

Los impactos de la era exponencial sobre la gestión pública en los países emergentes

Oscar Oszlak

Introducción

El mundo ha ingresado aceleradamente en la que ya se conoce como “era exponencial” o de la “cuarta revolución industrial”. La convergencia de diversas innovaciones tecnológicas en materia de computación, big data, inteligencia artificial y sus aplicaciones en robótica, criptomonedas, impresiones 3D y otros desarrollos, ya están transformando profundamente la vida del hogar, los lugares de trabajo, los modos de transportarnos y de comunicarnos. Según la mayoría de los pronósticos, estos cambios adquirirán un ritmo y una velocidad incomparables con respecto a cualquier época pasada. La gente trabajará, interactuará, se divertirá y hasta tal vez se enamore de máquinas altamente sofisticadas. Las sociedades deberán replantear un enorme número de cuestiones que inevitablemente surgirán a la par de estas transformaciones, algunas de las cuales son previsibles y otras ni siquiera imaginables. La brecha entre los modelos de organización social del pasado y del futuro será tal, que probablemente habrá que buscar puntos de referencia más imaginativos para iniciar una reflexión sobre sus probables diferencias.

De todas maneras, algo resulta claro. Como máxima instancia de articulación social, el estado deberá asumir un rol decisivo en la conducción y regulación de este proceso, a efectos de aprovechar los beneficios y evitar los riesgos de muchas de las innovaciones en curso. Resultará crítico que los estados posean la capacidad de anticipar y enfrentar los múltiples desafíos que crearán estos desarrollos tecnológicos en el corto y mediano plazos. Una rápida y superficial indagación sobre el estado del debate mundial en torno a esta cuestión en los planos académico, político y empresarial, permite arribar a una clara y preocupante conclusión: solo en Oceanía, Estados Unidos, Canadá, Israel, varios países europeos y algunos del sudeste asiático y el lejano oriente (sobre todo, Japón, China y Corea del Sur), el tema es objeto de debate sostenido, de análisis de opciones y de adopción efectiva de políticas y cursos de acción. En el resto del mundo solo se observan tibios y esporádicos intentos de instalar la cuestión en la agenda y el debate públicos y en América Latina, el tema ni siquiera integra –aunque sólo sea retóricamente– las plataformas de los partidos políticos o los planes de los gobiernos de turno.

En este trabajo propongo analizar y proyectar los impactos previsibles sobre la gestión gubernamental, que pueden ocasionar los desarrollos tecnológicos que caracterizan a la era exponencial en curso. Coloco el foco de atención en los países emergentes y en su debilidad relativa para mitigar los impactos negativos del cambio y aprovechar las ventajas de la innovación, planteando algunas ideas y recomendaciones sobre cómo promover una toma de conciencia e iniciar una reflexión sistemática al respecto. Parto, en tal sentido, de tres supuestos básicos: 1) librado a su propia dinámica, el cambio tecnológico puede transformar profundamente la estructura de poder de los países, la producción e intercambio de bienes y servicios en el orden nacional e internacional, y la propia organización y patrones culturales de la sociedad actual; 2) el notorio desequilibrio existente en el desarrollo y adopción de las nuevas tecnologías puede ensanchar la brecha entre los países que lideran estos avances y aquellos que por ahora no contemplan la inminencia y magnitud de sus impactos; y 3) si los estados no están capacitados para comprender los riesgos que trae aparejado el desarrollo e implantación de ciertas innovaciones tecnológicas, ni de regular sus deletéreas consecuencias, la sociedad puede verse expuesta a la voracidad de empresas y emprendedores para los cuales las consideraciones éticas o morales no cuentan, primando solo los criterios puramente mercantiles que inspiran la producción de los bienes o servicios que vuelcan al mercado. Esto puede ocurrir, por ejemplo, con muchos nuevos desarrollos en el campo de la ingeniería biomédica, la logística del transporte, la robótica en la educación o en el sexo, las plataformas de redes sociales, la ciberseguridad, etc.

En el desarrollo de esta ponencia examinaré el estado del conocimiento y de la discusión actual acerca de los dilemas que plantean los desarrollos tecnológicos de la era exponencial. En cada caso, haré referencia a las opciones de políticas públicas que contemplan los países avanzados para enfrentar los desafíos que crean estas innovaciones. Y en las conclusiones, destacaré los déficits de capacidad institucional que presentan los países emergentes frente a tales desafíos, así como algunas recomendaciones para evitar que se ensanche la brecha tecnológica respecto a las economías más avanzadas.

Tecnologías disruptivas y sus dilemas

Cuando se toma conciencia del desarrollo alcanzado por las nuevas tecnologías y se avizoran sus futuros avances, la expresión que mejor parece describir su impacto es su “carácter disruptivo”. De origen inglés, “disruptivo” es todo aquello que se refiere a una situación, elemento, actividad, comportamiento o decisión que produce una ruptura brusca con una realidad o entorno estable y, en forma inexorable, conduce a un proceso de cambio físico o virtual. Una tecnología disruptiva es, entonces, una innovación que conduce al desarrollo de productos o servicios que representan una ruptura definitiva con la tecnología previamente dominante (Christensen y Bower, 1995). Un caso clásico es la telefonía móvil frente a la fija; o la fotografía digital respecto de la tradicional. También puede tratarse de una novedad que da solución a un problema del que no se tenía conciencia, hasta la aparición de una solución, como fue la tecnología del GPS.

Las innovaciones que se están produciendo actualmente en los diferentes campos de la actividad económica y social, a raíz de los avances en la electrónica, la inteligencia artificial, la robótica y otras disciplinas, produce una mezcla de sorpresa y deslumbramiento. La velocidad que caracteriza a estos desarrollos es lo que ha llevado a utilizar el término “exponencial”, propio de las matemáticas, para calificar a la nueva era que se está gestando. O sea, una creciente aceleración del ritmo con que se producen los cambios en el tiempo. En 1965, Gordon Moore formuló la primera versión de lo que sería la Ley que lleva su nombre, la que vaticinaba una tendencia que se viene registrando inexorablemente: la tecnología de la información crecería de modo exponencial y no lineal.¹ No se trata de un proceso infinito, ya que llegado a un cierto punto del desarrollo tecnológico se produce un salto cualitativo, un cambio de paradigma, como el que supuso pasar del tubo vacío como circuito lógico de una computadora, al transistor y luego al circuito cerrado. Y tal vez, en el futuro, se pase a circuitos tridimensionales, auto-organizados o moleculares.

La enumeración de estas tecnologías apabulla y excita la imaginación. Y aunque cueste imaginar un mundo en el que se hagan realidad las transformaciones anunciadas, hasta cierto punto ya están ocurriendo. La lista incluye tecnologías con fuerte impacto en áreas tales como las finanzas, la medicina, la educación, la salud, la manufactura y la alimentación. Solo que a diferencia de la época en que Schumpeter se refería a la “destrucción creativa” del capitalismo como su característica central, el vértigo adquirido por los cambios que se avecinan requiere una representación geométrica, no aritmética, para describir su carácter exponencial.

Lo más notable de este proceso es que la Ley de Moore ya no es aplicable tan solo a los transistores, sino a una amplia gama de innovaciones cuyo ritmo de desarrollo sigue un patrón similar. Y además, sus efectos se potencian, en la medida en que muchas de estas tecnologías se combinan para crear nuevas aplicaciones, productos y servicios. Por eso, algunos llegan a preguntarse qué pasará, por ejemplo, cuando el procesamiento por computadoras, la rapidez y exactitud de la impresión en 3D, la velocidad y precisión de la manipulación del ADN, los sistemas de hardware robóticos multipropósitos y el software de diseño automatizado dupliquen su ratio de poder-precio cada dos años. ¿Qué no seremos capaces de construir a bajo costo y con precisión dentro de alrededor de una década? (Zimmermann, 2018).

¹ En su formulación original, la ley formulada por Gordon Moore, uno de los fundadores de Intel, predice que el número de transistores en un circuito integrado denso, se duplica aproximadamente cada dos años.

Muchas otras tecnologías se hallan en constante flujo y veloz evolución, como la ingeniería genética, los nanotubos de carbón, la desalinización marina, los robots agrícolas, la e-movilidad autónoma o la realidad virtual. Mi interés, naturalmente, se concentra en los dilemas que crean estos desarrollos a la gestión estatal, en la medida en que, frente a ellos, los gobiernos deben tomar posición en sus diversos roles como promotores, reguladores, compradores o financiadores de estas tecnologías. En tal sentido, analizaré en primer término las relacionadas con las tecnologías de información y comunicación (TIC), la inteligencia artificial y la robótica. Considero que su convergencia e hibridación han dado lugar a procesos de creación, innovación, experimentación y aprendizaje que hoy se manifiestan en múltiples aplicaciones, tales como los vehículos autónomos, el Internet de las cosas (idec), las criptomonedas o las impresiones 3D.

