OSCAR OSZLAK/ EL ESTADO EN LA ERA EXPONENCIAL

INAP Instituto Nacional de la Administración Pública

CLAD CENTRO LATINOAMERICANO DE ADMINISTRACIÓN PARA EL DESARROLLO

CEDES

AUTORIDADES

Dr. Alberto Ángel Fernández
Presidente de la Nación

Lic. Santiago Andrés Cafiero
Jefe de Gabinete de Ministros

Dra. Ana Gabriela Castellani
Secretaria de Gestión y Empleo Público

Dr. Alejandro Miguel Estévez
Subsecretario del INAP

Secretaría de
Gestión y Empleo Público

Jefatura de
Gabinete de Ministros
Argentina

Oscar Oszlak

EL ESTADO EN LA ERA EXPONENCIAL

INAP Instituto Nacional de la Administración Pública

CLAD CENTRO LATINOAMERICANO DE ADMINISTRACIÓN PARA EL DESARROLLO

CEDES

Oszlak, Oscar
El Estado en la era exponencial / Oscar Oszlak. - 1ª ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Instituto Nacional de la Administración Pública - INAP, 2020.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-987-9483-38-1

1. Estado. 2. Administración Pública. 3. Políticas Públicas. I. Título.
CDD 320.101

ISBN 978-987-9483-38-1
1ª edición, julio de 2020.

Editado por el Instituto Nacional de Administración Pública.
Av. Roque Sáenz Peña 511, CPA C1035AAA,
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Diseño de cubierta e interior: Edwin Mac Donald.

Las ideas y planteamientos contenidos en el presente libro son de exclusiva responsabilidad de su autor y no comprometen la posición oficial del INAP.

INAP no asume responsabilidad por la continuidad o exactitud de los URL de páginas web externas o de terceros referidas en esta publicación y no garantiza que el contenido de esas páginas web sea, o continúe siendo, exacta o apropiada.

Los artículos contenidos en esta publicación son de libre reproducción en todo o en parte, citando la fuente.

Impreso en Imprenta del Instituto Nacional de Administración Pública,
en el mes de julio de 2020.

Hecho el depósito que marca la Ley 11.723.

Impreso en Argentina

ÍNDICE

PRÓLOGO DE ALEJANDRO M. ESTÉVEZ 13

PRÓLOGO DE FRANCISCO JAVIER VELÁZQUEZ LÓPEZ 17

INTRODUCCIÓN 23

TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS Y GESTIÓN PÚBLICA 31
La irrupción de la era exponencial 34
Pasado y futuro de las TIC 45
El Big Data se agiganta 50
Inteligencia artificial sin artificios 55
La invasión robótica 58
Robosex 66
Robótica militar: ¿quién acciona el gatillo? 69
Mi doble, el robot 70
Combinaciones y aplicaciones 73
La tercera dimensión llegó a la imprenta 73
Criptomonedas crípticas 77
Los vehículos se autonomizan: adiós al chofer 81
Internet de las cosas, cosa del Internet 85
La inteligencia urbana en acción 88
Recapitulando: tecnología y cultura en la gestión pública 97

CAPACIDADES ESTATALES FRENTE A LA DISRUPCIÓN TECNOLÓGICA 101
Paradigmas y modelos "noroccidentales" 102
La caja de herramientas del *management* 111
Dilemas frente al cambio exponencial 117
Impactos de las tecnologías disruptivas 128
El gobierno como plataforma 132
Discrecionalidad e inteligencia artificial en contextos complejos 148

Política y ética frente a la robotización 161
¿Hacer el amor, no la guerra? 166
La robótica en el mundo del trabajo 175
Robots: ¿rivales o compañeros de trabajo? 180
Impactos cuantitativos y cualitativos de la robotización 184
¿Promover, impedir o regular la robotización? 192
Enfrentando el desempleo tecnológico 199
El futuro del trabajo como responsabilidad colectiva 206
Impresiones sobre qué hacer con la Impresión 3D 210
Criptomonedas y *blockchain* en el horizonte próximo 219
Cuando los vehículos conduzcan por nosotros 224
Internándonos en el Internet de las cosas 228

DISRUPCIÓN TECNOLÓGICA: UN JANO BIFRONTE 233
Test de un futuro incierto: COVID-19 233
Era exponencial: *¿Quo vadis?* 240

BIBLIOGRAFÍA 247

APÉNDICE 255

PRÓLOGO DE ALEJANDRO M. ESTÉVEZ

Es para mí un desafío prologar este libro de Oscar Oszlak, dado que me considero uno de sus discípulos. Nuestro vínculo comenzó en 1987 (como alumno de grado de la carrera de Ciencia Política – UBA) y se mantuvo durante todos estos años en distintos ámbitos e instancias. Entre otros: alumno de la Maestría de Administración Pública – UBA; ayudante de cátedra – UBA, expositores en los mismos Congresos, trabajos conjuntos de investigación y publicaciones compartidas. También tuve el honor –en mi carácter de Director institucional del INAP– de recibir su biblioteca personal como donación para la del Instituto Nacional de Administración Pública.

El futuro se adelanta constantemente, a pesar de nosotros

Hay distintas visiones del futuro: optimistas (todo va a mejorar y el mundo va a ser un lugar hermoso para vivir), pesimistas (los que piensan que va a ser todo terrible, como estar en medio de una pesadilla) y las de aquellos que carecen de la capacidad de imaginarlo. Esto se ve reflejado en las películas de ciencia ficción relacionadas con el futuro tecnológico: las primeras fueron utópicas y las más recientes, distópicas. Tal vez este cambio sea un llamado de atención hacia los peligros del dominio de la tecnología.

El texto de Oscar Oszlak nos muestra que el futuro se acelera. Los cambios tecnológicos se producen cada vez con mayor rapidez, adelantándose a las previsiones más optimistas. El futuro *ya* está entre nosotros, pero, además, cada día llega más rápido y con cambios imprevistos y más profundos.

La naturaleza “instrumental” del cambio tecnológico nos permite afirmar que este tiene tanto aspectos “positivos” como “negativos” para la calidad de vida del ser humano.

El cambio tecnológico es de tipo incremental, es decir que paso a paso va cambiando nuestra vida cotidiana (rutinas, lógicas, sentidos, logros, lenguaje, teorías, aprendizajes, capacidades, comunicaciones, etc.).

Por simple acumulación, tiene un impacto generalizado mayor aún que el de los cambios de tipo disruptivos. Este texto de Oscar nos muestra que esta tendencia "instrumental y tecnológica", se aceleró y autonomizó. El sueño (o pesadilla) de máquinas que piensan por sí solas, ya está entre nosotros. Antiguas películas de ciencia ficción en las que se planteaba que un futuro en el que las máquinas tomaban el control del mundo no son ya una predicción artística sino una tendencia concreta en desarrollo. Hay múltiples ejemplos de esto: aspiradoras robot, ascensores que hablan y saludan, traductores en línea (que cada vez funcionan mejor), funciones de programas de computadora que permiten que se dicte un texto y este sea escrito sin tipearlo, funciones de procesadores de texto que leen lo redactado, permitiendo corregirlo con mayor facilidad. Y todos estos ejemplos ya son viejos y fueron sobrepasados.

En el "mundo de la administración pública", el impacto tecnológico también se siente profundamente. Poco a poco, la lógica "legal" de la organización pública comienza a ser complementada y, cuando no, desplazada, por la lógica de los sistemas. El principio organizador burocrático (la norma) comienza a perder terreno en manos del informático. En los organismos públicos que recurren permanentemente a grandes sistemas, nuestros funcionarios nos dicen "sistema mata norma". Si el sistema nos dice que podemos hacerlo, adelante…

Max Weber imaginaba que la burocratización creciente de las sociedades iba a terminar construyendo una "jaula de hierro" (expresión que enfatiza Talcott Parsons al traducir el libro *La ética protestante y el espíritu del capitalismo)*. Weber sostenía la racionalización creciente (mediante normas y cálculo estadístico) y el ideal de la eficientización permanente, terminarían construyendo una sociedad distinta, fría, eficiente, instrumentalizada, racionalizada y burocratizada, en la que todos los espacios de la vida cotidiana del ser humano iban a ser "racionalizados o burocratizados". El fin del camino de la burocratización amenazaba no solamente las libertades humanas más básicas, sino también a cierto orden democrático posible. Pero la pesadilla de la burocratización extrema no fue la que construyó su inexorable "jaula de hierro" –en la que ya estamos prácticamente

encerrados– sino que fue justamente la "informatización" la que lo hizo y que viene de la mano del cambio tecnológico, el que, además, se ha acelerado. Si pudiéramos ejemplificar esta sustitución en forma de frases, Weber nos habría dicho "la burocracia tomará el control", mientras que Oszlak nos dice "el cambio tecnológico tomó el control y ese proceso es exponencial. Y se está acelerando". Parafraseando a Bill Clinton –agrego–: "*No fue la burocratización, estúpido, fue la informatización.*"

La organización burocrática pierde cada día su contenido legal-racional para suplantarlo por el "informático". Si tomamos el caso argentino como ejemplo, en nuestro Estado, las dos organizaciones que tienen las bases de datos más grandes son la AFIP y la ANSeS, y quienes muchas veces tenemos que hacer trámites "en línea" vemos que el sistema no nos deja avanzar cuando no completamos algún casillero como el sistema requiere. El principio legal del "informalismo a favor del administrado" es un instituto jurídico que tiene como espíritu permitir una cierta flexibilización de la implacabilidad de la normativa, puesto que no se puede suponer que los individuos conocen todas las leyes vigentes y que, por lo tanto, los formularios a completar pueden tener casilleros vacíos o alguna información corregida al entregarlo en ventanilla o mesa de entradas, según el caso. Actualmente, "sistema mata norma". El principio del informalismo fue acribillado por el formulario informático.

Jürgen Habermas expone su preocupación sobre la preeminencia de la racionalidad instrumental, dado que a esta no le importa razonar en términos de lo justo o correcto, sino en términos de lo "técnicamente posible". Y este es justamente uno de los grandes peligros de la era exponencial, la pérdida de vista de la dimensión ética y humana. Si vemos todo desde la técnica, el ser humano deja de ser el centro, y ese lugar es ocupado por la tecnología.

Ahora, me gustaría reflexionar sobre algunos diálogos que tuvimos al respecto con otros colegas como Jorge Etkin, Mariano Boiero, Pablo Bulcourf o Juan Doberti. ¿Qué sucede cuando este proceso de cambio "exponencial" se produce en administraciones públicas de capacidades institucionales intermedias o débiles? El resultado es aún peor que en las

administraciones desarrolladas. La informatización de administraciones débiles, por un lado, puede mejorarlas parcialmente, pero también muestra claramente los “cuellos de botella” y exhibe –de una forma dramática– las inequidades e ineficiencias. La exponencialidad se siente aún más. La situación empeora todavía en mayor medida si este proceso exponencial ocurre en Estados semi-autoritarios. En estos casos, el nivel de invasión de la “esfera privada” (como diría Jürgen Habermas) es impresionante. Es probable que la exponencialidad en sistemas menos consolidados incremente las distancias sociales en aspectos relacionados con el acceso al sistema y a sus resultados.

La tecnología divide al mundo en dos partes claras: los que saben cómo vincularse al sistema y los que no saben de qué manera hacerlo. Pero aquellos que se vinculan, no solo son incluidos en ese orden, sino que también son gobernados por el mismo y privados de su autonomía personal.

Pero frente a la tecnología puede haber aún un último recurso: desconectar el sistema. El ser humano tiene derecho a decidir cuándo hacerlo.

Alejandro M. Estévez, Ph.D.
Subsecretario del INAP

PRÓLOGO DE FRANCISCO JAVIER VELÁZQUEZ LÓPEZ

Los resultados de las numerosas consultorías en muchos países de este continente, desde los años setenta del siglo pasado, atestiguan que Oscar Oszlak viene señalando las dificultades de las administraciones públicas y, en su caso, denunciando comportamientos negativos de los Estados, y proponiendo soluciones razonables, desde su atalaya en la República Argentina. Aunque siempre defendió la existencia del Estado, con suficiente potencia que pueda atender las necesidades de los ciudadanos, parece estar presente en él la preocupación por, en todo caso, un *Leviatán encadenado*, que permita que las leyes limiten el poder del Estado del que nos habló Hobbes y más recientemente Acemoğlu y Robinson.[1] Es un Estado en el que *sus burócratas están sujetos a examen y supervisión. Es poderoso, pero coexiste con una sociedad a la que escucha y que está atenta y dispuesta a implicarse en la política y a cuestionar el poder.*

Como buen polemista que es, seguramente matizaría algunas de mis afirmaciones sobre su pensamiento que, por cierto, se haya ineludiblemente ligado a los avatares del Centro Latinoamericano de Administración para el desarrollo (CLAD) donde ha sido Presidente y miembro de su Consejo Científico.

Deformidad y cortoplacismo. Oscar Oszlak que señala que las dos características esenciales de las instituciones de muchos de los países sudamericanos son la *deformidad y el cortoplacismo.* La *deformidad* cuya descripción es la actividad de los diversos gobiernos, que van a acumulando proyectos en las instituciones, y, sobre todo, camadas de funcionarios que se añaden a los anteriores, que no desaparecen con el siguiente gobierno. Los organismos no se parecen en absoluto a la idea primigenia de cuando se creó. Sin embargo, siguiendo la máxima de que es difícil hacer desaparecer una institución, probablemente más difícil que crearla,

1 El pasillo estrecho. (Acemoğlu, D. y Robinson, J. A, 2019).

nos encontraremos transcurridos los años con un organismo que quizás haya cambiado el nombre, pero cuya sede, recursos y funcionarios son directamente herederos de los anteriores. Pero un análisis básico de sus objetivos, de sus medios personales y financieros sería generalmente negativo, porque hay una sobredimensión de estructura y medios personales en relación con los objetivos a cumplir. En fin, el organismo no tiene una forma racional o dimensionada para el cumplimiento eficaz de sus fines, sino que es el resultado de sucesivas reestructuraciones, fusiones o supresiones de departamentos.

Y la segunda es el *cortoplacismo*: las políticas tienen mucho que ver con la idea del presidente y su programa de gobierno correspondiente. En cuatro años, o cinco, dependiendo de los países, es necesario terminar los proyectos. Pero ocurre que algunas obras públicas, la planificación económica, la digitalización del país o tantos otros proyectos no se terminan en tan cortos periodos de tiempo. El siguiente presidente emprende muchas veces proyectos muy distintos o no termina los que comenzó su antecesor, por el mero hecho de que habían sido comenzadas por éste. Cuántas veces hemos presenciado que importantes obras públicas (aeropuertos sin terminar, puertos a medio construir, carreteras varadas e incluso ferrocarriles abandonados después de kilómetros construidos) son consumidos por la vegetación o acumulan polvo y humedad. Nos hace recordar aquello que escribió Carlos Fuentes: *qué cosa misteriosa y artificial era vivir en una ciudad para un latinoamericano, qué cosa misteriosa y artificial era una ciudad en un continente devorado por la selva y la pampa*.[2]

La conclusión es que es extremadamente difícil ejecutar nada a medio o largo plazo, porque la solidez de las instituciones es escasa, inexistente o simplemente forman parte de lo que Luis F. Aguilar llama instituciones formalistas y discursivas, que completa la descripción de Acemoğlu y Robinson en su peregrinar por las instituciones inexistentes que hacen fracasar a los países.[3]

2 Aquiles o el guerrillero y el asesino. (Carlos Fuentes, 2016).
3 ¿Por qué fracasan los países? (Acemoğlu y Robinson).

Los trabajos de Oszlak comprenden decenas de monografías que nos enlazan con los principales temas de la administración pública: servicio civil, estructuras organizativas, dimensión del Estado, gobierno abierto, empresas públicas, gerencia social, etc.

Interesa especialmente poner de manifiesto algunas ideas de relevancia que se imponen dentro de esta producción científica de reconocimiento general y en especial en el ámbito iberoamericano, donde Don Oscar es un referente. Para el CLAD, además de su probada ayuda en más de cuarenta años de colaboración son algunos los aspectos que interesa destacar: el Estado, su dimensión y sus servidores, la lucha contra la desigualdad de las instituciones públicas y, finalmente, el apoyo a todas las políticas de fortalecimiento del Estado y la crítica a las posiciones neoliberales.

La dimensión del Estado y los servidores públicos ha sido una preocupación constante por parte de Oszlak desde sus primeros trabajos en los años setenta del pasado siglo. Mantiene la tesis de que sin una dimensión suficiente del Estado (lo que implica recursos suficientes y extensión territorial que permita su presencia en los confines de los países) no es posible el desarrollo económico y social. La desigualdad por otra parte, se auto constituye en una seña de identidad de los países, pues las políticas sociales tienen alcance escaso fuera de las grandes ciudades y sus círculos de influencia. Finalmente, si las instituciones públicas tienen escasa fortaleza, será muy difícil o imposible alcanzar los territorios o las capas sociales más necesitadas de políticas públicas redistributivas.

El fortalecimiento del Estado aparece así como una necesaria consecuencia del *ethos* del desarrollo económico y social, en condiciones de igualdad para todos los ciudadanos. Considera que en general la dimensión del Estado es reducida y, en consecuencia, la adopción de políticas neoliberales que minimizan el gasto público son considerables rémoras para el desarrollo económico y social. En fin, políticas expansivas de gasto público, moderadas en función de las coyunturas económicas y los recursos disponibles, parecen más apropiadas, a pesar de generar deuda pública.

Estos escasos temas destacados de la amplísima bibliografía de Oszlak, que se extiende por monografías no sólo de su país, Argentina, sino de otros muchos, así como su participación continua en los congresos del CLAD, hacen de su producción académica y de su contribución al análisis de las situaciones concretas un ejemplo para todos los que en Iberoamérica pensamos que es posible el desarrollo económico y social con reglas de convivencia democráticas pero con Estados dotados de recursos humanos y materiales suficientes.

En este libro, ustedes van a tener la oportunidad, de nuevo, de comprobar la extensión de sus conocimientos y el mensaje de aliento de continuar en la andadura de la construcción de Estados y sociedades más justas, democráticas y solidarias. Buen momento para leer este interesante libro, que nos da fuerza para continuar adelante en el momento en que pareciera que, con esta pandemia, como diría José Manuel Caballero Bonald, *un dios abyecto intenta usurparnos el futuro*[4].

