartner establece cinco fases clave del ciclo de vida de una nueva tecnología:

1. Desencadenante de la innovación. Un avance potencial de la tecnología inicia las cosas. Las primeras historias de prueba de concepto y el interés de los medios de comunicación desencadenan una publicidad significativa. A menudo no existen productos utilizables y la viabilidad comercial no está probada. Actualmente se encuentran en esta fase, por ejemplo, los automóviles sin conductor.

2. Pico de expectativas “infladas”. La publicidad temprana produce una serie de historias de éxito, a menudo acompañadas por decenas de fracasos. La mayor parte de las tecnologías disruptivas se encuentran en esta fase.

3. Tránsito a la desilusión. El interés se desvanece a medida que los experimentos y las implementaciones no se cumplen. Las inversiones continúan solo si los proveedores mejoran sus productos para la satisfacción de los primeros usuarios. Según datos de 2018 en esta fase se encuentra la RA.

4. Pendiente de la iluminación. Más ejemplos de cómo la tecnología puede beneficiar a la empresa comienzan a cristalizarse y se comprenden más ampliamente. Pero las compañías conservadoras se mantienen cautelosas. En 2017 se encontraba en esta fase la RV, que en 2018 pasó a la fase 2, de sobreexpectación.

5. Meseta de la productividad. La adopción generalizada comienza a despegar. Los criterios para evaluar la viabilidad del proveedor están más claramente definidos. La amplia aplicabilidad y relevancia del mercado de la tecnología están claramente dando sus frutos. Para Gartner, ninguna de las tecnologías emergentes se encuentra aún en esta fase.

Pero más allá de los negocios, la tecnología impacta especialmente en la sociedad en general. Por definición, la tecnología es todo aquello creado por el hombre para satisfacer sus necesidades o resolver problemas. Sin embargo, la tecnología crea también nuevos problemas. Basta como ejemplo recordar la dificultad de algunos adultos mayores para operar con un cajero automático o desde el *homebanking*. Entonces cabe preguntarse si las tecnologías emergentes lograrán ser tan intuitivas y transparentes —o incluso “invisibles” como propone Neil Gershenfeld, director del Media Lab del MIT, en su libro *Cuando las cosas empiecen a pensar*— para que desde un niño de 5 años hasta una abuela de 80 puedan interactuar con ellas de manera natural.

Pero este es solo un aspecto de las vinculaciones entre tecnología y sociedad. La tecnología no solo tiene la pretensión de mejorar nuestra calidad de vida, sino que también nos fascina por sí sola, aun antes de darnos cuenta de sus beneficios y riesgos. Charlie Brooker —creador de la serie *Black mirror*, que propone una visión distópica del impacto de la tecnología en nuestra vida— compara la tecnología con una droga y, como tal, produce efectos colaterales a los que describe como “una zona entre el deleite y la incomodidad”.

El sentido de pertenencia a una comunidad pasó de un espacio geográfico determinado a un entorno virtual y global. Con-

secuentemente, las relaciones de poder son desafiadas. Todo esto supone un cambio de mentalidad porque no se trata de una modificación de las reglas del juego, sino que es el juego mismo el que se transformó. Para bien o para mal. Y para siempre, porque es seguro que no hay vuelta atrás.

Humanidad y tecnologías emergentes

Para entender la sociedad actual y hacer proyecciones a futuro es necesario conocer y comprender los cambios de paradigmas que se producen a partir de las tecnologías emergentes.

Por un lado, los patrones de aprendizaje automático y los robots generan temor e incertidumbre frente a un futuro cercano dominado por las máquinas inteligentes. Sin embargo, la aplicación de la robótica, así como los procesos de IA se encuentran —a nivel global— en un estadio de maduración.

En un futuro muy cercano las tareas que hoy son llevadas a cabo por seres humanos serán realizadas por autómatas y procedimientos de IA. Un ejemplo de ello es la integración e implementación de la robótica doméstica a los hábitos socioculturales, que de a poco va ganando terreno.

Por un lado, la posibilidad de que los robots superen en cantidad y en inteligencia a los humanos en un futuro no muy lejano es algo posible, y cómo se produce su inserción en la sociedad es uno de los temas más importantes para tomar conciencia. Las tecnologías como la red doméstica de computadoras, el reconocimiento visual y sonoro, así como la conectividad inalámbrica de banda ancha, abren las puertas a una nueva generación de dispositivos que harán posible que las computadoras realicen y

controlen de manera remota numerosas tareas —en el mundo físico— de diversa naturaleza.

Por otro lado, las nuevas tecnologías cambiarán la forma en que consumimos y producimos contenido. La posibilidad de generar una reacción física a un estímulo proveniente del mundo virtual abre un paraguas enorme de aplicaciones en el plano de la educación, la salud, el entretenimiento y hasta la ingeniería. Lo cierto es que la tecnología modificó el modo en que comprendemos la realidad, cómo la percibimos y pensamos.

Internet móvil cambió la forma de comunicarnos y relacionarnos. Internet es la tecnología decisiva en esta sociedad de la información, y con la explosión de la comunicación inalámbrica a principios del siglo XXI, podemos decir que la humanidad está casi completamente conectada, aunque con grandes niveles de desigualdad que van desde las posibilidades de acceso en ciertas regiones, pasando por el ancho de banda, la eficiencia y el precio.