Cada una de estas tecnologías ha significado un extraordinario avance en sus respectivas posibilidades de tornar más eficientes los procesos productivos, mejorar la comunicación, la seguridad y el transporte, reducir los riesgos del trabajo o facilitar las transacciones económicas. Pero al mismo tiempo, han generado nuevas cuestiones que afectan, entre otros aspectos, los valores, la cultura, la ética, la privacidad, el derecho o el mundo del trabajo, planteando a los gobiernos la necesidad de intervenir para regular y orientar el desarrollo tecnológico sin disuadir el proceso de innovación. Este es, en última instancia, el dilema esencial que deben resolver las políticas públicas en esta materia.

Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

A comienzos del presente siglo, antes de que se popularizara la expresión “era exponencial”, se volvió habitual referirse a la época actual como la “era de la información” (o la “era digital” o de las TIC). Y es pertinente comenzar el análisis de las tecnologías que caracterizan a la cuarta revolución industrial, con una breve referencia a aquellas que en su desarrollo, despliegue y combinación, crearon las bases para que muchas otras fueran posibles. Se atribuye a Francis Bacon la frase “la información es poder”, aunque en realidad no aparece en ninguna de sus obras y sí, en cambio, en el Leviatán de Thomas Hobbes. Para ser precisos, en el capítulo X de esta obra, De Homine, este autor afirma: *scientia potentia est, sed parva*, es decir, “el conocimiento es poder, pero pequeño”. Sin duda Hobbes no alcanzó a vislumbrar hasta qué punto, siglos más tarde, el poder de la información y el conocimiento alcanzarían la magnitud actual. Tampoco, que su empleo podría llegar a servir tanto para hacer gobernable un estado como para que éste ejerza un poder despótico sobre sus ciudadanos, tornando al Leviatán, monstruo bíblico, en terrorífica realidad. Como medio de acceso al conocimiento y a sus aplicaciones, la información es hoy el recurso de poder dominante de esta era digital. Por algo, en las referencias a nuestra época, abundan expresiones como “sociedad de la información” o “economía del conocimiento”. Desde los años 1970´s vengo planteando en varios trabajos la diferencia y relación entre datos, información y conocimiento. Esa distinción conceptual no sólo se ha popularizado, sino que se ilustra con la denominada “pirámide de DICS” (García Marco, 2011), sin perjuicio de que en el lenguaje popular, dato, información y conocimiento sigan siendo utilizados casi indistintamente (ver figura).

Pirámide de DICS



Si bien la “pirámide” jerarquiza el proceso lógico de reunir datos para producir información, y de comparar y analizar diversas fuentes de información para generar conocimiento, agrega además un escalón superior: la sabiduría. La distinción entre conocimiento y sabiduría es tan antigua como la formulada por Platón, cuando distinguía entre doxa (conocimiento basado en opiniones sin base ni evidencia) y episteme (conocimiento verdadero, sistemático y amplio). Desde la perspectiva teórica y práctica de la decisión política, la distinción jerárquica que establece la “pirámide” es fundamental para destacar el verdadero valor y trascendencia de su “pequeño” ápice: la aplicación del conocimiento, o mejor aún, de la sabiduría, a la tarea de gobernar. Sobre todo, en vista del predominio, en los países menos desarrollados, de procesos de formulación e implementación de políticas en los que la motivación para la acción prevalece sobre la comprensión de la materia sobre la que se actúa. Tal como lo observara Hirschman, hace muchos años, para caracterizar el estilo decisorio predominante en América Latina (Hirschman, 1964).

La difusión y omnipresencia de las TIC que caracterizan a la vida cotidiana y a la organización social en esta era digital, la han constituido en fuerza decisiva de la evolución social. Su desarrollo ha sido posible merced a la coincidencia y combinación de diferentes innovaciones, como es el caso de la mayoría de las tecnologías que estamos analizando. Sintéticamente, todo comenzó con la aparición de las primeras computadoras cuando finalizaba la Segunda Guerra Mundial.

A medida que estas evolucionaban, fueron surgiendo innovaciones como el encriptamiento de datos, los grandes centros de cómputos, la invención de la world wide web o el sistema de hipertexto, hasta la aparición en 1995 de una supercomputadora capaz de realizar en un segundo lo que una calculadora operada por una persona podía llevarle 30.000 años. La primera década de este siglo fue testigo, sucesivamente, de la explosión de los macrodatos o, simplemente, Big Data, como popularmente se los llama, así como de la web 2.0, que revolucionó la transmisión, comunicación e intercambio de datos.² Con un almacenamiento más económico, procesadores más rápidos y redes de área amplia de mayor ancho de banda, las computadoras redujeron su tamaño aumentado su capacidad de prestación. La informática se volvió así más veloz, inteligente, pequeña y conectada, simulando en cierta forma al cerebro humano y mejorando la capacidad de adoptar decisiones basadas en el análisis de datos.

Simultáneamente, se produjeron notables avances en la comunicación móvil, hasta llegar actualmente a la que se conoce como la revolución 5G, que producirá importantes consecuencias sociales, empresariales y geopolíticas.³ Entre ellas, guerras comerciales entre las gigantescas empresas que dominan el mundo digital, intentos de los gobiernos por regular los usos indebidos de la información, intromisión en la privacidad de los usuarios o manipulación política de los datos. Por otra parte, la enorme distancia que separa a los países avanzados de los emergentes o subdesarrollados, se ensancha continuamente dado el carácter exponencial de las innovaciones y de la reducida capacidad relativa de estos últimos para incorporar rápidamente los nuevos desarrollos.

Ello se manifiesta, al menos, en tres tipos de desafíos diferentes. El primero parte de considerar a internet como un bien público global (Kaul et al., 1999), cuyo consumo no reconoce exclusividad y cuyos beneficios son universales para países, poblaciones y generaciones, aun cuando las barreras de acceso pueden ser altas. Los problemas surgen de la existencia de free riders y otras fallas de mercado, de una sub-oferta del bien y de una sub-utilización global, amén de externalidades significativas (Canazza, 2018).

² En 2010, Eric Schmidt afirmó en la conferencia sobre Techonomy en Lake Tahoe, California, que la información creada por el mundo entero entre los comienzos de la civilización y 2003 era de 5 exabytes. Y que en ese momento, esa misma cantidad era creada cada dos días.

³ Esta nueva generación en las comunicaciones, desarrollada por la empresa china Huawei, es 40 veces más rápida que la actual 4G, con un significativo aumento del volumen de datos capaces de ser transmitidos (Castells, 2019).

Por eso se plantea que los gobiernos deberían promover la expansión de Internet para ampliar sus economías de escala, la creación de redes y las externalidades positivas, sea indirectamente a través de la regulación del mercado de oferentes privados o directamente a través de la inversión pública en infraestructura y esquemas PPP.⁴

Un segundo desafío es el de la ciberseguridad, frente al riesgo cierto de que los sistemas informáticos sean hackeados. De hecho, el riesgo cibernético está creciendo en la gestión gubernamental, en la medida en que los ciberataques aumentan en volumen, intensidad y sofisticación. El riesgo no es solamente financiero; también entraña la posibilidad de pérdida de confianza ciudadana, además de distraer la atención de la gestión respecto de otros temas prioritarios. En los Estados Unidos, casi todos los gobiernos estatales han creado el puesto de chief information security officer y sus ocupantes reportan regularmente a sus gobernadores en esta materia. La demanda de especialistas en seguridad cibernética es alta y la oferta sumamente reducida. Muchos gobiernos tercerizan la totalidad o parte de esta función, que es muy dependiente de los avances en big data e inteligencia artificial. Definitivamente, la gestión del riesgo informático se ha convertido en una función permanente de los gobiernos. Y el test real de un desempeño efectivo será seguramente la capacidad de anticipar y contrarrestar la actividad de los ciberatacantes.

El tercer desafío es el que crean los “legados informáticos” (legacy systems), es decir, las tecnologías, sistemas o aplicaciones computacionales que han pasado de moda pero aún se encuentran en uso, planteando serios dilemas a los responsables de la gestión pública. ¿Deben renovar, modernizar o reemplazar ese legado informático? Las plataformas sin soporte sobre las que corren pueden, además, incrementar los riesgos de ciberataques. Los recursos afectados a mantener tecnologías obsoletas reducen la posibilidad de su afectación alternativa a nuevos desarrollos. Los costos de mantenimiento son todavía mayores cuando se toma en cuenta la antigüedad de los lenguajes (como COBOL) empleados para el desarrollo del software y la dificultad o total imposibilidad de modificar procesos por su inflexibilidad para adaptarse a herramientas de inteligencia artificial. Todos estos problemas y dilemas crecerán en la misma medida en que, con el desarrollo exponencial, crezcan los índices de obsolescencia del equipamiento existente.