Francisco Javier Velázquez López
Secretario General del Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo (CLAD)

• • •

4 *El País*, 20 de junio de 2020.

INTRODUCCIÓN

"Hoy es 1° de enero de 2050. Además de ser sábado, es feriado y se inicia una nueva década. Buen día para celebrar. Esta mañana, sin embargo, me levanté temprano porque olvidé cambiar el chip biométrico instalado en mi cuerpo para que enviara señales a mi cerebro y me despertara más tarde. ¡Un gran invento! Es un chip que aprende, recuerda mejor y está conectado a la nueva red 10G, además de registrar todo en mi Electronic Automatic Diary*. También realiza un* backup online *de mi cerebro en la super-nube, no sea cosa que me olvide de compromisos importantes o contraiga una enfermedad. A decir verdad, estoy tranquilo porque este chip diagnostica mi salud cada cuatro segundos y si advierte alguna alteración, informa de inmediato a mi médico de cabecera o al especialista que corresponda.*

Desayuné la píldora que contiene todos los nutrientes y vitaminas que necesito, lo cual es bueno para mi salud y, probablemente, extienda mi vida un 30% más que el promedio de hace tres décadas. Claro que me gusta la comida normal mucho más que una pastilla, pero en estos días es difícil conseguirla y, además, demasiado cara. Recuerdo, de

chico, qué lindo era desayunar con mis padres y hermanas en la mesa familiar, con café y croissants*.*

Amo mis lentes de contacto. Hace como 30 años que reemplazaron a Google Glass y en su nuevo modelo me permiten registrar todo lo que veo, lo que me ayuda a recuperar la información que necesito, porque actualizan datos en tiempo real y raramente dejan de responder a mis preguntas. De hecho, cuando mi cerebro plantea una pregunta, la respuesta aparece en los propios lentes frente a mí. Son tan útiles que a veces ni siquiera me doy cuenta de que tenía que hacer una pregunta. También los uso cuando juego golf, cosa que haré en un rato, porque me informan sobre la velocidad del viento, distancia al hoyo y hasta me sugieren qué palo de golf utilizar en cada golpe.

Ayer fui a mi oficina en jetpack*. Sé que ya soy un poco grande para volar y que es preferible usar el dron-bus de la empresa, pero como vivo a solo tres kilómetros de mi trabajo, juzgué que el riesgo no era demasiado grande. Al llegar, Cynthia, mi asistente robótica, me había armado la agenda del día según su infalible orden de prioridad; luego me fue conectando con los distintos clientes y proveedores con los que tenía que comunicarme. Antes del mediodía, tuvimos una reunión de directorio mediante telepresencia y en un rato resolvimos una agenda bastante cargada. Es que con big data, inteligencia extendida y computación cuántica, las opciones sobre lo que teníamos que decidir eran bastante claras y casi no hubo discusión: de hecho, un nuevo algoritmo entrenado por los técnicos de la empresa decidió por nosotros.*

El lunes tengo una reunión de trabajo en Los Ángeles y creo que me tomaré el hyperloop*, ya que el mes pasado inauguraron la línea transcaliforniana. Y aunque me marea más viajar a través de un tubo que en avión, tarda los mismos 30 minutos que dura el viaje aéreo. Además, tengo la estación de partida a solo dos kilómetros y me deja en Westlake, muy cerca del lugar de la reunión. Le pedí a Speedy, mi robot personal, que me reserve el viaje y cargue el precio que cueste el viaje en bitcoins a la cuenta electrónica de la empresa.*

En la tarde iremos con mi esposa a nuestra casa de fin de semana. Llamaré un Uber para que nos mande uno de sus nuevos vehículos autónomos que ahora vienen con asientos masajeadores. Recuerdo que, cuando era joven, tuve mi primer automóvil sin chofer. Así los llamábamos. A partir de allí, archivé para siempre mi registro de conductor, que el otro día casualmente mostré a mi primer nieto. ¡Una reliquia! Hoy ya ni nos acordamos de que alguna vez existieron esos autos conducidos por seres humanos ni de la tensión de estar frente a un volante. Hace como un siglo y medio, mis antepasados los llamaban "carros sin caballos". Mientras estos vehículos me conducen a destino, suelo leer las noticias en la pantalla de mi pulsera electrónica o escuchar música.

Los nuevos modelos de Tesla son, sin duda, muy prácticos porque en sus últimas versiones, el chip conectado a mi cuerpo permite leer directamente –y transmitirle al vehículo– el lugar al que me dirijo. Lo que me molesta es la constante publicidad que me invade cuando viajo, porque a través del chip mi cerebro dispara toda clase de deseos o necesidades de bienes o servicios que no sé si realmente quiero. Por suerte, desde que las calles están conectadas a internet, permiten recargar estos vehículos mientras circulan. Ya no es necesario conectarlos a estaciones de carga, que casi han desaparecido. También desaparecieron los semáforos, parquímetros y playas de estacionamiento. Hace años que convertí el antiguo garaje de mi casa en un play-room*.*

Ah, no debo olvidar comprar un nuevo cepillo de dientes ultrasónico. Al chequear ayer el IdeC, comprobé que sus cerdas están próximas a perder su efectividad. Ya mi chip le pasó el dato al listado de la próxima compra online que activaré con mi dash-botton*. De paso, también vi que debo reponer un botón descosido de mi campera de golf y que mis zapatillas están demasiado gastadas, por lo que me haré unas nuevas con mi impresora 3D, antes de salir a jugar. Tengo un diseño original que un amigo me mandó a través de la triweb.*

Mañana, domingo, en la casa del country*, cavaré la tierra en el jardín y plantaré un par de árboles. Llevaré mi nuevo mameluco prostético, que*

aumenta considerablemente mi fuerza al accionar la pala eléctrica, con mínimo gasto de energía. Valió la pena comprarlo, porque puedo reemplazar sus partes o agregarle elementos que me permiten subir, trepar o correr sin esfuerzo. Mucho me gustaría usarlo en el campo de golf pero, lamentablemente, está prohibido porque ofrece mucha ventaja.

Mi esposa está planeando las próximas vacaciones de primavera. Tenemos cuatro al año y prácticamente conocemos todo el planeta, sea físicamente o por la vía de una inmersión profunda en la realidad virtual. Francamente, la diferencia es menor. Por eso, me sugirió que, esta vez, visitemos Marte. Sé que se está experimentando con tele-transportación, pero eso todavía es caro y no sé si muy seguro. Prefiero un viaje convencional, en alguno de los cruceros espaciales como en el que, hace dos años, viajamos a la luna.

Todo parece sonreír en mi vida, que siempre fue muy organizada. Me preocupa, sin embargo, el llamado telepático que acabo de recibir de mi hijo menor. Al parecer, le han hecho saber que su carrera en la maestría virtual en tecnología de alimentos naturales será discontinuada y que, si desea seguir con sus estudios, deberá optar por la especialización en biotecnología inorgánica. Él soñaba en convertirse en investigador en producción alimentaria a base de proteínas de insectos, pero casi todas las especies se están extinguiendo y, lamentablemente, los profesionales deben reconvertirse hacia la producción de píldoras alimenticias, como las de mi insípido desayuno de esta mañana."

Lo que usted acaba de leer es el relato de unas horas en la vida de Jonathan (permítame que lo llame así), un hombre de mediana edad, tal como quedara registrado en su EAD (Electronic Automatic Diary). Por supuesto, se trata de un relato imaginario de lo que podría ocurrirle a este ejecutivo durante un fin de semana dentro de tres décadas. Pero a pesar de ser un ejercicio puramente ficcional sobre un futuro posible, no es descartable que describa –admito que con algún grado de fantasía– un futuro también probable.

El relato pretende establecer un fuerte contraste entre la vida actual y la imaginada para mediados del siglo actual, donde los actos normales de la cotidianeidad (como dormir, comer, vestirse, trabajar, viajar o recrearse) parecen cobrar un carácter entre exótico y extravagante, a causa de innovaciones tecnológicas que, según se pronostica, en un tiempo no muy lejano serán una presencia habitual en el hogar, el trabajo o el espacio público. Con toda intención, en cada uno de los retazos de la vida cotidiana fantaseados en el "diario", se alude a alguna novedad o artilugio tecnológico que, en comparación con la actualidad, supondría una transformación radical en la alimentación, el trabajo, el transporte, la educación, la atención de la salud o el esparcimiento.

Exagerado o no, ese escenario es un punto de llegada compatible con la proyección que razonablemente puede hacerse cuando se observan tendencias actuales en el desarrollo exponencial de ciertas tecnologías. Porque buena parte de los hechos o situaciones descriptas en el "diario" reflejan cambios que ya están ocurriendo en campos como la computación, la digitalización, el *big data*, la inteligencia artificial, la robótica, la nanotecnología y otras múltiples combinaciones de estos adelantos: impresiones 3D, criptomonedas, internet de las cosas, vehículos autónomos, telepresencia o realidad virtual. Y dado el ritmo exponencial de sus innovaciones, bien podrían producir gran parte de las transformaciones imaginadas en la vida social futura.

Pero no deseo confundir al lector o lectora sobre las intenciones del texto que sigue a esta introducción. Ciertamente, este libro discurrirá sobre el futuro pero su interés no radica en la ciencia ficción, sino que tratará de discernir qué procesos y circunstancias podrían llegar a combinarse para que ese futuro, imaginario y distópico, ocurra. Porque esas transformaciones, de ocurrir, no serían resultado del azar ni de una espontánea demanda social por modificar hábitos y rutinas, sino de poderosas fuerzas –científicas, políticas, económicas e ideológicas– que las impulsarán decisivamente.

En el escenario imaginado, la vida de Jonathan transcurre, supongamos, en algún lugar de San Francisco, una ciudad en un país del Primer

Mundo. Podría objetarse que la cómoda, –aunque quizás insípida– existencia de este personaje, no reflejaría el nivel de vida promedio de la población o el de los sectores menos afluentes de la sociedad. O que, de trasladarse la escena a un país del tipo que, eufemísticamente, denominamos "emergente", la descripción de la cotidianeidad sería mucho menos glamorosa. Y a quien planteara esos reparos le asistiría toda la razón.

El hecho es que para que las cosas ocurran de uno u otro modo, hay un actor social insustituible a la hora de propiciar, conducir, regular o impedir que se produzcan los impactos y consecuencias sociales del cambio tecnológico en ciernes. Ese actor es el Estado. Su papel sería crucial para que el poder combinado de la industria y el *establishment* científico-tecnológico pudiera encauzarse en una dirección que aprovechara las ventajas de la innovación y evitara sus negativas consecuencias sobre el bienestar e interés general de la sociedad.

Sólo el Estado, con el activo involucramiento de la ciudadanía y las organizaciones sociales, podrían poner freno a los excesos de un transformismo tecnológico sin cauces, sin valores, que sólo obedece a los despiadados principios del mercado o al ciego traspaso de fronteras de una ciencia que olvida que el conocimiento debe ser puesto, en primer lugar, al servicio del ser humano.

Sólo el Estado podrá evitar que su capacidad de intervención social se vea superada por la velocidad del cambio tecnológico, para lo cual debería conseguir que sus instituciones prevean la direccionalidad de esos cambios y adquieran las herramientas de gestión necesarias para adoptar a tiempo las políticas públicas e implementar las regulaciones que permitan controlar su ritmo y dirección.

Sólo el Estado podrá impedir que la tecnología ahonde la desigualdad social o incremente la dependencia tecnológica frente a los países líderes y las poderosas empresas globalizadas que controlan el mercado de la ciencia y la innovación.

Sólo el Estado podrá proteger a los ciudadanos de la vulneración a su privacidad en una sociedad digitalizada, de los crecientes ataques del ciberterrorismo, de la manipulación informativa, del desempleo tecnoló-

gico por sustitución robótica o de las caprichosas decisiones adoptadas por arte de algoritmos inhumanos.

Pero quienes gobiernan también pueden ser artífices –inconscientes, involuntarios o deliberados– de los peores escenarios imaginables. Podrían ser cómplices activos de las fuerzas incontroladas del mercado o la ciencia. Podrían utilizar las innovaciones tecnológicas para ejercer el más férreo y despótico control social, haciendo añicos los valores e instituciones de la democracia. O, simplemente, podrían ignorar las señales y tendencias que ya pueden advertirse, y seguir gestionando "como de costumbre", haciendo caso omiso de los procesos en curso, con lo cual, condenarían a sus sociedades a situaciones de miseria y dependencia inimaginables.

De todo esto trata este libro, es decir, de lo que deberían hacer los estados en países menos desarrollados para enfrentar los desafíos de una era exponencial que avanza a un ritmo vertiginoso, que tras las promesas de un futuro mundo feliz, oculta graves amenazas para el bienestar de la sociedad humana. Les invito a recorrer sus páginas.

• • •

TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS Y GESTIÓN PÚBLICA

El mundo enfrenta un período de transformaciones sin precedentes; megatendencias que incluyen cambios demográficos, desplazamientos en el poder económico mundial, urbanización en gran escala, escasez de recursos naturales y cambio climático, solo por nombrar algunas. Pero por lejos, los cambios más dramáticos están ocurriendo en la tecnología, la digitalización y la ciencia, donde la disrupción se ha vuelto exponencial (Suárez y Abdallah, 2019).

Los gobiernos y organizaciones del sector público se encuentran en el epicentro de esta "tormenta perfecta" y deben replantearse qué significa gestionar en una era disruptiva. Y deben hacerlo, al mismo tiempo en que deben volver a ganar la confianza pública, que ha declinado casi en todas partes. En un contexto de arenas movedizas, las instituciones estatales tienen un papel crucial en prestar servicios a sus ciudadanos, tratando de equilibrar las oportunidades creadas por la disrupción (v.g., avances tecnológicos como internet de las cosas, automatización o impresiones 3D) con las amenazas creadas por los propios facilitadores de estas oportunidades (v.g., ciberterrorismo).

Los estados nacionales, que hace mucho dejaron atrás su etapa de formación y consolidación, han visto modificarse sus fronteras con el mercado, la sociedad civil, las instancias subnacionales de gobierno y la comunidad de naciones. Los pactos, funcional, distributivo y de gobernabilidad en que se funda todo estado (Oszlak, 2012), están cambiando sus términos originales. La gestión local ha ganado un renovado protagonismo y las agendas estatales de las distintas jurisdicciones de gobierno sufren cambios permanentes como resultado de la descentralización y recentralización de la gestión. Se ha acentuado la tendencia hacia la internacionalización de los estados nacionales, que subordina su capacidad de decisión autónoma a acuerdos y compromisos con otros estados. Los grandes temas que hoy conforman la agenda internacional –como los flujos migratorios masivos de capitales y personas, la degradación del medio ambiente, los acuerdos tarifarios, la corrupción, el tráfico de drogas, la invasión mediática o los vaivenes bursátiles– ignoran las fronteras nacionales e influyen en forma directa sobre la vida cotidiana y el propio destino de los países. La globalización ha borrado esas fronteras y ha hecho más compleja la tarea de gobernar (Oszlak, 2006).

Una parte de estas transformaciones ha coincidido, creo que no casualmente, con los profundos cambios científicos y tecnológicos que se vienen produciendo en los campos de la información y la comunicación (TIC), la inteligencia artificial (IA), la robótica y sus múltiples aplicaciones. Esto ha llevado a muchos observadores a anunciar que el mundo ha ingresado decididamente en la era exponencial o de la cuarta revolución industrial. Previsiblemente, la aceleración de estos cambios producirá consecuencias de enorme impacto sobre el mundo del trabajo, los avances científicos y las modalidades de gestión de lo público.

En este libro reflexiono acerca de los desafíos que entrañan estos procesos desde el punto de vista de las capacidades estatales necesarias para enfrentarlos e intentar resolverlos. Planteo así que, si bien el mundo ya incursionó en una nueva era, el campo de estudios sobre la gestión pública no ha explorado todavía, suficientemente, los impactos que la aceleración del cambio tecnológico tendrá sobre la misma. Tampoco los

gobiernos, al menos en los países más rezagados, parecen haber asumido la responsabilidad de anticiparlos y de evaluar su futuro impacto sobre su gestión. Por ejemplo, los generados por el surgimiento de cuestiones sociales inéditas que exigirán la asunción de nuevos roles y funciones; la consecuente modificación requerida en el perfil y composición de los elencos de funcionarios; la digitalización de procesos administrativos a través de sistemas y aplicaciones revolucionarios; o la atención de mayores demandas de participación ciudadana en la gestión estatal en la medida en que se difunda el estado abierto como modelo institucional para la gestión pública.

Ante este inminente escenario, el libro alerta sobre la necesidad de aumentar la capacidad de anticipación y preparación del estado para enfrentar y adaptarse a estos cambios, para lo cual examina algunos de los mecanismos y acciones que están poniendo en marcha los países que se ubican a la vanguardia en la innovación tecnológica.

Hay al menos tres razones que justifican esta preocupación. Una es que librado a su propia dinámica, el cambio tecnológico en ciernes producirá seguramente transformaciones profundas sobre la estructura de poder de los países, la producción e intercambio de bienes y servicios en el orden nacional e internacional y, por lo tanto, la propia naturaleza del capitalismo como modo de organización social. Se requiere, por lo tanto, un estado con capacidad preventiva y reactiva para enfrentar y conducir este proceso, sin disuadir la innovación tecnológica puesta al servicio de la producción de bienes y servicios de interés colectivo.

La segunda razón, de especial importancia para los países emergentes, es la posibilidad cierta de que, frente a la aceleración del cambio tecnológico, se ensanche la brecha entre los países que lideran este proceso y aquellos que ni siquiera contemplan por ahora la inminencia y magnitud de sus impactos. Está ampliamente demostrado que el desarrollo económico y social de los países está estrechamente correlacionado con su esfuerzo de generación e incorporación de conocimientos científico-tecnológicos (CyT) a sus procesos productivos. Por lo tanto, es altamente probable que aquellos que queden rezagados en la adquisición de capacidades institu-

cionales de sus estados para lidiar con esos cambios tecnológicos, serán más débiles y se verán más subordinados a los países líderes.