Las personas, las empresas y las instituciones sienten la profundidad de este cambio tecnológico, pero la velocidad y el alcance de la transformación han desencadenado todo tipo de percepciones utópicas y distópicas que, cuando se examinan detenidamente, resultan imprecisas.

Por ejemplo, los medios de comunicación informan a menudo que el uso intensivo de internet aumenta el riesgo de aislamiento, alienación y retiro de la sociedad, además de generar nuevas formas de dependencia. Pero la evidencia disponible muestra que internet no aísla a las personas ni reduce su sociabilidad; en realidad la aumenta generando un mayor compromiso cívico y mayor intensidad y frecuencia de las relaciones familiares y de amistad en todas las culturas. Las redes sociales han permitido

que personas de todas las edades, pero muy especialmente los adultos mayores, se reencuentren con amigos que hace tiempo no veían, compartan intereses comunes y participen en acciones comunitarias o solidarias.

Pero este es el “lado amable” que también tiene otras aristas más filosas. Nuestra actual “sociedad red” —como la define el sociólogo español Manuel Castells— es un producto de la revolución digital y de algunos cambios socioculturales importantes. Uno de ellos es el surgimiento de la “sociedad centrada en mí”, marcada por un mayor enfoque en el crecimiento individual y una disminución de la comunidad entendida en términos de espacio, trabajo, familia y pertenencia.

Hoy las redes sociales son las plataformas preferidas para todos los ámbitos. Las actividades, tanto empresariales como personales, y la sociabilidad han aumentado dramáticamente, pero es un tipo diferente de sociabilidad. La mayoría de los usuarios de las redes sociales participan de ellas varias veces en un mismo día, casi todos los días, y se conectan en múltiples dimensiones, pero solo en aquellas que eligen. La vida virtual se está volviendo más social que la vida física. Pero las personas no viven una RV; de hecho, es una virtualidad real, ya que las prácticas sociales se facilitan en la virtualidad, en lo que Castells denominó como “espacio de flujos”.

Las redes sociales se convirtieron también en nuestra ventana al mundo, a través de la cual vemos la vida de los otros, pero también exponemos la nuestra. Se van desdibujando los límites entre lo público y lo privado y publicamos desde la foto de la comida que estamos por ingerir hasta nuestras opiniones sobre los más diversos temas.

Pero seamos optimistas; la individuación no significa necesi-

riamente el fin de la comunidad. Por el contrario, las relaciones sociales se están reconstruyendo sobre la base de intereses, valores y proyectos individuales. La comunidad se forma a través de búsquedas individuales de personas con ideas afines en un proceso que combina la interacción en línea con la interacción fuera de línea, el ciberespacio y el espacio local.

La clave para el proceso de individuación es la construcción de autonomía por parte de los actores sociales, que se convierten en sujetos en el proceso. Lo hacen definiendo sus proyectos específicos en interacción con las instituciones de la sociedad, pero no sometidos a ellas. Este es el caso de una minoría de individuos, pero debido a su capacidad para liderar y movilizar, introducen una nueva cultura en todos los ámbitos de la vida social: en el trabajo (emprendimiento), en los medios de comunicación (la audiencia activa), en internet (el usuario creativo), en el mercado (el consumidor informado), en la educación (los estudiantes críticos e informados), en la salud (la gestión de la salud centrada en el paciente), en el gobierno electrónico (el ciudadano informado y participativo), en los movimientos sociales (cambio cultural desde las bases, como en el feminismo o el ecologismo) y en la política (el ciudadano independiente capaz de participar en redes políticas autogeneradas).

Otro cambio de paradigma es el de la digitalización versus la materialización. A lo largo de su historia el ser humano pasó de buscar digitalizar objetos ya existentes (como escanear libros e imágenes para su mayor difusión y para proteger al original físico) a materializar objetos que antes no existían. El caso de las impresiones en 3D es uno de los desarrollos que posibilita esta tendencia, la premisa de llevar al plano material algo que se ideó de forma digital es uno de los avances más

importantes de la época actual. Esta tecnología se aplica prácticamente a todos los ámbitos de la vida humana; desde la medicina y el planeamiento urbano hasta el entretenimiento y el consumo masivo.

Lo que veíamos con asombro en las películas de ciencia ficción se está convirtiendo en realidad. Pero las tecnologías disruptivas hoy son aún promesas incipientes de un mundo mejor que todavía tiene que resolver muchas dificultades y atravesar diferentes barreras para que las tecnologías emergentes se conviertan en sostenidas, en términos de Christensen. Y cuando esto suceda, seguramente nuevas disrupciones tecnológicas transformarán otra vez los paradigmas.

El futuro es siempre inesperado y el cambio es imparable. Pero... cuando nuestra heladera elabore la lista del supermercado y la envíe en línea, además de gestionar el pago correspondiente con nuestra tarjeta de crédito o transferencia bancaria; cuando los robots tiendan las camas y barran las habitaciones; cuando llegemos a nuestra oficina (en nuestro automóvil autónomo que ha encontrado la ruta más rápida para evitar el tráfico congestionado) y un asistente virtual de nuestra computadora haya leído y clasificado los correos electrónicos que debemos responder de manera prioritaria; cuando imprimamos desde el plato hasta la pasta que vamos a comer en la cena... ¿qué haremos con tanto tiempo libre?

Un nuevo dilema que nos presenta la tecnología, y que seguramente se resolverá... con más tecnología.