Big Data

Una de las consecuencias de las innovaciones en materia computacional fue la posibilidad de procesar grandes conjuntos de datos a fin de identificar patrones recurrentes y elaborar modelos predictivos para la toma de decisiones. Este campo especializado en el desarrollo de las TIC se conoce habitualmente como Big Data. La complejidad de las actividades de recolección, almacenamiento, búsqueda, compartición, análisis y visualización de estas grandes cantidades de datos se vio facilitada, a su vez, por el desarrollo de la inteligencia artificial, la minería de datos y las técnicas de análisis (analytics) y business intelligence. El crecimiento de la capacidad de procesamiento coincidió con el simultáneo aumento en la recolección masiva de datos provenientes de nuevas fuentes de alimentación, como sensores inalámbricos, cámaras y dispositivos móviles.

Más del 90% de todos los datos actualmente disponibles en el mundo se produjo en el siglo actual. La sideral diferencia con el pasado, ya advertible en 2005, llevó a O’Reilly Media a acuñar el término Big Data.

⁴ Como nadie puede ser excluido, la provisión de Internet se ve afectada por *free riders* “piratas” (que acceden y difunden gratuitamente, contenidos (libros, películas, música) registrados con derechos de autor; o por quienes utilizan contraseñas de terceros para acceder ilegalmente a servicios a servicios pagos por otros. Algunos proveedores de servicios de internet también plantean que los proveedores de contenidos, como Google o Netflix, también son *free riders* cuando no tributan en función de los contenidos que proveen. Por lo tanto, un papel crucial de los gobiernos es regular el mercado, fortalecer la administración tributaria y disuadir la piratería y accesos ilegales, alentando la cooperación internacional en esta lucha.

Tim Berners-Lee inventó la red mundial (World Wide Web) en 1989, cuando intentaba compartir información a través de un sistema de hipertexto, ignorando todavía el real impacto que tendría su invento. Las conexiones a internet crecieron rápidamente en los 90s y ya en este siglo, la sucesión de innovaciones adquirió un ritmo frenético. En 2005 nace la Web 2.0, que multiplica las posibilidades de registro y procesamiento de datos que permitían las herramientas de business intelligence preexistentes y crece al ritmo del desarrollo de las redes sociales y empresas start ups que aprovechan la masiva creación y flujo de datos. Y en 2011, el Informe mckinsey sobre Big Data pronosticaba que en 2018, los Estados Unidos enfrentaría un déficit de 140.000 a 190.000 científicos de datos, así como 1,5 millones de ejecutivos de datos (mckinsey, 2011).

Fue recién en el presente siglo, cuando la inteligencia artificial (IA) se convirtió en un boom y el mayor poder de las computadoras posibilitó la aplicación de técnicas de machine learning a la solución de diversos problemas, tanto en la academia como en la industria. Un nuevo lenguaje comenzó a construirse alrededor de estos desarrollos. Por ejemplo, business intelligence comenzó a utilizarse para hacer referencia al análisis descriptivo de datos originados en distintos indicadores de negocios, cuya consulta y visualización agregada permite obtener una visión acerca de ciertos procesos que ocurrieron o están ocurriendo en una organización. Data mining o minería de datos, aludió a la identificación de tendencias o patrones basada en grandes bancos de datos, con fines de análisis predictivos.

Por su parte, el término machine learning recortó un área de las ciencias informáticas dedicada al estudio y construcción de algoritmos que ofrecen predicciones u opciones de decisión basadas en un conjunto de casos, campo en el que convergen la inteligencia artificial, la estadística y la optimización matemática. Estos algoritmos son fundamentales para la aplicación de técnicas de data mining. La expresión data science se reservó para designar al conjunto de principios y fundamentos científicos y aplicados, que orienta la extracción de conocimiento a partir de datos, así como la utilización de herramientas, técnicas y procedimientos de la minería de datos. Por último, big data acabó definiendo al conjunto de tecnologías utilizadas en la minería de datos y en la business intelligence, que permiten procesar y analizar datos que, por su volumen o su complejidad de procesamiento, exceden la capacidad de las computadoras convencionales.

Puede advertirse fácilmente cierto grado de superposición entre los términos recién descriptos, propio de un campo de estudio y experimentación que se está desarrollando a un ritmo vertiginoso. Otro “pariente” cercano a esta familia semántica es “analytics” o “data analytics”, que en su versión más simple no sería más que “el estudio del análisis” (Foote, 2018). Como ocurre con los demás miembros de esta familia, sus orígenes pueden rastrearse muy atrás en el tiempo. Se ha querido ver, por ejemplo, que Frederick Taylor o Henry Ford fueron pioneros de la “analítica de datos” (como se la suele llamar en español) en su aplicación a la administración del tiempo y velocidad del trabajo. Más estrictamente, analytics se define como investigación, descubrimiento e interpretación de patrones recurrentes, identificables en grandes volúmenes de datos, reiterándose una vez más cierta superposición con la mayoría de los términos anteriormente descriptos. Y esto no es todo, ya que analytics ha incorporado varios adjetivos que especifican sus variadas aplicaciones: predictiva, cognitiva, prescriptiva, descriptiva, aumentada o de big data. Lo que es claro es que la “analítica de datos” se basa en estadísticas y aprovecha todas las herramientas informáticas disponibles, como computación “en la nube” (cloud computing), modelación de datos, minería de datos, inteligencia artificial y machine learning. En su versión “aumentada”, reduce la labor de los especialistas al automatizar los pasos requeridos para aprender de los datos, en tanto los procesa, limpia y analiza, produciendo conocimientos que permiten instruir a quienes deben interpretarlos o tomar decisiones a partir de los mismos. En definitiva, la analítica de datos reduce costos operativos en el almacenamiento y análisis de datos, identifica oportunidades, estima costos, evalúa estrategias de acción, anticipa tendencias y funda decisiones informadas.

En un reciente trabajo se describen dos casos que ilustran la capacidad cognitiva que proporciona esta tecnología (IBM Center, 2018). En 2014, el Internal Revenue Service de los Estados Unidos, a través de su programa de revisión de declaraciones juradas, identificó más de 10 billones de dólares en pedidos de reintegro fraudulentos. Y el Center for Medicare & Medicaid Services redujo drásticamente las infecciones intra-hospitalarias, luego de evaluar mediante técnicas de computación cognitiva, más de un millón de casos por año. Su análisis permitió detectar patrones, tendencias y prioridades que permitieron intervenciones programadas además de generar una reducción de 12 billones de dólares de costos. Son ejemplos del potencial impacto sobre la gestión pública que podrían generar estas nuevas aplicaciones.

Inteligencia artificial

El somero recorrido conceptual y descriptivo efectuado en esta sección, sirvió en última instancia como prolegómeno para adentrarnos en el análisis de un campo del conocimiento que sobrevuela todas las innovaciones expuestas y que, sin el desarrollo de estas últimas, no hubiera sido viable: la inteligencia artificial (o IA). También conocida como machine intelligence, se refiere a la inteligencia demostrada por máquinas, en contraste con la inteligencia natural de seres humanos y animales. Dentro de la ciencia de la computación, IA es el estudio de “agentes inteligentes”, es decir, todo dispositivo capaz de percibir su entorno y adoptar cursos de acción que maximizan las perspectivas de lograr exitosamente sus fines. Coloquialmente se utiliza IA para referirse a máquinas que imitan funciones “cognitivas” que los humanos asocian con capacidades mentales como aprender, reconocer lenguajes, programar o resolver problemas.

Es difícil imaginar una tecnología singular más decisiva que la IA, para dar forma a nuestro mundo durante los próximos 50 años. A medida que la capacidad de aprendizaje de las máquinas permite a las computadoras auto-instruirse, emerge un inmenso repertorio de innovaciones que van desde los diagnósticos médicos hasta los vehículos autónomos.

Pero al mismo tiempo, surgen inevitables preocupaciones: ¿Quién controla esta tecnología? ¿Hasta qué punto tornará obsoletos los empleos actuales? ¿Qué riesgos apareja? La IA ha penetrado la vida humana de múltiples maneras casi sin que se advierta, porque en parte, su irrupción está teñida por la cultura popular. La IA llamada “generalizada”, característica de la ciencia ficción, a menudo pronostica un mundo prácticamente robotizado. La IA especializada, en cambio, se ocupa del diseño y aplicación de algoritmos y dispositivos computacionales para realizar tareas crecientemente complejas, desde la medicina y el transporte a la distribución de electricidad. En su proyección, promete una economía mucho más productiva y eficiente, pero a la vez, hace necesario evaluar su impacto negativo sobre el empleo y la inequidad social.

Líderes políticos, como Barack Obama, señalaron la necesidad de apelar a la inteligencia “extendida” para que en la IA puedan incorporarse valores sociales.⁵ El ex presidente mencionaba, al respecto, que ya se dispone de tecnología para vehículos autónomos, máquinas que pueden tomar decisiones rápidas y reducir el número de accidentes fatales, mejorar la eficiencia del transporte y disminuir las emisiones de carbón que calientan el planeta. Pero –se preguntaba– ¿quién programará los vehículos?, pregunta que remite al clásico “dilema del tranvía”.⁶ ¿Cuál es el rol del gobierno cuando se introducen estas cuestiones éticas?