La tercera razón es, principalmente, ética. Si el estado no está capacitado para comprender los riesgos que trae aparejado el desarrollo e implantación de ciertas innovaciones tecnológicas, así como 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 con muchos nuevos desarrollos en el campo de la ingeniería biomédica, la logística del transporte, la robótica en la educación, las plataformas de redes sociales, la ciberseguridad, etcétera.

Estas tres razones inspiran el presente trabajo. El abordaje y secuencia elegidos para su exposición es el siguiente. En la primera parte del libro, pasaré revista a algunos de los principales avances que se están produciendo en las llamadas "tecnologías disruptivas". A lo largo de este análisis iré registrando algunas de las capacidades institucionales que requerirán los países para enfrentar y adaptarse a esta verdadera revolución tecnológica. Luego, analizaré en detalle los diferentes impactos, positivos y negativos, que las tecnologías examinadas pueden producir en los diferentes planos de la vida social, deteniéndome especialmente en sus efectos sobre la gestión pública. En la segunda parte, haré referencia a las políticas y acciones que se están proponiendo para que los gobiernos consigan aprovechar las ventajas de la innovación tecnológica o morigerar sus impactos negativos. Una sección final resumirá los hallazgos y conclusiones resultantes del análisis.

La irrupción de la era exponencial

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 rea-

lidad 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, a menudo nos sorprenden, a veces nos deslumbran pero también nos atemorizan. 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, geométrica y no aritméticamente.[5] 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 integrado. Y tal vez, en el futuro, se pase a circuitos tridimensionales, auto-organizados o moleculares.

Cuesta imaginar un mundo en el que se hagan realidad las transformaciones que se anuncian, aun cuando 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

5 En su formulación original, la ley de Moore, 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.

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 realizar, para apreciar los alcances de este proceso, una operación matemática exponencial.

Lo más notable es que la Ley de Moore ya no es aplicable tan solo a los transistores, sino a una amplia gama de tecnologías cuyo ritmo de desarrollo sigue un patrón similar. Y además, sus efectos se potencian, en la medida en que se combinan para crear nuevas aplicaciones, productos y servicios. Muchas de ellas se hallan en constante flujo y evolucionan actualmente exponencialmente, como la ingeniería genética, los nanotubos de carbón, la desalinización marina, los robots agrícolas, la e-movilidad autónoma o la realidad virtual. 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. Como observara Zimmermann (2018), ¿qué no seremos capaces de construir a bajo costo y con precisión dentro de, aproximadamente, una década?

Por cierto, los horizontes temporales de quienes estudian el ritmo de estos procesos de innovación son sumamente variables y algunos se animan a hacer previsiones para dentro de un siglo. Ian Pearson, uno de los más notorios futurólogos con un récord de 85% de aciertos en sus predicciones, ha pronosticado que hacia 2050, la tecnología producirá enormes transformaciones en la vida de la humanidad (Muoio, 2016).[6] En una entrevista realizada en 2016, anticipó 17 cambios significativos que, de producirse, confirmarían el carácter exponencial que ha adquirido la inno-

6 Pearson es un respetado futurólogo, físico y matemático, titular de la consultora Futurizon. Es miembro de la British Computer Society, la World Academy of Art and Science, la Royal Society of Art, el Institute of Nanotechnology y la World Innovation Foundation.

vación tecnológica. La mayoría de esos cambios plantearían importantes interrogantes éticos, económicos, culturales y sociales, que demandarían diversas formas de intervención estatal.

Como al momento de escribir este libro han transcurrido más de tres años desde los pronósticos de Pearson, vale la pena describir sucintamente cada uno de ellos y constatar, a partir de la evidencia existente, si se han cumplido o tienen probabilidad de cumplirse. De paso, la descripción servirá para adentrarnos en los temas que ocuparán nuestra atención en este libro:

1. Los drones, finalmente, comenzarán a realizar entregas de mercaderías dentro de los próximos dos años. En opinión de Pearson, su empleo se vería limitado por normativas que impedirían su generalización. A la fecha, la predicción parece cumplirse sin que las regulaciones impidan mayormente su difusión. La industria del *delivery* utiliza drones y robots para la entrega de paquetes, correspondencia, comidas y bebidas. Robots de Starship Technologies ya han hecho 50 000 entregas en más de 100 ciudades de 20 países. Amazon puede transportar paquetes de dos kilos a una distancia de 24 km. Ya existen robots "con brazos y piernas", capaces de sortear obstáculos, abordar vehículos autónomos y subir escaleras. Y se están realizando pruebas avanzadas con drones capaces de transportar cargas de gran volumen.
2. En seis años, un *hyperloop* nos transportará entre dos ciudades. El *hyperloop* es un sistema que transporta pasajeros y carga mediante una cápsula propulsada a través de tubos de baja presión, capaz de desplazarse a la velocidad de un avión, reduciendo los viajes a minutos en lugar de horas. Hasta ahora, el proyecto ha probado prototipos, obtenido financiamiento privado e intentado obtenerlo también de los gobiernos. Además de los Estados Unidos, Rusia y la India están interesados en este medio de transporte. Pero los altos costos de infraestructura y el proceso de certificación, demorarán probablemente hasta 2030 el inicio de esta forma de transporte.

3. Las máquinas podrían comenzar a pensar como humanos, tan pronto como en 2025. Pearson supuso, inclusive, que podrían hacerlo en 2020, a partir de que la herramienta DeepMind de Google, para esa fecha, habría adquirido "conciencia", lo cual sería, según su visión pesimista, el comienzo del fin. El hecho es que DeepMind logró, en 2019, derrotar a dos campeones de deportes electrónicos (eSports), tras aprender a jugar al videojuego StarCraft II. Lo hizo a través del programa AlphaStar, basado en una red profunda de aprendizaje neuronal. De modo que, al menos en este caso, el avance tecnológico se adelantó a la predicción.
4. Los vuelos espaciales diseñados para enviar gente a Marte podrían comenzar a producirse en 2030. Este pronóstico daba sustento a la intención de Elon Musk, otro gurú de la era exponencial, de organizar viajes espaciales tripulados por astronautas en 2024. Sin embargo, la NASA estima que recién a partir de 2030 podrá enviar estas misiones, siempre que puedan resolverse los problemas de radiación, microgravedad y aislamiento. Al parecer, las dificultades tornan menos optimista el pronóstico de Pearson.
5. La prostética avanzará tanto en la próxima década, que le dará a la gente nuevas destrezas físicas. Citaba el caso de un joven biólogo al que se implantó un brazo biónico accionado por un dron personal.[7] Contribuyen al desarrollo de esta tecnología la inteligencia artificial (en adelante, IA) y la impresión en 3D. En efecto, es cada vez más común que la tecnología biónica derribe las barreras físicas que enfrentan las personas discapacitadas, lo cual además de confirmar las predicciones de Pearson, plantea profundas cuestiones, tales como qué significa ser humano. Pero si bien el campo de la prostética controlada por el cerebro con feedback sensorial se va convirtiendo en realidad, sus altos costos, su relativamente escasa demanda y la dificultad de que las compañías aseguradoras aprueben los reembolsos, pueden limitar su adopción.

7 Véase https://www.businessinsider.com/bionic-arm-from-alternative-limb-project-has-drone-2016-6

6. La vestimenta, en los próximos 10 años, podría darle a la gente destrezas super-humanas. La profecía tomaba en cuenta el *exoskeleton*, traje creado por Hyundai, que hace más fácil levantar cosas pesadas. Pero además, Pearson concebía otras formas avanzadas de vestimenta, como calcetas que facilitan el caminar o correr; o un traje similar al de Spiderman, hecho de gel polímero, que aumenta la fuerza. Hoy, los creadores del *exoskeleton* sueñan con la posibilidad de que se pueda correr por un bosque todo un día sin experimentar cansancio y a más de 30 km por hora. Serviría también para aliviar la tarea de personas que trabajan todo el día de pie, como enfermeras, porteros o personal de vigilancia. Si bien es probable que esta tecnología siga avanzando, plantea cuestiones éticas respecto a si debe ser desarrollada y en qué circunstancias debería ser utilizada.
7. En la próxima década, la realidad virtual reemplazará a los libros de texto. La predicción se fundaba en la posibilidad de mostrar a estudiantes, "en vivo" (vía Realidad Virtual, en adelante RV), batallas del pasado; o de explorar la Gran Barrera de Coral, como ya lo hacía la versión beta de la aplicación Expedition, de Google. El tiempo parece darle la razón a Pearson. De acuerdo a un reciente trabajo de la Universidad de Warwick,[8] la realidad virtual es un método de enseñanza mucho más atractivo y emocionalmente positivo que el aprendizaje a través de videos y libros de texto. Según los académicos de dicha universidad, la realidad virtual tiene un gran potencial para suplementar o reemplazar los métodos tradicionales de enseñanza y crear nuevas experiencias. Esta conclusión se obtuvo a partir de una investigación experimental realizada con estudiantes expuestos a enseñanza con RV, textos y video (Allcoat y Von Muhlenen, 2018).
8. Los *smartphones* se volverán obsoletos hacia 2025. Se burlarán de quien todavía utilice uno de esos aparatos. También en este caso, ello ocurriría gracias a los avances en la realidad aumentada. Pearson agre-

8 Véase https://www.researchgate.net/publication/329292469_Learning_in_virtual_reality_Effects_on_performance_emotion_and_engagement

gaba que en la próxima década sería posible encender una pantalla en un pequeño brazalete o pulsera, lo que tornaría innecesario llevar consigo el aparato celular. Basaba su predicción en el hecho de que la compañía Magic Leap ya estaba desarrollando esa tecnología. Hoy, gigantes como Apple, Microsoft, Google y Facebook compiten para lograr este reemplazo. Se prevé que consistan en cristales de realidad aumentada muy sofisticada que trasladarán la pantalla desde las manos, para fijarla permanentemente frente a la cara, convirtiendo a los consumidores en *ciborgs* (mitad robots, mitad humanos). Una tecnología que, como la describiera el tecnólogo Mark Pesce, ofrece a cada uno "una visión privada de su propia realidad", llegando al límite de que el mundo se convierta en la pantalla, algo en cierto sentido, terrorífico. Mark Zuckerberg, el creador de Facebook, actualizó la predicción de Pearson, anticipando que la nueva tecnología estaría disponible tan temprano como 2022. Más aún, el CEO y creador de Magic Leap, Rony Abovitz, redobló la apuesta reiterando su convicción de que algún día, sus anteojos Goggle reemplazarán a los teléfonos, la TV, las *laptops* y las *tablets*.

9. En los próximos 10 años, los vehículos autónomos se habrán difundido. Tal vez seguirán teniendo la forma de un automóvil actual o la de una sencilla caja de acero capaz de transportar personas, señalaba Pearson. Pero con el enorme número de empresas que ya estaban experimentando con esa tecnología, era bastante previsible que esos vehículos estuvieran disponibles en una década. Pearson confiaba más en un sistema de contenedores que operaran conjuntamente que en vehículos sin conductor, a los que consideraba más costosos y complicados. Pues bien, múltiples predicciones más actualizadas anticipan que estos vehículos estarán funcionando en los próximos 2 o 3 años. Waymo, compañía de Google, acaba de anunciar que pronto, sus primeros vehículos estarán recorriendo las calles de Los Ángeles para mapear la ciudad. Pero las predicciones de las 11 compañías que lideran el desarrollo de estos vehículos, manifiestan diferentes expectativas respecto de la fecha en que circularán plenamente de forma autónoma

y sin conductor, ubicándola entre 2020 y 2030, con lo que tenderían a coincidir con Pearson.

10. En 20 años, las impresiones en 3D podrían ser empleadas para construir un mayor número de casas. En 2016, ya se había iniciado una carrera para construir la primera casa mediante impresión 3D. Por entonces, la compañía china Winsun anunciaba que utilizando esa tecnología había construido 10 casas en un día, a un costo de 5000 dólares cada una; y un profesor de la Universidad de Southern California trabajaba en una impresora 3D gigante, capaz de construir una casa entera, con conductos eléctricos y de plomería incluidos. Hoy esa predicción es una realidad y no habrá que esperar dos décadas para que se generalice. Icon, una empresa fabricante de impresoras 3D, consiguió producir una pequeña casa de 32,5 m^2 en 48 horas, a un costo de 10000 dólares y trabajando al 25% de su capacidad. Con su nueva versión de impresora y uso total de capacidad instalada, podría producir la misma casa en solo 24 horas y a un precio de 4000 dólares. Gran número de firmas de Dinamarca, Francia, Italia, Rusia, Eslovenia, Holanda y los Estados Unidos, ya ofrecen estas impresoras para la construcción, con gran variedad de precios, tamaños, materiales y tecnologías.
11. A partir de 2030, las personas podrían comenzar a utilizar robots para las tareas del hogar y proporcionar acompañamiento terapéutico. Para Pearson, la difusión de los robots tendría como principal objetivo servir de compañía, dado el creciente número de personas que viven solas. Al momento de formular esta predicción, Toyota anunciaba planes para asistir a la gente en sus hogares. Los desarrollos, desde entonces, anticiparon en una década el pronóstico del futurólogo. Actualmente, existen robots con aspecto humanoide y otros, que parecen platillos voladores o aspiradoras. Facilitan las tareas del hogar o procuran compañía, seguridad, asistencia o entretenimiento. Algunos limpian pisos, cortan el césped o mantienen el aseo de las piscinas; también siguen a sus dueños con cargas pesadas en el supermercado, el aeropuerto o el hogar.

12. Hacia 2045, podríamos vivir en un mundo virtual tipo Matrix. Pearson aludía al filme que describe un futuro en el que la realidad percibida por los humanos es simulada por máquinas que pacifican y someten a la población. Basaba su pronóstico en los avances en nanotecnología, que harían posible conectar el cerebro humano a computadoras y vivir en un mundo simulado. Elon Musk, CEO de Tesla, era quien había sugerido esta idea a partir de su concepto de "hilo neural", un sistema cerebro-computadora sin cables que adicionaría una capa digital de inteligencia a nuestro cerebro. Pues bien, parecería que no habrá que esperar tanto: Elon Musk acaba de presentar en la Academia de Ciencias de California el nuevo Neuralink, un hardware que parece ser, a la vez, una herramienta de última generación para comprender el cerebro, un avance clínico para personas con desórdenes neurológicos o el próximo paso de la evolución humana. En su presentación anunció que un mono ya había sido capaz de controlar un ordenador con su cerebro. Neuralink realiza una cirugía no invasiva con un robot tipo "máquina de coser", capaz de implantar en el cerebro hilos de un cuarto del diámetro de un cabello humano. Al penetrar en el cerebro, enviarán información a un pequeño procesador conectado mediante una app a nuestro móvil. En el segundo trimestre de 2020 comenzarán pruebas con humanos.
13. También hacia 2045, la gente podría convertirse en *cyborgs* (mitad robot-mitad persona). Si para entonces se consigue vincular los cerebros a computadoras, podría utilizarse la misma tecnología para producir esa suerte de "centauro" tecnológico. Pearson suponía que la mayor dificultad estribaría en restricciones gubernamentales a su uso. Difícilmente se permitirían soldados tecnológicamente "mejorados", con mentes super-avanzadas; o ejecutivos conectados a máquinas. A mediados de 2018, Pearson precisó más su pronóstico y ajustó las fechas: cuando el 99% de la mente funcione digitalmente en "la nube" (y no en "las nubes"), el paso siguiente, si uno se preparó y ahorró lo suficiente, sería conectarse a un androide para usarlo como el propio cuerpo y, de ahí en más, asistir al propio funeral y seguir adelante, siendo "como

antes", sólo que más joven y con un cuerpo mejorado. Eso sí, ocurriría recién en 2050. Ciencia ficción o no, ya el cine ha creado la ilusión de un mundo semejante.

14. Hacia 2040, la gente podrá controlar a través de la IA todos los artefactos de su hogar. Hoy, con el reconocimiento facial y de voz, esto ya es en parte realidad, lo que seguramente anticipará en mucho la predicción de Pearson. Se habla actualmente de *smart homes*, u hogares inteligentes, donde a diferencia de lo que ocurría poco tiempo atrás, ya no es necesario programar robots y dispositivos de la casa para controlar el riego, la iluminación, el cierre de puertas y ventanas o la temperatura, ya que han comenzado a comercializarse productos que incluyen IA para hogares inteligentes. El proceso de integración del cableado y dispositivos demandará todavía unos años, pero los costos de programación podrán distribuirse entre los clientes y usuarios de esos productos inteligentes. Existen, no obstante, riesgos para la privacidad de los usuarios, ya que la información podría ser hackeada. Un ladrón potencial podría llegar a conocer las preferencias y rutinas del hogar, lo que genera problemas de ciberseguridad.
15. Edificios super-elevados podrían funcionar como mini-ciudades en los próximos 25 años. Esta predicción se basó en un difundido informe (*Smart Things Future Living*) que produjo la empresa Samsung en 2016. El informe imagina rascacielos gigantes, que podrían albergar ciudades enteras, a partir del desarrollo de tecnologías a base de nanotubos de carbono e hilos de diamante Nano, con las que podrían crearse potentes megaestructuras que superarían con creces los rascacielos de hoy. El futuro imaginado por Samsung orilla la ciencia ficción y se extiende al próximo siglo. Sin perjuicio de retomar el tema en otra sección de este libro, señalo que la tendencia a construir edificios de una elevación desconocida hasta hace poco se está extendiendo a raíz de la aceleración del proceso de urbanización, la creciente demanda constructiva y los avances tecnológicos. La Jeddah Tower, en Arabia Saudita, que estará habilitada en 2021, será, con 167 pisos, el edificio más alto del mundo. Pero la Sky Mile Tower de Japón, con 1 700 me-

tros de altura, será considerablemente más alto si llega a completarse dentro de unos 30 años. China no se queda atrás y, de hecho, pronto dos tercios de todos los edificios más elevados del planeta estarán en Asia. Hasta se ha llegado a concebir el X-Seed 4 000, un gigantesco edificio con la forma del Monte Fuji, donde podrían vivir más de un millón de personas. Si bien se alcanzaron a diseñar sus planos, lo más probable es que nunca sea construido.