⁵ La inteligencia extendida supone mantener siempre un firme y diversificado control sobre toda forma de inteligencia artificial, para evitar que los seres humanos sean manipulados, controlados o incluso exterminados por una “cosa” superinteligente superior, independiente e incontrolable. La IE puede entenderse como la conjunción de paradigmas y concepciones de disciplinas científicas inconexas e independientes, como la filosofía, la sociología, el derecho, las ciencias de la computación, las matemáticas, la economía y otras ciencias naturales, en su intento de llegar a la comprensión y al uso y control de la IA en la vida humana, la sociedad y la economía.

⁶ El dilema del tranvía plantea, desde la ética, una situación imaginaria en que un tranvía sin control corre sobre una vía en la que cinco personas atadas serán inevitablemente arrolladas, a menos que alguien pueda accionar una palanca para desviarlo hacia otra vía en la que solo hay una persona atada. El dilema es si la palanca debe ser accionada para salvar cinco vidas en lugar de una.

Para Obama, al considerar la estructura regulatoria, el gobierno debe intervenir poco en los desarrollos iniciales de la IA, destinando recursos principalmente a la investigación y asegurando un fluido diálogo entre investigación básica y aplicada. Pero a medida que las tecnologías maduran, es necesario preocuparse de su incorporación a la estructura regulatoria existente, lo cual exige un grado de intervención mayor para asegurar que las regulaciones reflejan un amplio conjunto de valores. De lo contrario, se comprobará rápidamente el perjuicio que genera a los grupos sociales más vulnerables.

Al parecer, por ahora, el mercado marca el ritmo y dirección de las innovaciones, al tiempo que es la empresa privada la que invierte billones de dólares en su desarrollo. Y si bien ello no es razón para que pueda sustraerse a la acción regulatoria del estado, Obama cita a un importante emprendedor, que en cierto momento le expresó: "lo último que quisiéramos es que una banda de burócratas nos paralice en nuestra tarea de cazar el unicornio ahí afuera".⁷

Ello contrasta con la significativa reducción que, al menos en Europa y los Estados Unidos, ha tenido el financiamiento en investigación y desarrollo en este campo. El programa espacial de los Estados Unidos, en tiempos de los viajes a la luna, era de apenas medio por ciento del PBI, pero hubiera representado 80 billones de dólares anuales en moneda actual. Ese país gasta hoy menos de un billón en IA, lo cual demuestra la importancia del esfuerzo financiero que se requiere si se desea preservar los valores de una comunidad diversa, representada en estas tecnologías de frontera. De lo contrario, el mercado se encargará de que la ética y los valores implícitos en las tecnologías queden fuera de toda consideración.

Frente a los gurús que le otorgan alta probabilidad a la ocurrencia de una IA generalizada en la próxima década, Joi Ito, director del MIT Media Lab, considera que para que ello ocurra, hacen falta una o dos docenas de avances tecnológicos que hoy no existen, por lo cual será posible monitorear si llegan a producirse. En cambio, los empleos de bajos salarios y pocas exigencias técnicas se volverán más y más redundantes.

Y aun cuando no desaparezcan del todo, sus salarios serán menores. Para manejar con éxito esta transición, habrá que sostener un amplio debate social sobre cómo hacerlo, cómo capacitar para nuevos trabajos y asegurar una economía inclusiva si, de hecho, se producirá más que nunca pero el excedente será capturado en una proporción creciente por un pequeño grupo económico altamente concentrado.

Robótica

La robótica es tal vez el campo tecnológico en el que la IA ha tenido máximo impacto. Unimate, un brazo mecánico capaz de transportar moldes de metal fundido, fue creado en 1981 y es considerado el primer auténtico robot. Fue diseñado por General Motors e instalado en su planta de New Jersey. De ahí en más, los robots pasaron a convertirse en herramientas habituales en la industria, para luego incorporarse, entre muchas otras, a actividades militares, espaciales, de entretenimiento o de búsqueda y rescate de personas.

Sintéticamente, un robot es una máquina automática programable capaz de realizar determinadas operaciones de manera autónoma y de sustituir a seres humanos en ciertas tareas, en especial las pesadas, repetitivas o peligrosas. Son impulsados por activadores, poseen sensores que les permiten adaptarse a nuevas situaciones y con la incorporación de IA, adquieren la posibilidad de aprender y así convertirse en máquinas inteligentes. Su capacidad de aprendizaje -machine learning- se produce a través de la introducción de redes neuronales en grandes volúmenes de datos, que a través de "algoritmos de entrenamiento", estructuran, dan sentido y permiten identificar ciertos patrones.

⁷ Se denomina unicornios a las empresas cuyo valor de mercado supera los mil millones de dólares.

La potenciación y aceleración del cambio producido en este campo durante los últimos 10 años deriva de, al menos, la convergencia de tres factores: 1) el progreso producido en las técnicas de construcción de algoritmos; 2) el enorme poder de computación que supuso pasar de las unidades de procesamiento central (CPU) a unidades de procesamiento gráfico (GPU), agregando además clusters de cómputo a la nube; y 3) la enorme disponibilidad de datos, con flujos de voz e imágenes, que continuamente se agregan por millones, posibilitando el trabajo de los algoritmos de entrenamiento. Agréguese a la lista la simultánea aparición de diversas innovaciones y aplicaciones, como reconocimiento de imágenes, procesamiento de lenguaje natural, sistemas sensoriales o algoritmos de navegación, y podrá entenderse el carácter exponencial del cambio y la velocidad de los desarrollos que se están produciendo en la robótica (v.g., máquinas, sistemas y vehículos autónomos).

Actualmente, los robots exploran la superficie de Marte, reparan oleoductos en las profundidades del océano, realizan cirugías en hospitales, desactivan bombas en campos de batalla, cuidan ancianos y llevan a cabo toda clase de tareas en fábricas. Los vehículos autónomos pronto surcarán los cielos y los caminos. Hasta “la más antigua profesión del mundo” comenzó a ser ejercida por robots sexuales, La diversidad de sus aplicaciones ya ha llegado al punto de que puedan ser clasificados en categorías: por ejemplo, industriales, asistentes, sexuales, serviciales, combatientes y mascotas.

Por lo tanto, estos robots inteligentes pueden sustituir con ventaja muchas tareas actualmente desempeñadas por seres humanos (obreros, empleados y profesionales), con lo cual se renueva la polémica cuestión de la posible pérdida de empleos resultante de la continua innovación y desarrollo tecnológico, suscitada desde las primeras etapas de la revolución industrial. La preocupación, en realidad, trasciende la cuestión de la creciente sustitución de trabajadores por robots, al difundirse el temor de que éstos puedan llegar a adquirir una inteligencia superior a la de los humanos. Esta perspectiva ha sido considerada posible por algunos destacados pensadores, como Stephen Hawking, Elon Musk, Nick Bostrom, James Barrat y Vernor Vinge, para quienes la IA podría hacer realidad el apocalipsis si una super-inteligencia llegara a sobrepasar el intelecto humano (Luckerson, 2014).⁸

Frente a la distopía de la singularity se ha contrapuesto la utopía de la multiplicity (multiplicidad), un escenario en el que los robots trabajan o interactúan armoniosamente con humanos, ayudándolos en tareas de seguridad o alcanzando medicamentos o frazadas a enfermeras en los hospitales. En Walmart, hace tiempo que enormes robots recorren los pasillos de sus depósitos inventariando existencias. Y en Amazon, que emplea más de 100.000 robots, han establecido una fructífera convivencia con humanos para acelerar la búsqueda, empaque y envío de mercaderías a sus clientes. Recientemente, sus trabajadores comenzaron a utilizar “chalecos robo-tech” dotados de sensores para que las máquinas que circulan a su alrededor puedan visualizarlos y no embestirlos. Sea que nos inclinemos hacia la utopía de la multiplicidad o la distopía de la singularidad, algunas certezas se dibujan claramente en el horizonte imaginable:

- La IA y la robótica continuarán desarrollándose y nuevas aplicaciones se seguirán adoptando en múltiples aspectos de la actividad y las necesidades humanas.
- Algunos robots serán visibles y podrán o no tener fisonomía humana, dependiendo de la naturaleza de las funciones para las que sean creados; otras aplicaciones, no visibles, serán componentes casi naturales de máquinas o dispositivos cuya funcionalidad se verá favorecida por su incorporación.
- La convivencia de trabajadores humanos y robots, así como la interacción de estos con diversos tipos de usuarios (v.g., pasajeros, enfermos, televidentes, hackers) producirá, probablemente, importantes cambios psicológicos, sociológicos, económicos y éticos cuyos efectos recién comienzan a estudiarse y deberán profundizarse en el futuro.

⁸ En ese hipotético punto futuro, denominado *singularity* el desarrollo tecnológico se vuelve incontrolable e irreversible, generando cambios en la civilización humana todavía insondables.

- El desempleo tecnológico ocasionado por la creciente adopción de robots, impactará sobre los mercados de trabajo de maneras y con intensidades diferentes según países y áreas de actividad, generando la necesidad de políticas públicas que morigeren, corrijan e intenten regular sus negativas consecuencias sin disuadir el desarrollo tecnológico.
- No es descartable que así como la IA y la robotización contribuirán al confort, bienestar y calidad de vida de los seres humanos, también podrán crear mayor alienación, desigualdad y sufrimiento si los gobiernos y los factores de poder no aciertan en adoptar a tiempo las decisiones y cursos de acción que lo impidan.

Otros desarrollos y aplicaciones con impacto en la gestión pública

La convergencia de los desarrollos tecnológicos hasta aquí analizados, ha generado diversas aplicaciones que combinan creativamente sus respectivos avances. Si bien algunas de estas aplicaciones atraviesan actualmente una fase experimental, otras ya se han establecido firmemente en sus respectivos mercados. Para efectos del análisis planteado en este trabajo, todas ellas exigen la adopción de políticas públicas por parte de los gobiernos. Seleccioné para este análisis los siguientes desarrollos: 1) impresiones en 3D, 2) criptomonedas, 3) vehículos autónomamente conducidos y 4) Internet de las cosas. Luego de comentar brevemente las características y desarrollo actual de cada uno, efectuaré algunas reflexiones sobre sus posibles impactos en la gestión pública.

Impresiones 3D

La tecnología aditiva, coloquialmente conocida como “impresión en 3D”, se ha convertido en otra de las chispas que han encendido una nueva revolución industrial (Weller et al., 2015). Esta tecnología permite fabricar productos “a medida”, sin incurrir en penalidades o mayores costos, por no requerir herramientas ni moldes. También permite producir diseños complejos e integrados en procesos de un solo paso. Ya hace dos décadas que se viene utilizando la impresión 3D para construir prototipos, pero solo recientemente, esta tecnología se ha incorporado plenamente a los procesos de producción. Su principal beneficio es la simple y rápida forma en que puede reproducirse casi cualquier producto. Como los diseños con ayuda de computadora son digitales, pueden ser compartidos a través de internet, como las películas o la música. Por lo tanto, la impresión 3D tiene un alto grado de accesibilidad.

Sus ventajas son innegables. La impresión de productos reduce costos y tiempos de entrega, mitiga riesgos y permite a los fabricantes customizar componentes para satisfacer las necesidades de los usuarios según demanda. Ya hace un tiempo la industria del zapato imprime sus productos en 3D y así lo hacen también los fabricantes de repuestos de aviación y de automóviles.⁹ La estación espacial de los Estados Unidos tiene ahora una impresora de este tipo que elimina la necesidad de mantener el gran stock de repuestos que tenía en el pasado y muy pronto, los nuevos teléfonos inteligentes tendrán la posibilidad de escanear en 3D. En China ya se ha construido un edificio de oficinas de seis pisos utilizando esta tecnología y se estima que en menos de diez años, el 10% de todo lo que se produzca será impreso en 3D. Por otra parte, en apenas una década, el precio de la impresora 3D más económicas se redujo de 18.000 a solo 400 dólares, al tiempo que su velocidad aumentó 100 veces (Ciccatelli, 2017).

En su mensaje presidencial, al asumir su segundo mandato, Barack Obama enfatizó el crítico papel de la tecnología de impresión 3D en la promoción de los sectores manufacturero, científico, de la defensa y de la energía. En 2012, el gobierno federal norteamericano financió el lanzamiento de NAMII (Instituto Nacional de Innovación en Manufactura Aditiva), reuniendo a las mentes más brillantes de la industria, la academia y el gobierno para que su colaboración permitiera reducir los tiempos entre las pruebas de laboratorio y el lanzamiento al mercado de nuevos productos.

⁹ La compañía Boeing imprimió en 2013 una cabina completa de avión y Ford puede imprimir en cuatro días, partes de automóviles que, siguiendo el método tradicional, requeriría cuatro meses.

Muchos organismos estatales (especialmente NASA y las fuerzas armadas) utilizan la impresión 3D con cada vez mayor frecuencia. Y buena parte del esfuerzo del gobierno se centra en los esfuerzos por regular las patentes y derechos de propiedad intelectual, porque si bien el derecho siempre va a la zaga del desarrollo C&T, este tipo particular de tecnología plantea serios problemas jurídicos, teniendo en cuenta que fabricante y usuario suelen ser la misma persona.

Criptomonedas

Las criptomonedas son monedas virtuales que se intercambian como cualquier otra divisa convencional, pero no son controladas por gobiernos o instituciones financieras. Utilizan un cifrado digital para sus operaciones y permiten realizar con gran seguridad y privacidad, diversos tipos de transacciones económicas sin necesidad de intermediarios. Existe un gran número de ellas, con características y aplicaciones propias, siendo bitcoin, ether, litecoin, ripple y dash las que han alcanzado una mayor aceptación y capitalización.

Blockchain surge junto a Bitcoin con un espectro de posibilidades cada vez más amplio. Si bien Bitcoin fue planteado como un método de pago punto a punto, respaldado por una red de procesamiento descentralizada y una solución lógica al problema del doble gasto de registro, se descubre años después que su tecnología puede servir para desarrollar no solo dinero digital sino todo tipo de aplicaciones, como ejecutar contratos inteligentes, registrar y almacenar datos, sustentar redes sociales para compartir contenidos o desarrollar aplicaciones descentralizadas a la medida del cliente. Así, aplicaciones de blockchain programadas para actuar por comandos automáticos e inteligentes, están siendo utilizadas por empresas y organizaciones de todo tipo, incluyendo a los gobiernos.

Las posibilidades y promesas de blockchain, llevó a numerosos países a invertir e innovar en este campo tecnológico. Gobiernos de varias naciones ya han adoptado medidas para reducir o eliminar restricciones regulatorias para las industrias que desarrollan estas tecnologías. Existe bastante consenso en considerar que las mismas constituirán la próxima frontera de una economía soportada por internet. En esos países se plantea que los gobiernos y las empresas deben colaborar en el fortalecimiento del liderazgo tecnológico y de mercado en este campo, sobre todo para resolver la potencial incompatibilidad, política y regulatoria, que puede restringir el crecimiento de esta economía digital basada en blockchain.

Tres temas comunes sobresalen en la discusión entre los expertos. Uno es el liderazgo y la visión del conjunto del gobierno respecto al desarrollo de tecnología para una economía digital que utiliza blockchain como base. Existe el convencimiento de que esta tecnología será el corazón de la futura economía, como ha pasado a ser internet. Este impacto refundacional abarca desde la gestión logística de la cadena de suministro, a las finanzas y seguros, la identidad, los servicios de gobierno y así sucesivamente. El segundo tema es la estrecha colaboración entre la industria y el gobierno. Esta colaboración debe abarcar a todos los niveles del gobierno y comunicar claramente el valor propositivo de la tecnología blockchain y su rol potencial en la futura economía, dado el revuelo causado por esta innovación y la posibilidad de que información falsa sobre la misma, confunda a los juristas, reguladores y ciudadanos.

Además, las empresas deben difundir ejemplos de tecnología blockchain efectivamente implantados en diferentes sectores de la economía, tales como la gestión de la cadena de suministros. El tercer tema es la necesidad de asignar mayores recursos a la investigación y bancos de pruebas en esta recién nacida tecnología de veloz evolución. Fue a través de los apoyos gubernamentales iniciales, en los años 70s y 80s, que pudo desarrollarse Internet, combinado con una clara visión sobre la tecnología de comunicaciones, lo que permitió su florecimiento y adopción, convirtiéndola en el fundamento de la economía digital actual. Similar desafío se plantea actualmente con blockchain y las cripto finanzas.

Internet de las cosas

El idc (o “internet de las cosas”) es un desarrollo tecnológico que permite una interconexión digital de objetos cotidianos a través de internet. Su creciente adopción anticipa una tendencia a que la red global vincule más a las cosas entre sí y con las personas que únicamente a las personas. Según un difundido informe (Gartner, 2019), en 2020 habrá en el mundo unos 26 mil millones de dispositivos con un sistema de conexión al idc. Se estima, asimismo, que en ese año existirán 30 mil millones de dispositivos inalámbricos conectados a internet. Y con la próxima generación de aplicaciones, se podrían identificar todos los objetos, desde cafeteras a vehículos, desde libros hasta lámparas, con lo cual podría monitorearse su stock, deterioro, caducidad o cualquier otro aspecto que se desee conocer acerca de su estado. Se trata de una verdadera revolución, con aplicaciones potenciales en la salud, el transporte, la infraestructura, la empresa, el consumo o el cuidado del hogar.

Si nos limitamos al impacto que estos desarrollos pueden tener en la gestión pública, es posible imaginar una variedad de roles que pueden cumplir los gobiernos en tanto compradores, vendedores, servidores o reguladores. Sus múltiples posibilidades permiten imaginar cambios drásticos en la administración de bienes públicos, el control de medicamentos en hospitales, la renovación de infraestructura, el aprovisionamiento de bienes o la propia necesidad de regular las aplicaciones de estas nuevas tecnologías.