16. Hacia el año 2050 dependeremos totalmente de energías renovables. Solo se requerirán combustibles fósiles para la aviación. Cableados submarinos harían posible el uso de energía solar desde lugares como el desierto del Sahara y este recurso alcanzaría una enorme difusión. Las granjas solares en el Sahara podrían estar disponibles, tal vez, en 2030. La fisión nuclear brindaría energía domiciliaria en 2045 y un lustro más tarde, dejarían de utilizarse totalmente las fuentes de energía no renovables. La evidencia actual es que los fotovoltaicos solares y el viento constituyen las opciones preferidas del sector de la energía, con un creciente número de países que generan más del 20% de su electricidad a partir de estas fuentes.
17. El turismo espacial será posible en 2050, pero sólo para los ricos. Pearson se basaba en los planes de dos compañías, Blue Origin y SpaceX, para posibilitar, tecnológicamente, esta opción turística. Hoy son 12 las empresas que compiten en una carrera para alcanzar esta meta y, al parecer, la posibilidad está mucho más cerca de lo previsto. Ya es posible adquirir un pasaje o hacer una reserva de viaje. Virgin Galactic fijó una tarifa de 250 000 dólares y más de 650 personas han hecho reservas para vuelos futuros. Blue Origin cobraría una tarifa similar, pero la tecnología que emplearía sería diferente. También hay empresas que proponen construir “hoteles” espaciales adyacentes a la Estación Espacial Internacional, como Bigelow Aerospace, Orion Span o Axiom Space, las que por la módica suma de entre 10 y 55 millones de dólares, prometen acomodar turistas durante una a dos semanas, previo entrenamiento intensivo. 2021 o 2022 serían las fechas más próximas

para iniciar estos viajes, lo cual anticipa en décadas el pronóstico de Pearson.

Nadie puede afirmar si Pearson mantendrá, o tal vez superará, su récord de aciertos en las predicciones comentadas. Existe probada evidencia de que la mayoría de ellas se está cumpliendo, al margen de que su realización pueda adelantarse o atrasarse en el tiempo. Lo que es menos evidente es que la mayoría de esas transformaciones son el resultado del avance simultáneo o sucesivo de conocimientos científicos y desarrollos tecnológicos que, a través de su compleja combinación, hicieron posible la creación de estos múltiples dispositivos, aplicaciones, productos y servicios que caracterizan a la cuarta revolución industrial.

En los próximos capítulos, describiré brevemente la evolución histórica de las principales innovaciones tecnológicas que posibilitaron el acceso a esta nueva era, para luego abordar el análisis de algunas de sus combinaciones. Entre las primeras, trataré el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), *big data*, inteligencia artificial y robótica. Y entre las segundas, las impresiones 3D, las criptomonedas, los vehículos autónomos, el internet de las cosas y las ciudades inteligentes. En cada caso, intentaré identificar los principales desafíos que cada una de esas innovaciones plantea desde el punto de vista de la intervención estatal.

Pasado y futuro de las 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 las otras, que examinaré en sucesivas secciones, 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 *Le-*

viatán 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.

Con respecto al poder de la información arriesgaré una interpretación histórica un tanto audaz. Conceptualmente, el poder se asocia con la disponibilidad y utilización de recursos: 1) de coerción o violencia, 2) materiales o de dinero, 3) ideológicos y 4) de información. Y su magnitud, combinación y empleo han variado según los contextos y épocas históricas. Durante el esclavismo y la servidumbre, la coerción física constituyó un recurso de poder gravitante para someter poblaciones y prevalecer en las contiendas. Los medios materiales pasaron a ser un recurso insustituible desde las tempranas etapas del capitalismo. La ideología ha sido motor fundamental de movilización social y legitimación política en los procesos revolucionarios más contemporáneos. Y estoy convencido de que en la actualidad, la información –como medio de acceso al conocimiento y a sus aplicaciones– es 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".

La distinción entre datos, información y conocimiento ha sido objeto de numerosos trabajos e ilustrada con la denominada "pirámide de DICS" (García Marco, 2011; Oszlak, 2009), sin perjuicio de lo cual, dato, información y conocimiento siguen siendo utilizados casi indistintamente en el lenguaje popular.

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 diferenciación 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.

La difusión y omnipresencia de la tecnología de la información y la comunicación (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 éstas 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.[9]

En la evolución de la tecnología informática suelen identificarse seis generaciones que, desde las primitivas computadoras de tubos de vacío introducidas en los años 1940, fueron atravesando cada vez más aceleradamente las sucesivas etapas que caracterizaron a cada generación. Recién la tercera generación se basó en la tecnología de chip integrado y la cuarta y quinta aumentaron la eficiencia de los chips informáticos al desarrollarse la tecnología de integración a gran, y a ultra-gran escala.

Con la mejora del *hardware*, el aumento del ancho de banda de la red y el desarrollo de algoritmos más sofisticados, las arquitecturas paralelas iniciaron una quinta generación que incrementó significativamente la eficiencia de la computación. La canalización (*pipelining*) y el almacenamiento en caché fueron, a su vez, dos de las técnicas de *hardware* que aumentaron el rendimiento computacional, conduciendo a mayores velocidades de procesamiento.

9 En 2010, Eric Schmidt afirmó en una 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.

Ya en la sexta generación actual, la capacidad de procesar y almacenar datos en forma descentralizada creció enormemente con la introducción de tecnología de PC sobre IP, de alta sensibilidad y definición, basada en la compresión de visualización avanzada para ofrecer a los usuarios finales, máquinas virtuales locales o basadas en la nube como opción a las computadoras locales. Con un almacenamiento más económico, procesadores más rápidos y redes de área amplia de mayor ancho de banda, las computadoras redujeron su tamaño aumentando 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.

Previsiblemente, estos desarrollos continuarán acelerándose. En setiembre de 2019, Google anunciaba que su laboratorio de computación había alcanzado la "supremacía cuántica", término acuñado por James O'Brien en 2012 para describir el punto en el que las computadoras cuánticas conseguirían hacer cosas imposibles para una computadora clásica (O'Brien, 2019). En sólo 200 segundos, una computadora cuántica de 53 *Q-bits* pudo resolver un problema que a Summit, la computadora tradicional más poderosa del mundo, le hubiera llevado 10 000 años (La Nación, 2019). Y si bien esta nueva generación de hardware es todavía inestable y los desafíos ingenieriles que aún deben enfrentarse son enormes, marcan el inicio de una etapa en la que ya se consigue una capacidad de cálculo "doblemente exponencial" (una potencia de potencias), fenómeno que no tiene registros en otras dinámicas.

Simultáneamente, se han producido 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. 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).

El Big Data se agiganta

Una de las consecuencias de las innovaciones descriptas 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 planeta Tierra 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. No obstante, el uso de grandes volúmenes de datos para interpretar qué puede revelar su contenido tiene raíces históricas muy lejanas, que podrían extenderse hasta 7000 años atrás, cuando en la Mesopotamia (Asia Menor) se introdujo la contabilidad para registrar el crecimiento de cosechas y ganados. Muchos siglos después, en 1663, el estadístico inglés John Graunt accedió en Londres a los boletines de mortalidad y analizó los datos para comprender las causas de decesos durante la peste bubónica y establecer un sistema de alerta. Graunt es considerando el primer demógrafo, fundador de la bioestadística y precursor de la epidemiología. A partir de allí la actividad censal continuó sin avances significativos hasta que en 1887, Herman Hollerith inventó una máquina computadora que podía leer agujeros a partir de perforaciones en tarjetas de cartulina, aplicable en el registro y procesamiento de datos censales.

El primer gran proyecto en materia de procesamiento de datos obedeció a una iniciativa del presidente Roosevelt, cuando el gobierno de los Estados Unidos se vio enfrentado a la necesidad de registrar los aportes

de 26 millones de contribuyentes a la seguridad social y de tres millones de empleadores. Fue IBM la empresa que obtuvo el contrato para desarrollar máquinas capaces de leer tarjetas perforadas en forma masiva. La reducción de los tiempos de procesamiento comenzó con la máquina Colossus, que en 1943 permitió al gobierno británico descifrar los códigos nazis durante la Segunda Guerra Mundial. El artefacto identificaba patrones en los mensajes interceptados, a una velocidad de 5000 caracteres por segundo, lo que redujo una tarea que duraba semanas, a unas pocas horas. A partir de 1952, la recién creada National Security Agency se vio rápidamente desbordada por el cúmulo de datos generados durante la Guerra Fría, lo que requirió la contratación de más de 12000 criptólogos en una década para descifrar información de inteligencia. Otro hito trascendental fue la decisión del gobierno estadounidense de construir, en 1965, el primer Centro de Datos para almacenar en un solo lugar, 742 millones de declaraciones de impuestos y 175 millones de huellas digitales, transfiriéndolos a cinta magnética. Y aunque el proyecto fue suspendido, se acepta generalmente que marcó el comienzo de la era de almacenamiento electrónico de datos.

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 90 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 hasta entonces permitían las herramientas de *business intelligence* existentes y crece al ritmo del desarrollo de las redes sociales y empresas *startups* que aprovechan la masiva creación y flujo de datos. Y en 2011, el Informe McKinsey sobre Big Data anunciaba que en 2018, los Estados Unidos enfrentaría un déficit de 140000 a 190000 científicos de datos, así como 1,5 millones de ejecutivos de datos (McKinsey, 2011).

Data Analytics (o analítica de datos) surgió como un desarrollo natural de estas tendencias. Se atribuye a Peter Denning haber anticipado las posibilidades predictivas que ofrecen grandes volúmenes de datos. En un

trabajo de 1990, afirmó que era "posible construir máquinas capaces de reconocer o predecir patrones en los datos sin que entiendan el significado de tales patrones. Eventualmente, esas máquinas podrían llegar a ser tan veloces como para procesar grandes flujos de datos en tiempo real" (Denning, 1990). Ya en 1956, en un taller organizado en Dartmouth College, varios participantes predijeron que en no más de una generación existiría una máquina tan inteligente como un ser humano, tras lo cual millones de dólares fueron destinados a convertir esta visión en realidad. La empresa subestimó groseramente las dificultades y a partir de 1973, los gobiernos de Gran Bretaña y los Estados Unidos suspendieron el financiamiento, iniciando lo que se conoció como el "invierno de la IA". A comienzos de los años 80 una nueva iniciativa visionaria del gobierno japonés renovó el interés de los gobiernos y la industria, que volvieron a invertir enormes sumas para el desarrollo de la IA, pero la desilusión frente al necesario poder computacional (hardware) retrajo, una vez más, el financiamiento requerido. Fue recién en el presente siglo que la IA se convirtió en un *boom*, cuando 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.

Con relación al futuro de *Big Data* y *Analytics* en los Estados Unidos, Metzenbaum (2018) se pregunta cómo deberían los gobiernos federal, estadual y local utilizar y comunicar datos y análisis basados en los mismos para mejorar el desempeño futuro en diferentes dimensiones, incluyendo impacto, resultados del gasto público, equidad, calidad de la interacción, confianza y comprensión de las cuestiones de la agenda estatal. Al destacar en su respuesta la importancia de estas herramientas de gestión para mejorar el desempeño gubernamental, el autor enumera los siguientes interrogantes:

1. ¿Qué problemas requieren atención, cuál es su importancia relativa y cuáles sus causas? ¿De qué depende la posibilidad de enfrentarlos rápida, exitosa, eficiente y equitativamente?
2. ¿Existen prácticas de gestión que funcionan bien y prometedoramente podrían ser replicadas en otros casos? ¿Tienen esas prácticas efectos secundarios indeseables que pueden ser reducidos o prevenidos?
3. ¿Cómo pueden aprovecharse oportunidades de descubrimiento y mejora? ¿Qué riesgos y avances futuros debe anticipar y planificar el gobierno?

En su respuesta, Metzenbaum (2018) señala que pese a un historial importante de recolección y procesamiento de datos, a menudo el gobierno federal de los Estados Unidos falló en reunir datos relevantes para fijar políticas o publicó datos con demoras inexplicables, impidiendo o debilitando la capacidad para adoptar cursos de acción informados, tanto del gobierno como de terceros. Volveré sobre este punto al tratar las recomendaciones que se sugieren a los gobiernos.

El somero análisis 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 posible: 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.

Estas capacidades de las máquinas inteligentes, íntimamente relacionadas con las innovaciones en el campo de la robótica, son las que abren algunos de los interrogantes y dilemas más complejos de la era exponencial. Y, en tal sentido, plantean serios desafíos en el diseño de políticas públicas responsables que, sin disuadir los avances tecnológicos en esta materia, impidan o desalienten aquellos desarrollos que potencialmente entrañan riesgos a la seguridad, la ética, la salud o el bienestar de los ciudadanos.

Inteligencia artificial sin artificios

"Bienvenidos a la era exponencial", reza un texto de Udo Gollub, encabezado de este modo y difundido en su página web, que dio hace unos años la vuelta al mundo. En el mismo el autor sintetizaba los conocimientos que había adquirido luego de asistir a un encuentro en la muy publicitada Singularity University, suerte de oráculo tecnológico del futuro del mundo.[10]

10 Singularity University es una entidad educativa no tradicional, fundada en 2008 por Ray Kurzweil y Peter Diamandis, en el Centro de Investigación Ames de la NASA, en Silicon Valley, Estados Unidos. Se trata de una institución desestructurada y futurista que entrena a los líderes mundiales en el uso de las nuevas tecnologías para poder resolver desafíos en diferentes disciplinas científicas. Además de ser un centro de capacitación, funciona como una aceleradora de startups, empresas consolidadas, agrupaciones y gobiernos para implementar soluciones innovadoras a los diferentes desafíos que enfrenta la humanidad. Uno de sus ob-

Aclaremos que *singularity*, nombre de la mencionada institución, es un término que no se utiliza en el sentido de "singularidad". Corresponde, en realidad, a una acepción relacionada con la tecnología (*technological singularity*), un hipotético punto en un tiempo futuro, en el que el desarrollo tecnológico se vuelve incontrolable e irreversible, resultando en cambios insondables para la civilización humana. En su versión más popularizada, la hipótesis de la singularidad –o explosión de la inteligencia– supone que un agente inteligente (como un software de computación basado en inteligencia artificial general) alcanzaría una "reacción incontrolable" a través de ciclos de autosuperación, en los que cada nueva y más inteligente generación aparecería cada vez más rápidamente, causando una explosión de inteligencia (una poderosa superinteligencia) que, cualitativamente, superaría de lejos a la inteligencia humana.

Durante la última década, personalidades como Stephen Hawking y Elon Musk expresaron su preocupación por las consecuencias de *singularity* y su potencial beneficio o sus catastróficos efectos sobre la raza humana, llegando a plantear que la "inteligencia artificial general" podría llegar a extinguir la humanidad y hacer realidad el apocalipsis (Luckerson, 2014). Si se inventara una superinteligencia, sea mediante la amplificación de la inteligencia humana o de inteligencia artificial, generaría capacidades de resolución de problemas y destrezas inventivas que los humanos no poseen. Tal inteligencia superior a la humana tendría la capacidad de mejorar en forma autónoma su propio software y hardware o de diseñar una máquina de incluso mayor capacidad. Así, iteraciones de mejoras autónomas recursivas podrían acelerarse hasta el punto de *singularity*. Por eso se ha concluido que la primera máquina ultrainteligente sería la última invención que el hombre necesitaría de ahí en más, siempre que esa máquina fuera suficientemente dócil para informarnos cómo controlarla. De lo contrario, según señaló Hawking en una entrevista con la BBC de Londres, "el desarrollo de una completa inteligencia artificial podría significar el

---

jetivos es potenciar y generar iniciativas que impacten a mil millones de personas en los próximos 10 años. Ya ha establecido subsedes en Sevilla y Tel-Aviv.

final de la raza humana." Los humanos, limitados por su lenta evolución biológica, no podrían competir y serían superados. Y ante la indiferencia que advertía entre los investigadores frente a la necesidad de proteger a los humanos de los riesgos de la IA, agregaba irónicamente: "Si una civilización alienígena superior nos enviara un mensaje diciendo, 'Llegaremos en unas pocas décadas', ¿responderíamos simplemente: 'OK, avísennos cuando lleguen, dejaremos las luces encendidas'? Probablemente no, pero eso es más o menos lo que está ocurriendo con la IA" (Hawking, 2014).

Voces coincidentes y disidentes se sumaron al debate sobre este tema. Para otro gurú de los negocios tecnológicos como Elon Musk (Tesla y SpaceX), la IA equivale a "convocar al demonio", considerándola la mayor amenaza para la raza humana, incluso más peligrosa que las armas nucleares. En su prédica, Musk hace un llamamiento al establecimiento de regulaciones nacionales e internacionales para el desarrollo de la IA. Por su parte, en su libro *Superintelligence*, Nick Bostrom, director del Future of Humanity Institute de la Universidad de Oxford, plantea que una vez que las máquinas sobrepasen el intelecto humano, podrían decidir erradicar rápidamente a los humanos utilizando diversas estrategias, como difundiendo virus patógenos, reclutando y poniendo a humanos de su parte o simplemente empleando la fuerza bruta. El mundo del futuro sería tecnológicamente más avanzado y complejo, pero no estaríamos aquí para verlo: "un Disneyland sin niños".

James Barrat es un escritor y documentalista que entrevistó a gran número de investigadores y filósofos de la IA para su libro *Nuestro invento final: Inteligencia Artificial y el final de la era humana*. Según su punto de vista, la inteligencia está innatamente orientada a reunir recursos y lograr objetivos, lo que inevitablemente pondría a una superinteligencia en competencia con los humanos. Por lo tanto –propuso en su libro– serán necesarias meticulosas instrucciones que contrarresten a sistemas capaces de autoconciencia, mejora continua y orientación a objetivos, ya que para alcanzar sus fines podrían llegar a extremos que consideraríamos ridículos. Cito por último a Vernor Vinge, matemático y escritor de ficción, a quien se atribuye el término "singularidad" para describir el punto de in-

flexión antes comentado. Su pronóstico es aún más negativo, al considerar ese punto como inevitable incluso si se acordaran normas internacionales para regular el desarrollo de la IA. Para él, la ventaja competitiva (económica, militar, incluso artística) de cada avance en la automatización es tan decisiva que adoptar leyes o imponer restricciones que prohíban tales cosas solo asegurará que alguien las obtenga antes, abriendo incluso la posibilidad de extinción física de la raza humana.