Según Chatfield y Reddick (2018), que condujeron una investigación sobre el uso de idc en varias dependencias del gobierno federal de los Estados Unidos, sus capacidades dinámicas, con sensores que responden en tiempo real, podría desbloquear la potencialidad del gobierno digital y convertirlo en un gobierno inteligente, basado en datos y con mayor capacidad de adoptar políticas y ofrecer servicios de interés y valor público. Estos autores desarrollan un marco analítico para el desempeño de gobiernos con estas características y lo aplican al análisis de casos de políticas de tecnología digital, ciberseguridad en idc y aplicaciones importantes de idc a nivel del gobierno federal. Sus resultados muestran que algunas agencias han sido estratégicas y pioneras en el financiamiento y partenariado con gobiernos subnacionales para promover el uso de idc, pero también advierten que existe una crítica necesidad de adoptar políticas sistemáticas en esta materia para extender su utilización a través del gobierno. Si este diagnóstico es válido para la mayor administración estatal del mundo, cabe imaginar el desafío que supone la adopción de políticas y aplicaciones por parte de gobiernos de países menos desarrollados.

Vehículos autoconducidos

Parece casi inevitable que en muy pocos años, las personas y las cosas se transporten sin intervención humana. Comienza a ser normal observar en el espacio a pequeños drones que, en algunos países, ya realizan entregas de mercaderías o correspondencia. Automóviles sin conductor serán muy pronto el modo habitual de transportarnos y varias empresas están experimentando con drones capaces de transportar grandes cargas e, incluso, personas. Se estima que en 2020, toda la industria automotriz se verá perturbada por la producción de vehículos autónomos (automóviles y camiones). Y si bien los fabricantes tradicionales ya se preparan para este salto tecnológico, son especialmente las grandes empresas tecnológicas, como Tesla, Apple o Google, las que lideran este proceso innovador.

Los gobiernos de gran número de países están adquiriendo un profundo interés en estos desarrollos. El gobierno alemán ha publicado lineamientos éticos para automóviles sin conductor. El británico ha prometido que en 2021 estos vehículos circularán en forma habitual en las calles y caminos del país, y el gobierno ruso ha anticipado esta promesa para el año en curso. China se propone conectar los vehículos autónomos a internet, instalando sensores en los caminos. Y la Unión Europea, en su libro blanco sobre el futuro de Europa, anticipa que estos vehículos florecerán y atravesarán, de ciudad en ciudad, un continente sin barreras.

Según mcbride (2018),¹⁰ los gobiernos podrían estar interesados no solamente en los posibles beneficios económicos de esta tecnología. También les ofrecería la oportunidad de ejercer mayor control sobre la vida de los ciudadanos. En lugar de liberarlos, el idec podría entrañar la amenaza de ofrecer nuevas formas de vigilancia y opresión. Un automóvil sin conductor es una computadora sobre ruedas. Sus sensores son una fuente constante de información al fabricante, que sabrá dónde se encuentra y a qué velocidad funciona; o a la empresa de seguros, que puede recibir información al minuto sobre el estado, localización, velocidad y condición del camino, variando la prima según esos datos. Hasta podría emitir una advertencia sobre posible pérdida de cobertura y detener el vehículo. Entretanto, las bases de datos gubernamentales permitirían monitorear si un vehículo se encuentra donde debería estar, adonde se dirige o, incluso, empleando analítica predictiva, dónde irá al día siguiente.

Caminos inteligentes administrarán el flujo de tránsito, reduciendo la velocidad de los automóviles a través de la corriente de comunicación entre el vehículo y el camino. En ciudades inteligentes, luces de tránsito redirigirán los automóviles según cálculos y predicciones de congestión, trabajos de mantenimiento o requerimientos gubernamentales. Y las empresas podrán decidir qué rutas empleará su personal, con conocimiento detallado de sus itinerarios y tiempos recorridos. En suma, una verdadera revolución en la infraestructura, la logística y la planificación urbana, que pondrá a prueba la capacidad de decisión y gestión de los gobiernos y las empresas.

Algunas observaciones finales

Para iniciar una reflexión final sobre el tema de este trabajo, me valdré del mito que ha servido a menudo como metáfora para ilustrar el dilema que le planteara a Pandora el regalo de Zeus: ¿mantener cerrada la caja recibida o ceder a la curiosidad y abrirla? ¿Habrá riquezas o se liberarán todos los males? Según Mariani (2017), la historia del cambio y la regulación de la tecnología es la historia de Pandora, solo entendible a través de los lentes del riesgo y la incertidumbre. El desafío es el riesgo que acompaña a la incertidumbre generada por este cambio. Para las empresas, como le ocurre a Pandora, la búsqueda de nuevos desarrollos y aplicaciones supone abrir una caja que tanto puede dar lugar a la creación de mayor riqueza como a enfrentar dificultades técnicas, desafíos regulatorios o brechas de seguridad. Desde el gobierno, los riesgos son semejantes: ¿Conviene alentar o desalentar estos nuevos desarrollos y aplicaciones? ¿Cómo generar capacidades institucionales para tomar decisiones sobre la base de evidencia, cuando ni siquiera es posible discernir todas las posibles consecuencias de estas potenciales innovaciones?

No necesito confesar que no soy un especialista en las tecnologías examinadas en esta ponencia: cualquier experto en los temas tratados ya lo habrá advertido. Pero como conocedor del sector público en países emergentes, y estudioso de sus capacidades de gestión, el somero repaso realizado sobre los cambios más significativos que caracterizan a esta era exponencial, me permiten extraer algunas conclusiones y efectuar algunos señalamientos para una posterior reflexión.

Por empezar, la metáfora de Pandora puede valer para los empresarios C&T, pero lo cierto es que su “caja” ya ha sido abierta hace tiempo y sus dilemas se reducen a sopesar el riesgo de emprender o no nuevos desarrollos. En cuanto al “dilema” para los gobiernos, la mala noticia es que en su gran mayoría –al menos en países menos avanzados- ni siquiera se lo plantean, permaneciendo impertérritos frente a innovaciones que pueden alterar profundamente la vida cotidiana, la cultura y valores de la sociedad.

¹⁰ Su nota es una de las 100 que, desde 2013 a la fecha ha publicado la revista *The Conversation* sobre vehículos autónomos, lo cual da cuenta de la enorme divulgación que tiene el tema. Muchas de esas notas alertan sobre aspectos (éticos, culturales, jurídicos, de seguridad) que plantearía esta innovación mientras que unos pocos son decididamente optimistas sobre su impacto. Véase <https://theconversation.com>

Repasemos algunas de las observaciones efectuadas y agreguemos algunos datos. Del lado del haber del cambio tecnológico, las promesas son incontables. En Asia y África, el teléfono celular más económico ya se consigue por solo 10 dólares y en 2020, el 70% de los seres humanos poseerá uno, lo que permitirá reducir la brecha digital y mejorar la educación. Los avances en la salud, la rapidez de los diagnósticos y los hallazgos que posibilitan la minería de datos, la inteligencia artificial y otros desarrollos científicos, contribuirán a reducir las tasas de morbilidad y a extender más la esperanza de vida.

La robotización permitirá reducir las jornadas de trabajo e intensificará el desarrollo de puestos laborales más especializados y menos rutinarios. En la agricultura, se prevé que un robot que costará apenas 100 dólares, convertirá a los agricultores en gerentes de sus campos. Pronto habrá en el mercado carne de cordero fabricada a partir de biotecnología y alimentos a base de proteínas de insectos. Se requerirá mucha menos agua, tierra y pasturas para alimentar el ganado. Con la difusión de los vehículos autónomos se reducirá enormemente el parque automotor y el espacio destinado a garajes y estacionamiento, además de que no será necesario ser propietario de un automóvil y el tiempo dedicado a moverse podrá ser dedicado al ocio o al trabajo. La logística del transporte sufrirá una verdadera revolución, con camiones autónomos y drones cada vez más sofisticados para el transporte de mercaderías y personas. Las criptomonedas podrán transformar totalmente el mundo de las finanzas y convertirse en base de las futuras reservas monetarias de los países.

Cada hogar podrá tener su impresora 3D para producir fácilmente todo tipo de bienes y, además, todos sus aparatos y enseres podrán ser monitoreados a través de idec. Este muestrario de innovaciones, elegido casi al azar, da cuenta de los posibles beneficios de los cambios que se avecinan. Pero al mismo tiempo, del lado del debe, abre interrogantes sobre el papel que debe (y puede) jugar el estado frente a su desarrollo (v.g., fomentar, financiar, regular, controlar, prohibir) así como sobre su capacidad para asumir estos roles. Preocupa, al respecto, la ausencia de debate público y de referencias al tema en el discurso oficial de los países. Peor aún, no forman parte de la agenda de cuestiones socialmente problematizadas (Oszlak y O'Donnell, 1976).

Al comienzo de este trabajo planteé tres supuestos que, en cierto modo, sirvieron para justificar su abordaje y se relacionaban con 1) los impactos sociales y económicos de las innovaciones tecnológicas que caracterizan a la era exponencial; 2) la profundización de las disparidades entre países avanzados que lideran estos cambios y países emergentes que demuestran escasa preocupación sobre su impacto; y 3) las consideraciones éticas y culturales que deberán resolverse a raíz de los desarrollos tecnológicos. Retomo estos temas en estas conclusiones finales.