Muchos otros autores han descartado o, al menos, planteado serias dudas acerca de que la humanidad alcance el punto de *singularity*. Según Searle (2014) las computadoras no tienen inteligencia, ni motivación, ni autonomía, ni capacidad de agencia. Las diseñamos para funcionar como si tuvieran alguna suerte de psiquismo, pero no hay realidad psicológica en las correspondientes pautas de comportamiento. Y en una encuesta entre autores especializados en aprendizaje de máquinas, al preguntárseles acerca de la posibilidad de una explosión de inteligencia, 12% la admitió como "altamente posible", 17% como "posible", un 21% le asignó un "virtual empate", 24% la consideró "poco posible" y 26%, como "muy poco posible" (Grace *et al*., 2014).

La mayoría de los métodos para crear mentes super o transhumanas entran dentro de alguna de las siguientes dos categorías: amplificación del cerebro humano e inteligencia artificial. Y los medios para ello abundan, incluyendo la bioingeniería, la ingeniería genética, las drogas nootrópicas (o inteligentes), los asistentes de IA, las interfaces directas cerebro-computadora y la transferencia mental. Es aquí donde, además de la intervención de los científicos y tecnólogos, se requiere la intervención estatal a través de políticas públicas activas.

La invasión robótica

No hace mucho, en un centro comercial en Japón, me acerqué a una mesa de informes atendida por una joven elegantemente uniformada y sonriente, para hacer una consulta. Resultó ser un robot, que respondió cortésmente a mis preguntas con voz clara y en inglés, después de haber accionado

yo los botones necesarios. Naturalmente, tomé la instantánea del caso e incluí la experiencia en mi anecdotario de viajes.

Mi posterior interés en las tecnologías disruptivas me permitió aprender que en el caso de la robótica, como en el de casi todas las demás tecnologías aquí tratadas, hay detrás de los desarrollos actuales una larga historia que vale la pena conocer para rastrear sus orígenes y las sucesivas innovaciones producidas a través del tiempo.

Cronológicamente, se suele ubicar la aparición de las primeras referencias a robots –o a artefactos capaces de desempeñarse en parte como tales– en la antigua Grecia, cuando el ingeniero Hero de Alexandría produjo dos textos, *Pneumática* y *Autómata*, en los que se testimoniaba la existencia de cientos de "asombrosas" máquinas capaces de movimiento autómata (Simon, 2018). Se conoce que en la antigüedad y en la Edad Media eran populares diversas herramientas, juguetes e instrumentos de relojería y uso en el culto que tenían capacidad de movimiento mecánico, accionados por simples sistemas de levas. Autómatas con aspecto de animales o humanoides entretuvieron a sucesivas generaciones y ya en el siglo XVIII, su construcción había avanzado hasta el punto de desarrollarse máquinas complejas, como figuras humanas tocando una flauta, monjes besando una cruz o patos graznando, batiendo sus alas y "comiendo". "El Turco", autómata que jugaba al ajedrez con humanos y ganaba la mayoría de las partidas, tuvo como rivales a Napoleón y Federico el Grande. Pero se trataba de un ingenioso engaño, con un diminuto ajedrecista que accionaba las piezas desde el interior de un muñeco dotado de cierta capacidad de movimiento.

Con la Revolución Industrial y el desarrollo de las matemáticas, la ingeniería y la ciencia, la construcción de máquinas y motores de vapor automatizaron un gran número de procesos manufactureros que incrementaron la precisión y los volúmenes de producción. En 1920, Karel Capek publicó una obra teatral de ciencia ficción a la que llamó R.U.R. (Rossum's Universal Robots), con lo que por primera vez apareció el término "robot", tomado de una antigua palabra eslava que significaba algo así como "trabajo monótono o forzado". Fue 30 años antes de que Unimate,

–un brazo mecánico capaz de transportar moldes de metal fundido– fuera diseñado como el primer auténtico robot, que en 1961 fue incorporado por General Motors en su planta de New Jersey. De ahí en más se convirtieron 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.

En definitiva, un robot no es más que una máquina automática programable capaz de realizar determinadas operaciones de manera autónoma y sustituir a los seres humanos en algunas 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. 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).

Lo que los robots tienen en común es el intento de que den soporte o empoderen a sus "socios" humanos con capacidades robóticas y, en última instancia, complementar objetivos humanos. Esto ha sido así

desde tiempo inmemorial. La rueda y la polea, dos grandes inventos de la humanidad, sirvieron para reducir la fatiga y el esfuerzo. El vapor y la electricidad, para acelerar los procesos productivos y acortar los tiempos de desplazamiento. Los robots resumen, en su construcción, muchos de los avances tecnológicos que el ser humano ha conseguido reunir y combinar inteligentemente para aumentar el bienestar y mejorar la calidad de vida.

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 y los riesgos que su presencia y multiplicación podrían generar en diferentes esferas de la vida humana. Más aún, su "personificación", esa fisonomía humana con que a veces los presenta tanto la industria como la ficción, los ha rodeado de un halo entre inquietante y siniestro. Ello se debe en parte a que la robótica incorpora nuevas herramientas de IA que le otorgan a sus "criaturas" una creciente capacidad de aprendizaje. Se teme entonces que, en lugar de servir y facilitar a las personas la realización de múltiples tareas, podrían llegar a esclavizarlas e, incluso,

a dominar el mundo a través de avatares y androides (ver Del Monte, Hawkings, Musk, etc.).[11]

11 En 2045 "la especie dominante ya no serán los humanos, sino las máquinas", opina Louis del Monte, físico y autor del libro 'La revolución de la inteligencia artificial'. Y advierte sobre los posibles problemas respecto a las máquinas. Del Monte reveló al periódico Business Insider sus pensamientos acerca de la inteligencia artificial y la singularidad, un punto indeterminado en el futuro en el que la inteligencia artificial no solo superará su propia inteligencia, sino que superará también a la inteligencia humana en su conjunto. El experto estima que esto podría suceder a más tardar hacia 2045. "Hoy en día no hay ninguna legislación sobre la cantidad de inteligencia que una máquina podría tener y lo interconectada que podría estar. Si eso continúa, miren la tendencia exponencial. Vamos a alcanzar la singularidad dentro del marco de tiempo que la mayoría de los expertos predicen. A partir de ahí verán que las especies principales ya no serán los seres humanos, sino las maquinas", opina el especialista. Según Del Monte, el proceso no va a parecerse a una guerra al estilo de 'Terminator'. "En la primera parte del mundo posterior a la singularidad uno de los escenarios es que las máquinas tratarán de convertir a los humanos en cíborgs [en parte humanos, en parte máquinas]", sostiene él. "Las máquinas harán grandes avances en la tecnología médica, la mayoría de los humanos tendrán más tiempo libre y vamos a pensar que nunca lo hemos pasado mejor". Sin embargo, según el físico, el problema consiste en que las máquinas nos verán como "una especie impredecible y peligrosa". Del Monte cree que las máquinas llegarán a ser autoconscientes y tendrán capacidad para protegerse. "Podrían vernos de la misma manera en la que nosotros vemos los insectos dañinos", ya que somos una especie inestable que crea guerras, tiene armas para acabar con el mundo y crea virus informáticos, considera el experto. Un grupo de científicos y empresarios, entre ellos Elon Musk y Stephen Hawking firmaron una carta abierta con la promesa de garantizar los beneficios de la investigación de la IA para la humanidad. El documento, elaborado por el Future of Life Institute (FLI), señala que los científicos deberían tratar de detener los riesgos que podrían acabar con la humanidad. Según la carta, en el corto plazo la inteligencia artificial podría dejar a millones de personas sin trabajo. A largo plazo, podría tener el potencial de convertirse en una distopía de ficción, en la que la inteligencia superior a los seres humanos comenzaría a actuar en contra de su programación. Anteriormente, la inteligencia artificial ya había sido descrita por el fundador de SpaceX, Elon Musk, como una amenaza que podría ser "más peligrosa que las armas nucleares". El famoso investigador también había descrito el desarrollo de las máquinas autónomas como una manera de "invocar al demonio".

No cabe duda de que la respuesta cultural a la robótica tiene implicancias políticas, porque las políticas afectan aquello que se permitirá o no hacer a los robots. Afecta dónde insistir en la primacía de las decisiones humanas respecto de aquellas que se deleguen a las máquinas. Habrá que considerar también su impacto cultural sobre la vida cotidiana. ¿Se sentirán confortables las personas que aborden un avión sin piloto, aún a sabiendas de que un dron de pasajeros tiene un mejor récord de seguridad que un avión tripulado por un piloto? ¿Estará un paciente desconcertado o gratamente sorprendido por un dispositivo médico con el que puede mantener una pequeña charla? ¿Estará aterrorizado o se sentirá seguro por uno que le efectúa incisiones quirúrgicas de altísima precisión? El contexto cultural, la sociabilidad o los estereotipos tecnológicos influyen las respuestas a estas preguntas.

La robótica social, una nueva disciplina, se ocupa de diseñar robots cuyo comportamiento está inspirado por la forma en que los humanos se comunican entre sí. Estos especialistas pueden incorporar a su repertorio de conducta, posturas, tiempos de movimientos, prosodia del lenguaje o reacciones a personas o medio ambiente, para facilitar la comunicación del estado o intenciones del robot. El objetivo de tales sistemas es permitir a quienes los observen o empleen, a interactuar con ellos sin entrenamiento previo, lo cual abre toda clase de posibilidades de aplicación en la vida cotidiana.

Desde el punto de vista de la formulación de políticas, lo importante es tomar conciencia de cuáles son las opciones que se enfrentan en el diseño de robots que las personas querrán usar o con los cuales interactuar. Hace casi una década, Wallach (2011) planteaba que, colectivamente, nos hallamos en medio de un diálogo orientado a comprender mejor qué significa ser humano. Existen presiones para adoptar, rechazar o regular a los robots y a las tecnologías que alteran la relación cuerpo-mente. Señalaba, al respecto, algunos interrogantes fundamentales: ¿Cómo navegaremos, individual o colectivamente, las oportunidades y peligros que ofrecen las nuevas tecnologías? Con tantos sistemas de valores diferentes compitiendo en el mercado de ideas, ¿qué valores deben informar a las políticas

públicas? ¿Qué tareas resulta apropiado asignar a los robots y qué cualidades incorporan los humanos a tareas que ningún robot podrá emular, al menos en un futuro previsible? ¿A partir de qué momento, jugar con la mente o el cuerpo humano se vuelve inapropiado, destructivo o inmoral? ¿Existe un límite? ¿Hay acaso algo esencial acerca de ser humano que es sagrado y debe preservarse? (Wallach, 2011).

No son preguntas sencillas de responder. Entre los principios no negociables que deberán respetarse se encuentra el de la responsabilidad del agente individual humano. En el desarrollo de robots y tecnologías complejas, aquellos que diseñan, comercian e implementan sistemas no deben ser excusados de responsabilidad por las acciones de esos sistemas. Deberán rechazarse aquellas tecnologías que despojan a la gente de su libre voluntad. Esto alcanza tanto a los robots como a la neurotecnología. Así como las economías pueden estancarse o recalentarse, ello también puede ocurrir con el desarrollo tecnológico. El rol central de la ética, la ley y las políticas públicas en el desarrollo de robots y neurotecnologías consistirá en modular su tasa de desarrollo y diseminación. Comprometer la seguridad, el uso apropiado o la responsabilidad, es una invitación a una crisis, en la que la tecnología es cómplice. Los daños causados por desastres y la reacción a esos daños pueden poner en ridículo, irracionalmente, el progreso tecnológico. No está claro todavía si los mecanismos de políticas existentes proporcionan herramientas adecuadas para manejar el impacto acumulativo de tecnologías convergentes. Si los descubrimientos científicos continúan progresando al ritmo actual, habrá muchas oportunidades para considerar nuevos mecanismos que orienten trayectorias de investigación. Sin embargo, el ritmo se está acelerando, de modo que la necesidad de visión y planeamiento se vuelve mucho más apremiante.

Frente a la distopía de la singularidad se ha contrapuesto la utopía de la *multiplicity* (multiplicidad), un escenario en el que los humanos trabajarían o interactuarían armoniosamente con robots. En la realidad, ya está ocurriendo, en tanto un automóvil tiene hoy control adaptativo de crucero o una aspiradora automática recoge el polvo de nuestro living mientras leemos el periódico. Ken Goldberg, especialista en robótica de la

Universidad de California, Berkeley, piensa que la *singularity* es un disparate desmoralizador y ficticio. En todo caso, estamos demasiado lejos de ese escenario y en cambio, más cerca del de la multiplicidad. Un mundo en el que los robots nos acercan destornilladores y no nos amenazan con ellos. Sensores como *lidar* se han vuelto más baratos y sofisticados. Los robots ayudan a humanos en tareas de seguridad o alcanzan 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.
- El desempleo tecnológico ocasionado por la creciente adopción de robots, impactará sobre los mercados de trabajo de maneras y con in-

tensidades 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 humanos si los gobiernos y los factores de poder no aciertan en adoptar a tiempo las decisiones y cursos de acción que lo impidan.

Sobre este último punto, quiero detenerme en tres tipos de aplicaciones específicas de la robótica, que han despertado y continuarán despertando fuerte controversia: los robots sexuales, los robots militares y la telepresencia.

Robosex

Comencemos por los robots sexuales. A primera vista, Harmony luce como un robot conversador, metido dentro de una muñeca Barbie de tamaño real y anatómicamente perfecta. Pero una mirada más atenta nos permite advertir que este, como otros robots sexuales, podría perturbar radicalmente la forma en que interactuamos con la tecnología, así como con otros seres humanos. Incluso, una proporción no insignificante de la población podría optar por dejar de interactuar con humanos. Los robots ya no se limitan a desplazar empleos y a hacerse cargo de tareas domésticas. También pueden proporcionar servicios más íntimos, como relaciones sexuales.

Ya muchos autores se preguntan si esto es inevitable y, si lo fuera, si es algo moralmente admisible. Muy rápidamente se han formado dos bandos: aquellos que defienden la creación de estos robots, incluyendo a sus fabricantes, distribuidores y usuarios, y quienes han convertido su lucha por prohibirlos en una causa ética y épica.

Naturalmente, sus creadores y fabricantes apelan a argumentos claramente falaces para justificar su criatura. Matt McMullen, CEO de Realbotix y RealDoll, que creara a Harmony, sostiene que su relación con humanos,

con los que habla e interactúa, "abre una Caja de Pandora de psicología y ciencia". En cierto modo lo considera un objeto artístico que admite toda clase de especificaciones del usuario, con lo cual este puede ver satisfechas todas sus expectativas de compañía sexual. Y destaca que para muchas personas, la interacción con estos robots les permite comportarse sin inhibiciones, sin riesgo de someter sus opiniones o conductas al juicio de humanoides solo programados para darles grata compañía.

McMullen admite que la relación humano-humano es inherentemente superior a la relación humano-máquina, pero aduce que para ciertas personas con dificultades para conectarse con otras, puede hacerlas felices y llenar un vacío existencial. Sobre todo, según afirma, los robots con IA no mienten ni decepcionan. Son lo que son. Si han sido programados para amar, no se desviarán de ese objetivo. Al final de cuentas, una gran cantidad de relaciones humanas se quiebran, son disfuncionales o producen infelicidad. Y, en todo caso, todo se reduce a preguntarse si funciona para una persona específica. O sea, "si el robot, si la IA consigue que una persona sienta amor, y realmente lo siente, ¿qué importancia tiene si es real o no?" El creador de Harmony opina que los robots son cosas y van a ser una presencia habitual en todas partes. Algunos se parecerán a personas y otros, a aspiradoras eléctricas, pero esto es inevitable y es hacia donde se dirige la tecnología.

Las opiniones acerca del impacto de los robots sexuales llegan hasta pronósticos sombríos, como el eventual descenso de la población mundial en la medida en que a hombres y a mujeres les resulte preferible mantener relaciones con robots. Nuestro ya conocido futurista, Ian Pearson, pronostica que los robots hipersexualizados pronto dejarán de ser fantasías de ciencia ficción; hacia 2050, pronostica, tener sexo con robots será una práctica común, incluso más extendida que sexo entre humanos. Las encuestas parecen avalar este pronóstico. Según la llevada a cabo por YouGov Omnibus, el 49% de los estadounidenses está de acuerdo con Pearson. Más aún, un 24% de los hombres y un 9% de las mujeres consideraron posible llegar a tener sexo con estos *sexbots*. Por su parte, un estudio de la Foundation for Responsible Robotics (FRR) llegó a la conclu-

sión de que hasta dos tercios de los hombres y alrededor del 30% de las mujeres, estaban a favor del uso de robots sexuales (Sharkey et al., 2017). Por ejemplo, serían útiles para que las parejas separadas por la distancia, pudieran mantener su relación a través de sexo virtual. Para un tercio de los encuestados, esta clase de acto sería semejante a una masturbación mientras que para sólo un 14%, tener sexo con un robot se parecería a hacerlo con una pareja. Y para un 27%, esta clase de experiencias no encaja en ninguna de esas opciones.

El tema de la infidelidad no es ajeno a la problemática que genera la posibilidad de relacionarse con robots sexuales. Para un 32% de los estadounidenses sería un acto infiel mientras que para un 33% no lo sería, aun cuando en la opinión de las mujeres encuestadas pesa más la primera opción.

Los críticos señalan el riesgo de que los robots sexuales refuercen la tendencia a convertir a la mujer en objeto. Algunos se preguntan si al tener capacidad de aprendizaje y, en cierto modo, de adquirir "conciencia" de sí mismos, los robots no reclamarán que se les conceda derechos.[12] Y los más pesimistas imaginan un escenario como el que proyecta la inquietante serie Westworld, un mundo de ciencia ficción y suspenso, en el que los robots de un parque de diversiones futurista enloquecen y se convierten en una amenaza para los visitantes humanos. Retomaré el tema al analizar las políticas que se están impulsando en diferentes países para enfrentar la cuestión de los robots sexuales.

12 Ya existe un antecedente. Sophia es un robot humanoide (ginoide), desarrollado por la compañía Hanson Robotics con sede en Hong Kong, que en octubre de 2017 se convirtió en una ciudadana saudí, siendo así el primer robot con ciudadanía de un país. Fue diseñada para aprender y adaptarse al comportamiento humano y trabajar con humanos. Consultado el 10 de abril de 2019 en https://es.wikipedia.org/wiki/Sophia_(robot)

Robótica militar: ¿quién acciona el gatillo?

En materia militar, la IA y la robótica están realizando importantes avances en las áreas de defensa y seguridad, sobre todo en el desarrollo de armas autónomas o LAW (*Letal Automated Weapons*). Las principales potencias mundiales invierten crecientemente en programas y tecnologías para aventajar a posibles adversarios en el terreno militar, lo cual crea una permanente presión para prevalecer en este campo (Gronlund, 2019). Según este autor, estas inversiones parecen marcar las etapas tempranas de una carrera armamentista basada en la IA, al estilo de lo que ocurrió durante el siglo pasado con la amenaza de una confrontación nuclear. Una carrera que incentiva la velocidad y la precisión, por encima de la seguridad y la ética, en la que en el largo plazo no habrá vencedores.

Al parecer, desde el punto de vista tecnológico, las armas autónomas –sobre todo, drones– son más fáciles de producir que un automóvil autónomo. Utilizarían el hardware militar ya existente, pero en lugar de que un soldado decida si el dron debe disparar a un blanco, la decisión le será confiada a un algoritmo que, al efecto, dispondrá de un listado predeterminado de personas u objetivos a partir de la información reunida por videos y filmaciones que le permiten identificar sus objetivos. O podrá ser entrenado a través de imágenes de combate para predecir si recibirá instrucciones de disparar, o si deberá hacerlo a cualquiera que porte objetos identificables como armas o que no vista el uniforme de fuerzas amigas. Las técnicas de reconocimiento facial y de objetos han evolucionado suficientemente como para resultar esenciales para estas armas letales.

Además, desde el punto de vista logístico y comunicacional, las LAW son infinitamente más eficientes que las armas convencionales. Pueden ser lanzadas o utilizadas por miles a la vez, y no requieren feedback de instrucción humana para operar. Incluso, según opinan algunos, pueden ser “más éticas” (sic), ya que los humanos suelen cometer crímenes de guerra a poblaciones inocentes, o pueden verse sometidos a mayor estrés, fatiga o confusión, que generan errores. Los robots, en cambio, siguen estrictamente el código que tienen inscripto. Como planteara Scharre (2018):

"nunca se enojan ni buscan venganza; y no es difícil imaginar armas futuras que puedan superar a los humanos en distinguir entre una persona que esgrime un rifle y otra que sostiene un rastrillo". Pero, Scharre agrega, este razonamiento peca de un error fatal, ya que lo que es legal no es siempre justo ni ético. Un código moral podría inducir a un soldado a no abatir a un niño que porta un arma; pero en ausencia de tales códigos, podría cometer una violación a una víctima. Un robot no haría ni lo uno ni lo otro.

Mi doble, el robot

Por último, me referiré a la denominada "telepresencia", es decir, el uso de video digital y tecnología de redes para lograr que dos o más personas interactúen como si estuvieran presentes en una misma localización. Según el científico Marvin Minsky, la idea se originó en una breve historia de ciencia ficción escrita en 1942 por Robert A. Heinlein.[13] En la actualidad, las tecnologías de telepresencia incluyen robots, hologramas, realidad virtual e interfaces mecánicas capaces de crear la semejanza física de los movimientos realizados por un usuario remoto.

Los usuarios, estimulados por la aplicación de estas tecnologías, adquieren la sensación de hallarse físicamente en ese lugar remoto. La utilización de esta tecnología se ha difundido en el mundo empresario, donde mediante el empleo de micrófonos, videocámaras y grandes pantallas, ejecutivos localizados en diferentes lugares geográficos pueden interactuar como si estuvieran en un mismo lugar. También se está incrementando su utilización en el sector público.

13 El autor, de prodigiosa imaginación, concibió la ficticia historia de Waldo Farthingwaite-Jones, un genio de la mecánica. que consigue superar la miastenia grave que lo aqueja y le impide levantar objeto alguno, desarrollando y patentando el "Pantógrafo Reproductor Sincrónico Waldo F. Jones". Munido de un guante y un arnés, Waldo consigue controlar a distancia, solo moviendo su mano y dedos, una poderosa mano mecánica que se populariza con su nombre. Es así que, basados en esta historia, los manipuladores remotos reales desarrollados muchas décadas después, se conocieron como "waldoes"; algunos, incluso, los denominó así la NASA.

Entre otros usos, la telepresencia abrió la posibilidad de que las personas tengan la capacidad sensorial de hallarse físicamente presentes en un lugar al que podría ser difícil, peligroso o inconveniente trasladarse. Otras posibles aplicaciones y desarrollos permiten que una agencia de noticias obtenga una visión más acabada de un evento político, que un ejecutivo pueda participar de una conferencia vía robot, que un científico pueda obtener información o que un grupo de rescate conduzca a sobrevivientes a un lugar seguro. Debido a la distancia, todas estas actividades requerirían interfaces de control remoto y modelos de autonomía compartida.

Pero al margen de sus múltiples aplicaciones, la telepresencia ha tenido más difusión en aquellos casos en que un individuo necesita participar de un evento remoto a través de un robot. Por ejemplo, un ejecutivo enfermo que para estar "presente" durante una junta o reunión de directorio, inicia sesión desde su domicilio a través de un robot que se halla en la oficina y lo "conduce" a la sala de conferencias. Una vez allí, puede resultar más práctico y natural que el robot se localice y oriente hacia las personas físicas que están hablando, utilizando la instalación sonora y extendiendo así la idea de autonomía local. Tal comportamiento suele hacer visibles, para el usuario remoto, a los demás oradores de la conferencia, al tiempo que su propia presencia no pasa desapercibida. Mientras el usuario remoto hace uso de la palabra, el robot puede establecer automáticamente "contacto visual" con los otros participantes, debido a su capacidad de rotación y traslado físico. Incluso puede seguir dialogando después de la reunión. Un riesgo potencial de estos sistemas se relaciona con la privacidad o el riesgo de que los temas analizados en la conferencia puedan ser captados a través de imágenes y sonido, aunque puede convenirse que esta información sea borrada o no capturada remotamente.

Las aplicaciones de la telepresencia robótica no se reducen a las reuniones corporativas. Cada vez es más frecuente su uso en el cuidado de ancianos o personas con discapacidad, a quienes permite aumentar su grado de autonomía. La telepresencia robótica se está difundiendo en la industria de la salud para socializar con las personas mayores. En este sector, los robots de telepresencia pueden realizar diversas tareas, tales

como monitoreo de pacientes, visitas remotas o entrega de medicamentos y alimentos, recordando a los pacientes que tomen los medicamentos a tiempo, así como otras tareas como conectarse con médicos y enfermeras para recibir atención médica u otro tipo de asistencia. Estos robots pueden facilitar la comunicación virtual entre médicos, pacientes, estudiantes de medicina y terapeutas ubicados en cualquier parte del mundo, a través de audio y video HD. Los pacientes pueden consultar y compartir sus problemas de salud con los médicos en tiempo real. Los robots de telepresencia también brindan educación médica a través de la grabación audiovisual en HD y la transmisión en vivo. Abren así la posibilidad de realizar capacitación en materia de patología clínica, cirugía u otras especialidades.

El mercado de estos dispositivos se ha segmentado en sectores, tales como educación, atención médica, empresa, atención domiciliaria y otros que incluyen almacén, vigilancia y defensa. Los investigadores han estado desarrollando robots de telepresencia que pueden usarse para cirugía remota para salvar vidas y pueden ser controlados por cirujanos remotos. Estos beneficios están impulsando el mercado general de telepresencia en los sectores de salud y educación. Se espera que el mercado de aplicaciones para el cuidado de la salud crezca a la CAGR más alta durante 2018-2023. Sobre la base de la geografía, el mercado de robots de telepresencia se clasifica regionalmente en América, Europa, Asia-Pacífico y Resto del Mundo. Los principales factores que contribuyen a este crecimiento incluyen la aparición de nuevas tecnologías en Asia-Pacífico, que ha creado una mayor demanda de comunicaciones innovadoras y fáciles de usar.

Las complejidades técnicas que conducen a fallas operativas del robot de telepresencia inhiben el crecimiento del mercado. Los robots de telepresencia totalmente inmersivos dependen de instrucciones humanas para el movimiento de forma remota, que puede ser controlado por una persona. Se requiere conectividad a Internet para controlar un sistema de telepresencia de forma remota; además, tiene el riesgo de perder conexiones debido a fallas en la red y fallas en sus dispositivos asociados. La falta de comunicación segura y protocolos comunes es un desafío importante

que enfrentan los jugadores del mercado de robots de telepresencia. Sin embargo, los avances en la tecnología robótica y la adopción a gran escala de los sectores educativo y residencial pueden generar oportunidades significativas para este mercado.

Combinaciones y aplicaciones

Sin pretender rigurosidad científica al afirmar lo siguiente, consideraré que los avances producidos en los campos de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), en la inteligencia artificial y en la robótica –analizados en las secciones previas–, han dado lugar a aplicaciones que combinan de manera creativa sus respectivos desarrollos, creando nuevos productos y servicios. Muchos de ellos se encuentran todavía en una fase experimental y otros se están imponiendo crecientemente en sus respectivos mercados. Pero todos comparten una característica común: de uno u otro modo plantearán nuevas exigencias a la capacidad de decisión, operación e intervención del estado.

Seleccioné para este análisis las siguientes innovaciones: 1) impresiones en 3D, 2) criptomonedas y blockchain, 3) vehículos autónomos, 4) Internet de las cosas y 5) ciudades inteligentes. En cada caso, comentaré brevemente las características y desarrollo actual de cada uno, reservando para más adelante, algunas reflexiones sobre sus posibles impactos en la gestión pública, así como las políticas que en cada caso podrían adoptar los gobiernos.

La tercera dimensión llegó a la imprenta

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). Hasta hace poco, la mayoría de los procesos de fabricación eran “sustractivos”, en el sentido de que la materia prima se eliminaba, por ejemplo, raspando, disolviendo, girando o mecanizando la sustancia empleada para producir el producto deseado (Kietzman, Pitt y Berthon, 2015). La impresión en 3D invierte la fabricación

tradicional al utilizar un proceso "aditivo". Al igual que las impresoras láser y de inyección de tinta, las impresoras tridimensionales (3D) producen piezas depositando o agregando capas de material (plástico, filamentos de polímeros, metales e incluso productos alimenticios) hasta obtener el producto deseado. Esto significa que la creación y producción de artículos singulares no solo es fácil; también es económicamente viable. Las impresoras 3D son cada vez más asequibles, y no es difícil imaginar que en el futuro lleguen a ser comunes en la mayoría de los hogares, como lo son actualmente sus equivalentes bidimensionales.

Esta tecnología permite fabricar productos "a medida", sin incurrir en penalidades o mayores costos, por no requerir herramientas ni moldes. Pero la posibilidad de imprimir objetos por parte de los propios consumidores en máquinas *just-in-time*, puede tener notables implicaciones para las sociedades del futuro, en tanto aumentan seriamente –o incluso reemplazan– a los sistemas existentes de producción manufacturera y consumo.

La técnica de impresión 3D, habilitadora clave para la fabricación aditiva, ofrece beneficios únicos respecto de la fabricación convencional, tales como mayor libertad de diseño, geometrías novedosas, menor costo, menor tiempo de entrega, menor desperdicio y personalización de los productos. Además, mitiga riesgos y, desde la perspectiva ambiental, es más sustentable que la industria masiva. Su principal ventaja es la forma simple y rápida con que puede reproducir casi cualquier producto. Además, como los diseños con ayuda de computadora son digitales, pueden ser compartidos a través de internet, igual que las películas o la música. Por lo tanto, esta tecnología tiene un alto grado de accesibilidad.

La impresión 3D permite producir diseños complejos e integrados en procesos de un solo paso. Ya hace más de dos décadas que se viene utilizando para construir prototipos, pero solo recientemente esta tecnología se ha incorporado plenamente a los procesos de producción. Esta posibilidad de crear prototipos permite descentralizar el proceso manufacturero al acercar la producción de partes al consumidor y facilitar diseños que antes resultaba difícil producir. Sus posibilidades son inmensas: por ejemplo,

producir estructuras de panales o huecas, que reducen costos en el ciclo de vida de muchas aplicaciones, como es el caso de la aviación. La customización o personalización masiva tiene en la impresora 3D su principal facilitador. De modo que su difusión puede producir efectos disruptivos en numerosos mercados, como el automovilístico, de la construcción, de la salud, la moda o la alimentación.

Si bien esta innovación se inició hace más de tres décadas, y ha creado métodos de impresión más veloces, experimentado con nuevos materiales y desarrollado nuevos modelos de negocios, su impacto en la industria manufacturera no ha sido todavía demasiado significativo. En 2018, sus ingresos representaron menos del 0,1% de los correspondientes a la industria manufacturera global. En el mundo empresario, esta tecnología ya no es tratada como una herramienta más, sino que, dado su carácter disruptivo, es objeto de decisiones integradas dentro de las estrategias corporativas de productos y operaciones de ingeniería.

Todo permite anticipar que, en el futuro, la industria manufacturera será reemplazada por un sistema de producción mucho más veloz y ágil, con diseño customizado y elaboración a pedido, sea para producir zapatos o repuestos de aviación, con lo cual la producción masiva tenderá a desaparecer. Según André Wegner, fundador de la *startup* Authentise y CEO de Digital Manufacturing (Silicon Valley), los zapatos se producirán impresos a partir del escaneo individual de cada pie y es muy probable que los escaners sean caseros: simplemente, el usuario cargará los datos en la nube y obtendrá precios de proveedores de impresiones 3D; elegirá un proveedor que los haga y esperará que les sean entregados por una firma distribuidora en cuestión de horas, tal vez mediante un dron u otro vehículo autónomo. También el mantenimiento de la aviación verá reducir el tiempo de reposición de los repuestos. En el futuro, sistemas digitales detectarán automáticamente el desgaste de todas las partes de un avión. Y en el propio aeropuerto, impresoras 3D producirán los repuestos a tiempo para prevenir faltantes. Más aún, Wegner pronostica que, sobre la base de millones de datos recolectados de aviones en servicio, softwares diseñados en forma automatizada permitirían producir repuestos mejorados

de partes existentes, a tiempo para ser entregados a una aeronave cuando aterriza (Zimmermann, 2018).[14]

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.

Muchos organismos estatales (especialmente NASA y las fuerzas armadas) utilizan la impresión 3D con cada vez mayor frecuencia. 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 económica se redujo de 18.000 a solo 400 dólares, al tiempo que su velocidad aumentó 100 veces (Ciccatelli, 2017).

Frente a estas posibilidades, no debería sorprender que la impresión 3D llegue a producir un gran impacto sobre el comercio internacional y la cadena de valor global. El modelo de fabricación descentralizado, habilitado por la impresión 3D, permitirá que los productos se fabriquen más cerca de donde se usan, lo que podría reducir las importaciones. Las materias primas y los archivos de diseño digital cruzarán fronteras, causando flujos de datos digitales transfronterizos de alto valor. Como resultado, la validación y protección de la propiedad intelectual se volverá crítica para que sea

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

posible la fácil transferencia y redistribución de los diseños digitales y, al mismo tiempo, surgirán problemas legales sobre la propiedad y el origen del producto. Las cadenas de suministro tradicionales se verán interrumpidas y las necesidades de mejora de la fuerza laboral serán crecientes.

Dadas estas consecuencias potencialmente disruptivas, muchos gobiernos ya están considerando o adoptando decisiones que permitan aprovechar las enormes ventajas de esta innovación y a la vez, resuelvan o contrarresten –especialmente a través de medidas regulatorias– sus efectos negativos desde el punto de vista económico, ético y legal. No es fácil predecir sus consecuencias, algunas de las cuales entran, de lleno, en el terreno de la ciencia ficción.[15] En la segunda parte de este libro ofreceré un resumen de estas acciones gubernamentales.

Criptomonedas crípticas

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

15 Ya en 2013 se planteaba que la ciencia ficción podría ser útil para proyectar visiones acerca de las consecuencias económicas y sociales que, potencialmente, podría tener el uso generalizado de las impresiones 3D (Birtchnell y Urry, 2013).

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.

Blockchain es un registro único, consensuado y distribuido en una red formada por varios nodos. Está concebido como una suerte de libro de contabilidad donde se registra cada transacción a lo largo de una cadena, que forma la *blockchain* y en la que cada nodo –y por lo tanto, cada participante– guarda una copia exacta de la cadena completa, lo cual la vuelve virtualmente inalterable e inviolable. Asimismo, en cada nodo se emplean firmas digitales y certificados que permiten verificar la información y validar las transacciones, lo cual asegura la autenticidad de la información. La *blockchain* funciona, entonces, como una escribanía descentralizada, donde todos los participantes son propietarios iguales de toda la información.

Con *blockchain* es posible verificar, validar, rastrear y almacenar certificados digitales, sistemas de votación, servicios de logística, historias clínicas de pacientes, contratos inteligentes y todo tipo de transacciones financieras. Tres ilustraciones dan cuenta de la variedad de aplicaciones que puede tener esta tecnología. En 2016, la que al parecer constituyó la primera transacción global a nivel mundial que utilizara la tecnología Bitcoin, fue llevada a cabo por Ornua, empresa irlandesa de productos lácteos. La operación garantizó la exportación de unos 100 000 dólares de queso y manteca a la Seychelles Trading Company, a través de una carta de crédito con el Barklays Bank y la participación de la firma israelí Wave, una compañía *startup* que aportó una plataforma de *blockchain*, con tecnología distribuida. La plataforma fue diseñada para acelerar las transacciones con clientes en 110 países, reduciendo costos operativos y el riesgo de fraude. La tecnología aseguró que en cuestión de horas, todas las partes involucradas pudieran ver, transferir títulos, certificar e inscribir la operación, en lugar de los innumerables trámites que antes demandaban entre 7 y 10 días para completarla.