En el primer aspecto, cabe poca duda de que quienes dominen las aplicaciones tecnológicas basadas en las TIC, la inteligencia artificial, la robótica, la automatización de procesos y otros desarrollos relacionados, dispondrá de un poder muy difícil de controlar. Los gobiernos deberían adoptar políticas e imaginar regulaciones que habiliten, promuevan o limiten los alcances y eventual difusión de estas innovaciones.¹¹

¹¹ A veces, podrá ser necesario que la acción reguladora del estado se ejerza más allá de las fronteras nacionales. Por ejemplo, el sistema Absher, portal del gobierno de Arabia Saudita, ofrece una serie de servicios, incluyendo el que permite a los hombres de ese país decidir si las mujeres adultas bajo su guarda (hijas solteras y esposas) pueden viajar dónde o cuándo. Un SMS automático permite enviar un texto a los guardianes varones si una mujer cruza un puesto fronterizo o realiza un check-in en un aeropuerto. La app Absher es servida por Google y Apple. Charles Kenny (2019), investigador del Center for Global Development, ha observado al respecto que las normas para empresas multinacionales de la OCDE, que también implementan los Estados Unidos, sugieren que en países donde las leyes y reglamentos locales entran en conflicto con derechos humanos reconocidos internacionalmente, "las empresas deben buscar formas de honrar al máximo (esos derechos), sin colocarlas al margen de la ley". Pero al alojar en su servidor a Absher, Apple y Google facilitan activamente el abuso de esos derechos, por lo que deberían rechazar el hosting de esa app sin necesidad de intervención gubernamental. El autor propone legislación que combata el Apartheid de Género en países

Además, deberían decidir si deben contribuir con recursos a su desarrollo científico-tecnológico, adquirir estos bienes para su propia operación, acordar partenariados público-privados para su producción, etc. La cuestión clave es si los gobiernos están en condiciones de adoptar decisiones informadas acerca del rol que deberían cumplir en los diversos mercados tecnológicos analizados. ¿Deben intervenir? ¿En qué aspectos? ¿Para producir qué tipo de resultados? ¿Con qué recursos frente al poderío de industrias que, para colmo, suelen ser transnacionales? Si se plantearan estas preguntas, tal vez podrían comenzar a encarar estrategias para poner en marcha proyectos de promoción, coproducción, financiamiento o regulación de estos desarrollos.

El desafío no es menor. Por una variedad de razones, la regulación estatal tenderá a convertirse en la actividad más exigente del sector público. Crecerá el volumen y sofisticación de los sistemas de información y, con ello, su mayor vulnerabilidad. Con la robotización y la inteligencia artificial, los cambios en la tecnología de la producción generarán el cierre de numerosas industrias, que impactará directamente sobre el mercado laboral. Pero a la vez, provocarán el surgimiento de otras empresas, productos y servicios que exigirán la intervención reguladora del estado para evitar la concentración económica, defender los derechos intelectuales y las patentes de invención, amparar a los usuarios y legislar sobre nuevos derechos y obligaciones. Las transformaciones urbanas resultantes de la automatización, los vehículos autónomos o la logística del transporte, exigirá replantear la planificación de las ciudades. Las transacciones en criptomonedas y las potenciales aplicaciones de blockchain, obligará a adoptar regulaciones que seguramente deberán ser convenidas con otros países.

Será necesario un pensamiento innovador para anticipar los múltiples impactos y efectos secundarios que pueden derivarse de estos procesos. Tal vez se requiera repensar totalmente los enfoques con que se enfrenta la tarea regulatoria, especialmente imaginando formas de intervención temprana antes de que su adopción adquiera gran escala. El desafío radica en hallar el “justo medio” entre regular en extremo, disuadiendo el cambio tecnológico, o hacerlo de manera ligera o tardía, cuando una adopción generalizada torna muy difícil una intervención eficaz y legítima.

La segunda preocupación se vincula con el ahondamiento de la brecha de desarrollo entre países, ocasionada por el cambio tecnológico. Seis de las diez personas más ricas del mundo son empresarios de este sector. Si bien el PBI per cápita promedio ha aumentado globalmente, las desigualdades de ingresos entre países ricos y pobres se ha venido ampliando sostenidamente. La globalización, la financiarización económica y el cambio tecnológico han sido señalados como explicación de esta creciente disparidad.

A mi juicio, sin embargo, a la explicación económica de esta brecha en aumento es necesario sumar (y quizás destacar) la debilidad institucional del estado en el plano regulatorio. Cuando se observa el serio esfuerzo que realizan en este terreno los países europeos e instituciones como la OCDE, así como sus pares de Estados Unidos, Australia o Canadá, en comparación con los tibios intentos regulatorios de los países menos avanzados, la brecha parece aún más profunda. Una encuesta conducida por el BID y la OCDE en siete países de la ALC destaca el desfasaje existente en la adopción de políticas y herramientas conducentes a la mejora de la calidad regulatoria (BID-OCDE, 2017). Desde 2013 funciona en ALC la Red Iberoamericana de Mejora Regulatoria, que cuenta con el apoyo del BID y trabaja con expertos internacionales y de la región para regular mejor la economía digital, pero los consensos logrados no han sido muchos y frente a las transformaciones futuras, los especialistas destacan la necesidad de generar capacidades y explorar la aplicación de nuevas herramientas (Farías y Zárate Moreno, 2018).

donde rigen disposiciones discriminatorias hacia la mujer, y hace un llamado a los organismos del gobierno federal para que impidan que las firmas de los Estados Unidos obtengan beneficios resultantes de instigar violaciones a los derechos de la mujer.

Naturalmente, los países avanzados no la tienen fácil en este tema, pero en todo caso, la magnitud y sofisticación de sus intervenciones no tienen parangón con la debilidad que se advierte en el mundo menos desarrollado.¹² No es sencillo establecer fronteras digitales como las que los países crean en sus fronteras físicas, aunque no es imposible. A veces, estas decisiones involucran cuestiones político-ideológicas controvertidas.¹³ Estas observaciones dan cuenta de la magnitud del problema y el riesgo cierto de que los países más débiles en su capacidad regulatoria vean ensanchar esta nueva forma de dependencia respecto de los más avanzados.

El tercer punto de estas conclusiones se relaciona con los aspectos éticos y culturales que plantea la era exponencial, también atravesados a veces por connotaciones políticas. Son conocidos los cuestionamientos y aprehensiones que suscita, en el plano ético, el acelerado desarrollo tecnológico, en campos como la biotecnología, la nanomedicina o la robótica, todos ellos impulsados por la denominada "ley de rendimientos acelerados".¹⁴ También es ampliamente conocido el dilema ético planteado por Isaac Asimov con relación a las leyes de la robótica.¹⁵

Ilustraré el tema con el caso de los vehículos autónomos, favoritos en la consideración de estos dilemas. Por más de un siglo, el automóvil representó una forma extrema de autonomía individual, por su privacidad y anonimato. El conductor no necesitó dar cuenta de su uso o destino; podía, incluso, desobedecer las normas de tránsito y asumir responsabilidad individual si lo hacía. Paradójicamente, como ya señalara más arriba, estos vehículos pueden acabar con la autonomía de quien solía conducir un auto, al verse sujeto a decisiones, incluso arbitrarias, de fabricantes, agentes de seguro o autoridades gubernamentales: aumentar su seguridad podría restarle autonomía.

En estados democráticos, el creciente flujo de información personalizada hacia autoridades centralizadas puede ser la base para la regulación y la aplicación de las normas. Dadas las inevitables fallas tecnológicas de sistemas complejos, la centralización de su gestión sería inevitable, Los ciudadanos podrían ser blanco de mensajes sobre "comportamiento adecuado" o publicidad no requerida, invadiendo los vehículos. Y en estados dictatoriales, las autoridades podrían detener una demostración o impedir la asistencia a una ceremonia religiosa. Por otra parte, no cuesta mucho imaginar que ejércitos de personas y empresas podrían verse afectadas en muy poco tiempo, tales como taxistas, camioneros, mensajeros, repartidores, cuya actividad depende de la conducción humana. Ni que hablar de los inevitables cambios que se producirían en la estructura de poder, con el debilitamiento de las organizaciones sindicales que hoy agrupan a esos trabajadores.

¹² En una reciente nota publicada en el Washington Post, Steven Hill (2019) concluye que la auto-regulación no ha funcionado con Facebook, Google, Twitter y otros gigantes de Internet. Algunos críticos han propuesto regular las plataformas de estas compañías como servicios públicos o incluso como monopolios. La Unión Europea implementó recientemente su reglamento general para la protección de la privacidad de los datos y Alemania adoptó una "Ley Facebook" que permite multar a grandes compañías de medios que no borran contenidos que divulgan odio. Pero estas intervenciones no resuelven un dilema crucial: los gobiernos no pueden realmente penar a estas compañías si los reguladores no pueden cerrar sus negocios en su mercado doméstico, ya que su sede es incierta y puede localizarse casi en cualquier lugar. Facebook puede instalar sus servidores en una isla, en aguas internacionales o, en el futuro, en los "Globos Radiantes de Internet", que flotarán en el espacio. En definitiva, ningún gobierno puede regular apropiadamente a los gigantes informáticos si no puede actuar sobre sus licencias digitales, amenazándolas de impedirles ingresar en los mercados.