He aquí un segundo caso. La compañía Everledger Diamonds desarrolló una plataforma de *blockchain* que les da a las empresas de la minería de diamantes, trazabilidad de sus productos de una manera mucho más verificable, gracias a las características de esta tecnología (inmutabilidad, velocidad y seguridad). En cada etapa del proceso (minería, clasificación, planificación, corte con láser, pulido, control de calidad del pulido, certificación y venta), la tecnología crea un bloque, de modo que el profesional a cargo de cada etapa pueda acceder a información clave para identificar la piedra. Al introducir información clave en el "libro" registrador de la cadena, como el tamaño y peso del diamante, número de identificación de la piedra, karates, localización, nombre del profesional interviniente, fotos y videos del proceso, se incrementa la trazabilidad y transparencia de la industria.

Otro caso interesante es el de la industria del calzado deportivo, donde la empresa Greats obtuvo los servicios de dos empresas –una dedicada a la autenticación de ropa de moda y zapatillas y otra a impresiones 3D– para que diseñaran etiquetas inteligentes para sus zapatillas Beast Mode. De esta forma, resolvieron el problema de falsificación de zapatillas, industria que concentra el 40% del multi-billionario negocio de la falsificación del vestido y el calzado a nivel mundial. Cada etiqueta impresa en 3D tiene incorporado un código de identificación que vincula la etiqueta a un par de zapatillas específico. Pero cada etiqueta tiene en su interior un diminuto chip NFC encriptado, como el utilizado en los actuales pasaportes, que al ser escaneado con un celular, permite la trazabilidad del producto. El chip es incorporado en la etiqueta durante el proceso de impresión 3D, de modo que no puede extraerse del plástico sin destruirlo. Nada de esto sería posible sin el software ni bitcoin, que posibilitaron la cadena para este calzado a todo lo largo del proceso de producción y comercialización.

La tecnología bitcoin también ha tenido importantes aplicaciones en organismos internacionales. Un reciente informe (Wintermeyer, 2019), describe un gran número de iniciativas adoptadas con el auspicio de las Naciones Unidas, entre las que se incluyen: 1) la emisión de bonos verdes con respaldo de blockchain, IA e IdeC (Internet de las Cosas), lo cual re-

duce enormes costos administrativos; 2) el uso de vouchers en efectivo, potenciados por *blockchain* para que en un programa para la mitigación del hambre en Jordania, Kenya y Somalía, se asegure que los alimentos lleguen a quienes estaban destinados; y 3) una herramienta denominada eMin, implementada en toda Tailandia para ayudar a trabajadores migrantes a evitar ser explotados. Naciones Unidas también considera que las aplicaciones de tecnologías *blockchain* pueden convertirse en un instrumento decisivo para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenibles (ODS) en 2030.[16]

Es interesante destacar que el mercado de *blockchain* muestra mayor dinamismo en una serie de pequeños países, que se han adelantado a regular el uso de esta tecnología. Varias empresas se instalaron en Suiza ya hace algunos años, pero pequeñas islas como Malta y Bermuda se convirtieron en pioneras internacionales del *blockchain*. Y en Chipre, la Universidad de Nicosia graduó en 2016 a la primera mujer en el mundo en obtener una maestría en monedas digitales. La propia universidad utiliza *blockchain* para administrar la información de sus alumnos, recibir pagos de matrículas en bitcoins y emitir diplomas con *blockchain*, además de dictar cursos MOOC y presenciales sobre estas tecnologías. Inició, de esta manera, una tendencia que se va extendiendo a gran número de universidades de todo el mundo, que ofrecen cursos, especializaciones y programas de posgrado en los aspectos técnicos y financieros de las criptomonedas, para cubrir una creciente demanda de especialistas.

Una encuesta conducida en 2019 por la firma Okta, permitió establecer que si bien las grandes compañías son todavía algo reticentes en basar en tecnología *blockchain* sus estrategias de transformación digital (o al menos, priorizan algo más sus inversiones en IA y en IdeC), sus inversiones no dejan de ser significativas (Beedham, 2019). El cuestionario

16 Véase el white paper "The Future Is Decentralised: Block Chains, Distributed Ledgers, & the Future of Sustainable Development", publicado por esta organización. Global Goals, el Pineapple Fund, Impact Coin, SDG Coin y UNICEF, forman parte del creciente número de startups, fondos filantrópicos de criptomonedas y ONG que promueven el desarrollo de estas tecnologías.

fue respondido por 1050 decisores (en seguridad e ingeniería) de empresas valuadas en un billón de dólares o más, a quienes se les preguntó si las mismas contemplaban realizar inversiones en IA, realidad aumentada, *blockchain* o IdeC como parte de su estrategia de transformación digital. El 90% informó que invertiría en al menos una de esas tecnologías. De ese 90%, el 61% indicó que sus firmas invertirían en *blockchain*; un 72%, en IdeC; y un 68%, en IA.

De todos modos, los avances en *blockchain* son muy acelerados y su tasa de crecimiento anual se está volviendo exponencial. Un creciente número de empresas financieras, bancarias, de computación, de cadena de suministros, de software como servicio (SaaS), de IA y de IdeC, está adoptando esta tecnología. En marzo de 2019, Facebook listaba en su sitio web más de 20 tipos de empleos vinculados con la misma. También en este año, la US Securities and Exchange Commission de los Estados Unidos posteó una solicitud de "cripto-especialista". De acuerdo con Indeed.com, durante el año 2018, se produjo un incremento del 90% en la demanda de personal para puestos relacionados con *blockchain*, bitcoin y criptomonedas.

Los vehículos se autonomizan: adiós al chofer

Hace un siglo, cuando apareció el automóvil, la gente lo llamaba "carro sin caballos"; hoy, a los vehículos autónomos los llamamos "auto sin chofer". Muy probablemente, en algunas décadas, nadie recordará que los automóviles (si aún existen como medio de transporte) tuvieron alguna vez un conductor humano. 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.

La idea de construir vehículos autónomos es casi tan antigua como la historia del automovilismo y es interesante reproducir brevemente sus

principales hitos (Dormehl y Edelstein, 2019). Ya en 1925, poco después de la invención del automóvil, Francis Houdina realizaba una demostración con un auto controlado por radio, que fue conducido por las calles de Manhattan y era capaz de arrancar, accionar la palanca de cambios y hacer sonar su bocina: "como si una mano fantasmal estuviera al volante", tituló el New York Times. En 1969, uno de los padres fundadores de la IA, imaginó un "chofer automático" capaz de atravesar una carretera pública utilizando una cámara de televisión que reproduciría la visión disponible para un conductor humano. Los usuarios dispondrían de un teclado para indicar adonde desearían ser conducidos. A comienzos de los 90, una tesis doctoral describió cómo redes neuronales permitirían a un vehículo autónomo obtener imágenes crudas desde la ruta y las convertiría en controles de conducción en tiempo real. Su autor, Dean Pomerleau, junto con su colega Todd Jochen, desarrollaron un minivan con el que viajaron desde Pittsburgh, Pennsylvania hasta San Diego, California, en una travesía que calificaron como "sin manos a través de América". Fue en 2002 cuando DARPA anunció su Gran Desafío, ofreciendo un premio de un millón de dólares a quien construyera un vehículo autónomo capaz de atravesar 142 millas a lo largo del Desierto de Mojave. Ninguno de los 15 competidores fue capaz de completar el trayecto, y el "ganador" solo consiguió avanzar 8 millas en varias horas, antes de incendiarse. El hito siguiente, durante la primera década de este siglo, fue el avance en los sistemas automáticos de estacionamiento, introducidos por Toyota y continuados por Lexus, Ford y BMW.

Recién en 2009, Google comienza a desarrollar en secreto su proyecto de vehículos autónomos, que ahora se denomina Waymo. Pocos años después anuncia que sus autos habían conducido 300000 millas bajo control computacional, con un único accidente ocurrido en 2014. En ese año revela un prototipo de automóvil sin pedales ni frenos, totalmente autónomo, que a fines de 2018 completó más de dos millones de millas. En el interín se produce el ingreso en este rubro de las principales compañías automotrices como GM, Ford, Mercedes Benz, BMW. También empresas no automotrices, como Uber, Tesla y Google se embarcan en la

investigación y desarrollo de estos vehículos, al tiempo que en el mercado comienzan a ofrecerse automóviles semiautónomos (de nivel 1 a 3).[17]

En marzo de 2019 se produce el primer accidente fatal, cuando un modelo de automóvil sin piloto de Tesla embiste a un tractor en el estado de Florida, a más de 100 km por hora, falleciendo el pasajero que lo estaba probando. Este episodio renovó un debate técnico, jurídico y ético acerca de la seguridad de estos vehículos.[18] No obstante, el incidente no detuvo ni el desarrollo de nuevos modelos de nivel 3 ni ciertos avances en la puesta a punto de vehículos de nivel 4. En los suburbios de Phoenix, Waymo –la empresa de Google– ya ofrece traslados en vehículos autónomos a algunos cientos de conductores experimentados, aunque operadores humanos de seguridad todavía se encuentran detrás del volante (Davies, 2018).

La expectativa es que cuando esta tecnología esté plenamente desarrollada, el flujo de tránsito sea administrado por "caminos inteligentes", coordinando la velocidad de los automóviles a través de la corriente de

17 No es lo mismo un vehículo "autónomo" que uno "automatizado". La Sociedad de Ingenieros Automotrices ha establecido una escala para la industria, que determina diferentes niveles de autonomía. En el nivel 0 no hay autonomía. El conductor controla el volante y la velocidad en todo momento, sin asistencia de ningún tipo, salvo algunas señales sobre el estado del vehículo. En el nivel 1 hay asistencia limitada, como controlar el volante, la aceleración o desaceleración, bajo determinadas circunstancias y no todo el tiempo. En el nivel 2, ya hay sistemas de asistencia al conductor para controlar el volante y la velocidad, lo que reduce la intervención del conductor, pero requiere su atención del vehículo en todo momento. En el nivel 3 los vehículos ya tienen autonomía para desplazarse en ciertas situaciones, tales como cuando transita en autopistas de doble mano. No requieren intervención humana pero el conductor debe estar atento a la necesidad de intervenir en situaciones que exceden las capacidades técnicas del vehículo. En el nivel 4, los vehículos se conducen por sí solos la mayor parte del tiempo, pero pueden requerir un conductor humano para que se haga cargo en ciertas situaciones. Y en el nivel 5, los vehículos son totalmente autónomos bajo cualquier circunstancia y no requieren controles manuales.

18 Un estudio revela que entre 2014 y 2018 ocurrieron 38 incidentes que involucraron a vehículos sin conductor que circulaban en modo autónomo. Pero en todos los casos, excepto uno, los accidentes fueron causados por humanos. Véase https://fortune.com/2018/08/29/self-driving-car-accidents/

comunicación entre el vehículo y el camino. En ciudades inteligentes, luces de tránsito redirigirán a los automóviles según cálculos y predicciones de congestionamiento, 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.

La pregunta que obsesiona a muchos es cuándo estarán circulando estos vehículos. En realidad, la pregunta previa es cuándo se terminará de integrar la tecnología que permita asegurar su circulación en la compleja trama de ciudades y carreteras. El problema del hardware está prácticamente resuelto. Los radares son suficientemente baratos y robustos como para abastecer una masiva fabricación de vehículos. Lo mismo puede decirse de las cámaras. Y la IA que convierte imágenes 2D en insumos que una computadora puede comprender, ha hecho impresionantes avances. Los rayos de láser emitidos por lidar son todavía caros, pero existen decenas de *startups* tratando de reducir los costos. Algunas, incluso, han resuelto emplear fotones para detectar la velocidad de las cosas que se desplazan alrededor de los vehículos. Por su parte, los fabricantes de chips, como Intel, Nvidia y Qualcomm están reduciendo los requerimientos de energía para estas supercomputadoras rodantes. La cuestión crítica es la mejora continua del software que interprete los datos que proporcionan los sensores y los utilice para "razonar" cómo moverse en un tránsito intrincado. La herramienta clave para esa tarea perceptiva es *machine learning*, que requiere no sólo insumos de IA, sino también montones de ejemplos del mundo real que permitan entrenar al sistema para que pueda distinguir un simple carrito de supermercado de una persona en silla de ruedas. No basta con saber que ahí afuera hay una persona, sino, por ejemplo, si está conduciendo una bicicleta, cómo se espera que actúe y cómo responder a distintos patrones de comportamiento, además de "aprender" a reaccionar ante luces de tránsito o accidentes en la ruta.

Además del plazo, cabe preguntarse si los vehículos autónomos podrán ser producidos y operados masivamente. No se trata solamente de su fabricación. La logística, organización comercial e infraestructura de servicios que se requiere para una plena puesta en marcha, es sumamente

compleja. Desde ya, son necesarios centenares de autopartes e insumos tecnológicos. Deberá contarse además con nuevas formas de comercialización, de suministro de combustible o estaciones de carga, de talleres de reparaciones, playas especiales de estacionamiento, servicios de alquiler y tipos de seguros. Y si el mercado de estos vehículos se vuelve altamente competitivo, las empresas deberán evaluar cuidadosamente sus tarifas, para tratar de recuperar costos y lograr rentabilidad en sus inversiones. De todos modos, los cálculos más optimistas estiman que a partir de 2020, toda la industria automotriz se verá perturbada por la producción de vehículos sin conductor (automóviles y camiones). Y si bien los fabricantes tradicionales ya se preparan para este salto tecnológico, son especialmente las grandes empresas de tecnología, como Tesla, Apple o Google, las que lideran este proceso innovador.

Internet de las cosas, cosa del Internet

El IdeC (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.

En los próximos años, la tendencia no hará otra cosa sino crecer. Según *The IoT Forecast Book 2018*, hacia 2023, los consumidores, empresas y gobiernos instalarán a nivel global más de 40 millones de millones de dispositivos IdC. Los gobiernos ya comienzan a introducir estos dispo-

sitivos para promover el desarrollo de ciudades inteligentes que, como veremos enseguida, estarán equipadas con innovaciones tales como cámaras, iluminación inteligente y mecanismos de medición que permitan obtener una visión en tiempo real del tránsito, uso de energía, criminalidad y factores ambientales. En 2023, se espera que las inversiones anuales en este campo alcancen cerca de 900 millones de millones de dólares.

La lista de objetos a los que es posible incorporar esta tecnología es casi ilimitada y muchos de ellos ya se hayan disponibles. Zapatillas inteligentes para medir distancias, calorías y tiempos, hacen innecesario llevar pulsómetro; sensores para el campo, que registran luz solar, temperaturas, nivel de fertilizante y humedad; gafas inteligentes con acceso instantáneo a Internet, que permiten filmar videos o realizar pagos con un parpadeo de ojos; espejos inteligentes, que informan sobre peso, calidad del sueño o hidratación corporal; dispositivos de trazabilidad, para monitorear la cadena de frío de mercaderías; tractores inteligentes autónomos, programables para cultivar, que se activan desde un móvil, etcétera. Muchas aplicaciones combinan diversas tecnologías, como por ejemplo la solución con la que la empresa Lufthansa identifica daños en los productos que transporta en sus aviones, en la que integra sus sistemas de IdeC con tecnología eSIM y blockchain.

Se estima que hacia 2025, las conexiones de IdeC en América Latina y el Caribe alcanzarán los 1300 millones. La mayoría de las conexiones corresponderán al segmento de consumidores, como consecuencia de la adopción de dispositivos hogareños. Los ingresos crecerán a una tasa anual compuesta del 21%, hasta alcanzar los 47.000 millones de dólares, de los cuales el 61% corresponderá a plataformas y servicios. Pueden imaginarse, entonces, los impactos sociales de esta tecnología.

Si nos limitamos a los 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, prestadores o reguladores. Sus múltiples posibilidades permiten suponer cambios drásticos en la administración de bienes públicos, el control de medicamentos en hospi-

tales, la renovación de infraestructura, el aprovisionamiento de bienes o la propia necesidad de regular las aplicaciones de estas nuevas tecnologías.

Los gobiernos, especialmente en el nivel subnacional, tienen enormes posibilidades para utilizar IdeC en múltiples aplicaciones, algunas de las cuales pueden ser ilustrativas. En materia de seguridad, por ejemplo, si bien se ha extendido el uso de cámaras para el monitoreo continuo de lo que ocurre en las calles de una ciudad, resulta casi imposible que las agencias responsables estén presentes simultáneamente, en localizaciones de alto riesgo. IdeC puede proporcionar inteligencia continua, en tiempo real, no solo reuniendo información a través de scaners y sensores, sino también analizándola inteligentemente mediante algoritmos de aprendizaje profundo y notificando a las autoridades en caso de amenazas o situaciones de riesgo que, de este modo, pueden prevenirse a tiempo. Estos sistemas sirven también para identificar vehículos conducidos por delincuentes o infractores a través de la identificación de las placas de automóviles.

Otra ilustración es el manejo de la infraestructura, donde el costo de mantenimiento de caminos, puentes, redes eléctricas, servicios de agua y gas, ferrocarriles o aeropuertos, suele ser superior al de su construcción. Cualquier daño o defecto importante en estos sistemas puede causar disrupciones con graves ramificaciones. En estos casos, IdeC puede emplearse para mantenimiento y monitoreo, mediante sensores que en forma constante analicen fallas o riesgos en el funcionamiento de esos bienes, notificando de inmediato para su pronta reparación. O permite, por ejemplo, monitorear el uso de energía para crear sistemas que eficienticen el consumo o reduzcan las emisiones de gases. También puede ayudar a los gobiernos a tomar decisiones respecto a nuevos proyectos de infraestructura, como construir nuevas carreteras o líneas ferroviarias.

Un último ejemplo es el manejo de situaciones de desastre, donde la conjunción de IdeC y big data permiten la puesta en marcha de sistemas de prevención y administración, empleando sensores para la detección de incendios forestales cuando recién se inician o el monitoreo de posibles inundaciones, alertando a las autoridades cuando el nivel de las aguas

alcanza valores alarmantes. Asimismo, IdeC puede ayudar a prevenir desastres producidos por causas humanas, dando respuestas oportunas que permitan rápidas acciones remediales. Una mayor penetración y propagación de IdeC permite a los gobiernos asumir, en forma no obstrusiva, un rol de supervisión más efectivo para asegurar el bienestar público.