¹³ La "Gran Muralla China de Internet" resguarda su frontera digital empleando métodos variados (bloqueos, filtros y redireccionamiento de dominios), impidiendo el ingreso de las grandes plataformas mundiales, pero se le imputa motivaciones de censura, reñidas con la libertad de expresión.

¹⁴ Raymond Kurzweil, eminente inventor y futurólogo, propuso esta ley según la cual, en el momento en que un área de la ciencia o la tecnología se convierte en información, se acelera y crece exponencialmente.

¹⁵ Sus tres principios son: 1) un robot no debe dañar a un ser humano o, a través de su inacción, permitir que otro lo dañe; 2) un robot debe obedecer las órdenes recibidas de seres humanos, excepto cuando tales órdenes contradigan la primera ley; y 3) un robot debe proteger su propia existencia en tanto esa protección no conflictúa con la primera o segunda ley.

Al mismo tiempo, los vehículos autónomos podrían ser vulnerables a la acción de hackers y ciberatacantes, se trate de individuos o de otros estados. Si un automóvil llega a ser una computadora sobre ruedas, podrá convertirse en su codiciada presa. Más aún, según mcbride (2018, en un sistema urbano automatizado, regido por internet, un hacker podría no sólo limitarse a un vehículo, sino desbaratar totalmente el tránsito o provocar un choque masivo de miles de vehículos. Por lo tanto, según este autor, una reflexión alrededor de la ética de los vehículos autónomos debería trascender los supuestos del ya mencionado “dilema del tranvía” e incorporar una agenda de problemas más amplia que incluya conceptos como autonomía, comunidad, transparencia, identidad, valor y empatía.

El debate ético también debería ocuparse de los desplazamientos de poder, las responsabilidades políticas y los derechos humanos, los que tal vez nuestra visión de vehículos autónomos puede requerir sacrificar (mcbride, 2018). Más allá de estas observaciones preliminares sobre una cuestión que sólo he explorado someramente, la adopción de políticas y regulaciones por parte de los gobiernos deberá discriminar entre formas de intervención según la naturaleza de los desarrollos tecnológicos considerados en cada caso. En este sentido, trabajos como el de Dolfsma y Seo (2013) contribuyen a distinguir diferentes formas de intervención gubernamental según los rasgos específicos de cada tecnología. Conceptualizan, para ello, distintos tipos de dominios tecnológicos según su naturaleza, cosa que también hacen con diferentes políticas e instrumentos apropiados a cada tipo de innovación.¹⁶

Una última observación. El énfasis puesto en este trabajo en la necesidad de que los gobiernos se preparen para enfrentar los desafíos inéditos que traerá aparejada la era exponencial, no debe hacer perder de vista la necesidad de continuar fortaleciendo su capacidad de decisión y acción a través de la modernización de sus estructuras y mecanismos de gestión. Es alentador que filosofías como estado abierto, modalidades de trabajo como interoperabilidad o Agile, técnicas decisorias basadas en Big Data y algoritmos, laboratorios de innovación, mecanismos de involucramiento cívico y crowdsourcing, entre muchos otros, comienzan a ser más familiares en el discurso y las instituciones del sector público. Son, en definitiva, condición necesaria, desde el punto de vista de la gestión, para que los gobiernos puedan orientar el curso que inevitablemente tendrá esta cuarta revolución industrial.

Bibliografía

- BID-OCDE (2017). Panorama de las Administraciones Públicas: América Latina y el Caribe. <https://publications.iadb.org/en/publication/15675/panorama-de-las-administraciones-publicas-america-latina-y-el-caribe-2017>
- Canazza, Mario (2018). The Internet as a global public good and the role of governments and multilateral organizations in global internet governance Meridiano 47, 19: e19007. https://www.researchgate.net/publication/324760705_The_Internet_as_a_global_public_good_and_the_role_of_governments_and_multilateral_organizations_in_global_internet_governance
- Castells, Manuel (2019). La revolución 5G. La Vanguardia. <http://contrahegemoniaweb.com.ar/la-revolucion-5g/>
- Chatfield, Akemi T. Y Christopher G. Reddick (2018). A framework for internet of things-enabled Smart government; a case of iot cybersecurity policies and use cases in U.S. federal government. Government Information Quarterly. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X17304847>
- Christensen, Clayton M. Y Bower, Joseph (1995), Disruptive Technologies: Catching the Wave.

¹⁶ Los autores sugieren una tipología que considera, en una dimensión, si la tecnología avanzó de manera discreta o acumulativa y, en la otra, el reducido o alto grado de efectos de red en el mercado de bienes, generado por el nuevo conocimiento tecnológico desarrollado (farmacéutica, automovilística, nuclear y electrónica, como ejemplo de cada celda). La matriz resultante muestra cuatro senderos de desarrollo diferentes, en cuyas respectivas celdas ubican distintos tipos de sectores económicos. Y para cada tipo ofrecen instrumentos de política que pueden conducir a desarrollos tecnológicos deseables (v.g., financiamiento y créditos fiscales, fijación de estándares armonizados, promoción de clusters regionales y desregulación industrial).

- Ciccatelli, Amanda G. (2017). Government and 3D Printing: A new line of innovation to protect. . <https://www.ipwatchdog.com/2017/11/16/government-3d-printing-new-innovation-protect/id=90116/>
- Dolfsma, Wilfred y dongback Seo (2013). Government policy and technological innovation: a suggested typology. *Technovation* 33 (2013) 173–179.
- Farías, Pedro y Ana María Zárate Moreno (2018). Regulación inteligente: ¿cómo construir las reglas del juego de la economía digital?. Washington, BID: Mejorando Vidas, 15 de noviembre. <https://blogs.iadb.org/administracion-publica/es/regulacion-tecnologica-como-estan-evolucionando-las-reglas-del-juego-de-la-economia-digital/>
- Foote, Keith D (2018). A brief history of analytics, .Datadiversity Community. September 25, 2018. <https://www.dataversity.net/brief-history-analytics/>
- García-Marco, Francisco-Javier. “La pirámide de la información revisitada: enriqueciendo el modelo desde la ciencia cognitiva”. *El profesional de la información*, 2011, enero-febrero, v. 20, n. 1, pp. 11-24.
- Gartner Report (2019). Gartner top 10 strategic technology trends for 2019 <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/>
- Hirschman, Albert O. (1964). *Estudios sobre política económica en América Latina: en ruta hacia el progreso*. Madrid; Aguilar.
- IBM Center for the Business of Government (2018). *Transforming government through technology*. Washington, D.C. <http://www.businessofgovernment.org/report/transforming-government-through-technology>
- Kaul, Inge, Isabelle Grunberg, and Marc A. Stern (1999). *Defining Global Public Goods*. Inge Kaul, Isabelle Grunberg, and Marc A. Stern, eds., *Global Public Goods: International Cooperation in the 21st Century*. New York: Oxford University Press.
- https://www.researchgate.net/publication/253422413_Advancing_the_Concept_of_Public_Goods
- Kenny, Charles (2019). Why are Apple and Google hosting an app that subjugates Saudi women? Washington, Center for Global Development. https://www.cgdev.org/blog/firms-profit-gender-apartheid-must-be-held-accountable?Utm_source=190215&utm_medium=cgd_email&utm_campaign=cgd_weekly
- Luckerson, Víctor (2014), 5 very smart people who think artificial intelligence could bring the apocalypse, *Time Magazine*). <https://time.com/3614349/artificial-intelligence-singularity-stephen-hawking-elon-musk/>
- Mcbride, Neil (2018). Driverless cars could offer governments new forms of control. London, Independent, 11 de julio. <https://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/driverless-cars-travel-technology-government-control-autonomous-cars-a8413301.html>
- Mariani, Joe (2017). Guiding the iot to safety. Deloitte Insights. Disponible en <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/internet-of-things/regulating-iot-technology-role-of-government.html>
- Mckinsey Global Institute (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. Report <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/big-data-the-next-frontier-for-innovation> (hay versión en español).
- Oszlak, Oscar y Guillermo O´Donnell (1976). *Estado y políticas públicas en América Latina*. Buenos Aires, Estudios CEDES.
- Weller, Christian, Robin Kleer y Frank T. Piller (2015). Economic Implications of 3D printing: market structure models in llight of additive manufacturing revisited. *International Journal of Production Economics*, Vol. 164, June. Pp´. 43-56.
- Zimmermann, Nils (2018). Hying the future: our exponential era, *Deutsche Welle*, 06/06/2018. <https://www.dw.com/en/hying-the-future-our-exponential-era/a-44095883>