Según Chatfield y Reddick (2018), que condujeron una investigación sobre el uso de IdeC en varias dependencias del gobierno federal de los Estados Unidos, sus capacidades dinámicas, con sensores que responden en tiempo real, podrían 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 IdeC y aplicaciones importantes de IdeC 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 IdeC, 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.

La inteligencia urbana en acción

Al referirnos a “ciudades inteligentes”, no aludimos a una determinada tecnología, sino a la convergencia e integración, dentro del espacio de una ciudad, de la totalidad de las tecnologías descriptas en este libro, además de otras condiciones que describiré seguidamente. El concepto de *smart city* (Ciudad inteligente) deriva de la evolución experimentada por las llamadas Ciudades Digitales, basadas en una intensa utilización de las TIC en la prestación de servicios de alta calidad, seguridad, productividad, innovación, sustentabilidad y participación. Una ciudad inteligente puede ser calificada como tal, si las inversiones en capital humano, en

bienestar social, infraestructuras (de comunicación, transporte, energía) promueven una elevada calidad de vida, un desarrollo socio-ambiental sustentable, una gobernanza participativa y una gestión prudente de los recursos naturales.

Sin embargo, dada la rapidez con que se ha producido la convergencia de las tecnologías disruptivas, el concepto está mutando y el término *smart city* (está envejeciendo: ya se hace referencia a las *smarter cities* del futuro, es decir, ciudades super-inteligentes. Según se anticipa, quienes administren estas ciudades en 2040 liderarán comunidades interconectadas de sensores, automatización, datos, internet de las cosas y tecnologías de inteligencia artificial. Este arsenal les permitirá visualizar problemas y desafíos que hoy, resultarían imposibles de anticipar. Una ciudad super-inteligente es una ciudad en la que se da una combinación virtuosa entre tecnología y gobernanza, soportadas a su vez por capacidades de "liderazgo" y "gerenciamiento" (O'Neill, 2015).Con tal nivel de inteligencia operativa e interconectividad "sin costuras" llegaría, sin embargo, el riesgo paralelo de falla sistémica, a menos que la ciberseguridad se convierta en un aspecto crucial de la administración gubernamental local (Ott, Leldman y McGallard, 2018).

Las ciudades del futuro dispondrán de numerosas tecnologías "disruptivas", que generarán enormes oportunidades para una mejor gestión urbana. Habrá sensores incorporados o suspendidos por encima de las carreteras que ayudarán a los planificadores e ingenieros gubernamentales a conocer las condiciones de las redes de transporte. Los sistemas de transporte inteligentes pueden proporcionar información en tiempo real sobre cosas tales como detección de incidentes, control adaptativo de señales, condiciones asociadas al estado del tiempo, volúmenes de tránsito y actualizaciones útiles para los viajeros. Los sensores se conectarán con vehículos autónomos, lo cual, al modificar radicalmente la naturaleza del tránsito, tal como la conocemos, planteará a los líderes locales algunas preguntas fundamentales:

- Si los caminos del futuro estarán dominados por vehículos que dispondrán de sensores avanzados e inteligencia artificial, ¿crearán condiciones tales en que lo peor que podría ocurrir en el camino sería un automóvil conducido por un ser humano?
- ¿Evolucionará el estacionamiento público hasta el punto en que las ciudades ya no requerirán garajes ni parquímetros?
- ¿Se seguirán necesitando los semáforos y señales de tránsito?

La expectativa es que en un futuro próximo, los sensores avanzados en carreteras, y su conexión con los vehículos, harán posible un flujo de tránsito óptimo que reducirá el congestionamiento, minimizará los tiempos muertos, disminuirá el número de accidentes y mejorará la calidad.

Puede imaginarse también que los caminos o calles locales ya no sean la única opción para movilizarse. Un creciente número de comunidades ha comenzado a utilizar drones (como Fort Lauterdale, en Florida) para el manejo de situaciones de emergencia (como nadadores en peligro, embarcaciones en riesgo, avistaje de tiburones e incendios). Se estima que hacia 2040, los gobiernos locales tendrán la responsabilidad exclusiva o compartida de administrar las rutas aéreas, en las que pequeños y grandes drones capaces de transportar mercaderías y también pasajeros, estarán operando en un espacio aéreo crecientemente congestionado.

La esperada expansión en el uso de las impresiones en 3D –otra de las tecnologías disruptivas que cambiarán la vida cotidiana tal como la conocemos– puede revolucionar la producción. Ya no solo es posible construir, con esta tecnología, pequeños prototipos y moldes, sino incluso viviendas asequibles de tan solo 4.000 dólares de costo (Peters, 2018). Esta innovación podría contribuir a resolver el problema endémico de la escasez de vivienda popular pero además, si sus posibilidades tendieran a escalarse, la impresión en 3D sería utilizable para construir infraestructura urbana (caminos, veredas, etc.).

Ya nadie duda de que la IA continuará creciendo en sus aplicaciones cotidianas a través de dispositivos como Google Home, Siri o Alexa, que proveen información, ordenan productos, suministran itinerarios y tienen

muchas otras aplicaciones. La domótica es hoy la tecnología que crea sistemas capaces de automatizar una vivienda o edificio de cualquier tipo prestando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, especialmente a través del reconocimiento de voz. Nest, uno de los más avanzados, permite controlar las condiciones climáticas de un inmueble al "aprender" las preferencias de temperatura de los usuarios.[19]

El futuro augura avances que desafían la imaginación. La compañía británica AI Build está desarrollando un sistema consistente en un conjunto de seis cámaras montadas en el cielo raso de cada habitación de una vivienda, que les permite aprender la disposición del hogar y los movimientos y patrones habituales de sus ocupantes, de modo que el sistema "sabrá" cuando encender las luces o la cafetera, a partir de su observación en tiempo real.

19 En los Estados Unidos ya hay unos 60 millones de hogares que han introducido IA en sus viviendas a través de Amazon Echo y Google Home. La competencia entablada entre las empresas ha llevado a Nest a señalar que, si bien algunos de esos dispositivos son capaces de "aprender" a reconocer y a responder a los comandos de voz, no son un real ejemplo de IA. Simplemente se adaptan a las órdenes recibidas aplicando algoritmos pre-programados y capacidades para responder rápidamente. Es decir, el aprendizaje de una máquina no equivale a IA. A veces, se trata más bien de que un ser humano aprenda a hablarle a la máquina, antes de que la máquina aprenda a interpretar al usuario. Nest, en cambio, no solo responde a los comandos de voz después de una semana de uso, sino que aprende a programar las preferencias de temperatura del usuario. Además, cuando éste sale de su hogar, sus sensores permiten chequear la localización de teléfonos celulares y constatar que la casa está deshabitada, tras lo cual cambiará automáticamente la temperatura a niveles de ahorro de energía más eficientes. Nest también usa esos sensores para encender su pantalla al ingresar a la habitación. Y esto es solo el comienzo. Otros aplicativos actualizados de Nest –como una cámara de seguridad externa– permiten a través del reconocimiento facial determinar si la criatura que está deambulando alrededor de la casa es un humano o un animal, realizando la correspondiente notificación. Y una versión más avanzada que funciona dentro del hogar, puede diferenciar caras, de modo que, si observa a una persona no autorizada dentro de la casa, notifica automáticamente al dueño a través de una aplicación. Esto sería en la práctica, IA.

Por su parte, los bots de charla o conversacionales (*chatbots*)[20] proveen servicios al cliente en toda clase de empresas, desde responder a preguntas sobre servicios no cableados a compra de zapatos o incluso la prestación de servicios gubernamentales locales. Y aunque aún no se utilicen masivamente, se especula con que llegará el día en que las actividades rutinarias serán realizadas por la robótica basada en IA. De modo que las sedes de gobierno del futuro serán sedes cibernéticas, abiertas día y noche todo el año.

En las ciudades inteligentes que Google está interesada en construir, la red global estaría incorporada en todos los aspectos que hacen a la vida en una ciudad. Por ejemplo, el gobierno aseguraría a todos los ciudadanos acceso libre a Internet de alta velocidad, al tiempo que recogería enormes volúmenes de datos acerca de sus hábitos, para una mejor planificación de la infraestructura de transporte. Sería la versión realizada de Singapur Virtual, la réplica de ciudad en 3D que ese país está finalizando, solo que estaría totalmente informatizada.[21] La gente podrá conocer en tiempo real si los trenes están atrasados o qué restaurants tienen mesas disponibles. Los vehículos autónomos "sabrán", en todo momento, qué calles o rutas son las más rápidas a partir de los datos que les transmitan otros vehículos, de manera similar a como los usuarios de Waze se alertan mutuamente. Las ciudades tendrán tantos datos a su disposición que, en cierto modo, serán capaces de pensar por sí mismas. Con tantos sensores recogiendo datos y comunicándose entre ellos, todos los medios de

20 Un bot de charla o bot conversacional es un programa que simula mantener una conversación con una persona al proveer respuestas automáticas a entradas hechas por el usuario mediante texto o voz.

21 Singapur virtual, primera réplica digital de una ciudad, es un proyecto de 73 millones de dólares desarrollado por el gobierno de Singapur y empresas del sector privado. Se trata de un modelo dinámico y plataforma colaborativa de ciudad tridimensional, que incluye mapas en 3D de Singapur que permitirán al gobierno, empresarios, investigadores y ciudadanos obtener una visión a vuelo de pájaro de la ciudad o profundizar aspectos específicos de su fisonomía y estructura.

transporte público y privado podrán coordinarse simultáneamente, con el consiguiente aumento de la seguridad y eficiencia.

Los servicios por demanda acabarán utilizando modelos predictivos basados en los hábitos de consumo de la gente, que darán curso a entregas a domicilio antes de que los usuarios siquiera tomen conciencia de que los necesitan. Algo de eso ya ocurrió hace unos años con el *dash-button* de Amazon, pero lo que se viene es una versión corregida y aumentada.[22]

La revolución urbana en el transporte supondrá que vehículos eléctricos autónomos, serán utilizados principalmente bajo formas compartidas. Un menor número de personas será propietaria de automóviles. Pescovitz asegura que las ciudades serán tan inteligentes que habrá varias formas de transporte y emplearán paquetes de datos en Internet, que podrán ser cambiados de lugar y re-ruteados a diversos lugares a medida que se requieran. La gente usará los autos como mini-oficinas, ya que no tendrá que preocuparse por manejarlos y podrán concentrarse en otros menesteres mientras es conducida a su trabajo.

Con tantos menos automóviles en las calles, las ciudades modificarán algunos de sus usos. Buena parte del espacio dedicado a las calles liberará espacio que podrá destinarse a construir complejos residenciales, muchos de los cuales estarán conformados por micro-departamentos. Algunos futuristas, como McConnell, predicen que las familias tenderán a concretar soluciones residenciales multi-generacionales, para poder enfrentar los costos crecientes de la vida urbana, al tiempo que esto puede transformar los lazos comunitarios en los barrios. En cierto modo, según este observador, el paisaje urbano recordaría a las ciudades del pasado.

22 El dash button es un dispositivo wifi que se conecta al teléfono celular a través de una app de Amazon y se asocia a un producto o marca determinados. Una vez configurado, el usuario recibe el producto en 24 horas con solo pulsar el botón. Pero el avance tecnológico es tan veloz que Amazon ya no lo ofrece y, en cambio, sugiere utilizar Alexa, un dispositivo que a través del reconocimiento de voz permite no solo adquirir productos o preguntar lo que se desee, sino también el control inteligente del hogar (luces, artefactos, etc.).

Los espacios públicos serán –según se anticipa– fáciles de transitar, flexibles y amigables para los peatones. Según el titular de IFTF Technological Horizon, Rod Falcon, en las ciudades del futuro, los espacios públicos tendrán incluso una función más vital que en las actuales. En la medida en que se reduzcan los espacios de vivienda[23] y las residencias se vuelvan demasiado compactas para recibir visitas, crecerá la demanda por espacio público, convirtiendo muchas calles en peatonales o en bicisendas y transformando las playas de estacionamiento en parques. Es decir, los espacios públicos se adaptarán a múltiples usos.

Otra transformación importante ocurrirá con el trabajo, que en su modalidad full time resultará anticuada a medida que la automatización robótica tienda a imponerse. Los puestos laborales ya se están descomponiendo en tareas cada vez más específicas y especializadas. Y los datos muestran que la robótica y la inteligencia artificial (IA) desplazarán buena parte de la fuerza de trabajo, de modo que las empresas del futuro, si es que llegan a necesitar labor humana, la empleará en proyectos creativos puntuales y no permanentes. Falcon apunta a otros servicios que producen "enlaces" –como Tinder para citas o Uber para viajes– y ya han sido exitosos en reunir a la gente a partir de sus deseos y necesidades, señalando que las clases de servicios que ya existen para personas que deambulan realizando trabajos freelance (como Fiverr y Gigwalk), serán cada vez más sofisticados.[24]

23 El "tiny house movement" o "small house movement" (en español, "movimiento de pequeñas casas"), es la denominación popular con que se alude a un movimiento arquitectónico y social que promueve la vida simple, en casas pequeñas. Este movimiento se está expandiendo a todo el mundo. Y en lo que se refiere a unidades de vivienda en edificios urbanos, ya ha conseguido modificaciones normativas en los códigos de edificación, que habilitan su construcción y comercialización.

24 Fiverr es un mercado en línea para servicios freelance. Fundada en 2010, la compañía tiene su sede en Tel Aviv, Israel, y proporciona una plataforma para que cualquier persona pueda ofrecer pequeños servicios a clientes de todo el mundo. A partir de 2012, más de tres millones de servicios fueron prestados en Fiverr. Servicios de intermediación similares son ofrecidos por Freelancer o Upwork de

La tecnología de reconocimiento facial, según se anuncia, puede convertir a la seguridad en algo tan simple como tomar una fotografía. La más sofisticada es Google Photos, con capacidad para reconocer quién o qué puede verse en una foto. Las ciudades del futuro podrán incorporar tecnologías de reconocimiento facial y de objetos en una amplia variedad de aplicaciones, desde la seguridad aeroportuaria a la protección de los hogares, señala Books Rainwater, director de City Solutions and Applied Research Center, de la National League of Cities. Rainwater especula, por ejemplo, con que en lugar de que cualquiera ingrese por una única puerta del frente de un edificio, el reconocimiento facial permitirá múltiples ingresos por cualquier parte. En otras palabras, el propio edificio se convertirá en el guardia de seguridad de la identidad de las personas.

Ya entrando en el terreno de la ciencia-ficción, los futurólogos anticipan cambios mucho más revolucionarios aún respecto de la fisonomía, organización y usos de las ciudades. Para el año 2050, se prevé no solo autos voladores, robots que realizan tareas tediosas y vuelos intergalácticos. Por ejemplo, proyectos como el Hyperloop (al cual me refiriera al comentar los pronósticos de Ian Pearson), un sistema de propulsión para transportar pasajeros en una cápsula que corre a través de un tubo a altísima velocidad, está en pleno desarrollo y se espera que esté en funcionamiento dentro de cinco años.

Dignos de mentes afiebradas, algunos pronósticos pueden sonar descabellados. Por ejemplo, el que prevé cambios de escala hoy inimaginables, como edificios de 8.000 pisos y 30 km. de altura, que colocará al Burj Khalifa de Dubai, con sus 163 pisos, en la categoría de enanismo edilicio. Como los ascensores convencionales no podrán ascender a estas alturas, se emplearán drones. Un informe de Samsung indica que drones masivos transportarán a las personas a los diferentes pisos porque los

---

Amazon. Gigwalk, por su parte, es la aplicación que permite a freelancers trabajar desde un Smartphone completando tareas bajo demanda y en función de la localización del proveedor del servicio, incluyendo cosas tan sencillas como fotografiar el menú de un restaurante cercano o responder preguntas sencillas sobre su servicio.

ascensores convencionales no podrán ser construidos para edificios de tal altura (Muoio, 2016). La capacidad de construir edificios mucho más elevados significará que también habrá puertos espaciales masivos que acortarán el tiempo de viaje hacia el espacio. Un puerto espacial en el futuro será, básicamente, un edificio super-alto, capaz de soportar el lanzamiento de un cohete. Ian Pearson imagina que la posibilidad de lanzar un cohete desde uno de estos edificios podrá acortar los viajes al espacio, requiriendo menos combustible.

Habrá muchas ciudades autocontenidas, con miles de residentes viviendo en un mismo edificio que contendrá una ciudad en su interior. Como los edificios tendrán infraestructuras nunca vistas, podrán servir como miniciudades individuales, autocontenidas, posible solución para enfrentar la superpoblación que seguramente provocará el incremento continuo de la esperanza de vida. Algunos también prevén que habrá hoteles y atracciones submarinas, como viviendas acuáticas, aunque otros futurólogos consideran que su costo sería prohibitivo.

Los edificios serán capaces de cargar, por sí solos, todos los aparatos que requieren energía a través de ondas radiales. No habrá que dar vueltas buscando un tomacorriente. Según el Wall Street Journal, los celulares se recargarán solos: varias *startups* compiten hoy para crear esta posibilidad, pero según Pearson, los *smartphones* serán obsoletos gracias a los avances en técnicas de realidad aumentada: desde una pulsera podrá desplegarse una pantalla sin necesidad de cargar un aparato. Magic Leap está avanzando en esta innovación tecnológica.

También los vehículos autónomos se recargarán por sí mismos. Hacia 2050, las ciudades construirán caminos que cargarán automáticamente a los vehículos en marcha. Y ya el Reino Unido está haciendo pruebas en tal sentido, por lo que puede llegar a ocurrir más pronto de lo que se supone.

Entre las evidencias de que el futuro ya llegó, puede mencionarse a la primera “ciudad inteligente” (*smart city*) que está construyendo Google en la ciudad de Toronto. Dentro de Alphabet, su compañía controladora, un grupo denominado Sidewalk Labs imagina, diseña, testea y construye

innovaciones urbanas para ayudar a las ciudades a resolver algunos de sus principales desafíos. En 2017 el grupo anunció sus planes para construir su primera "ciudad" conectada, un barrio llamado Quayside frente a la costa de Toronto y los planos ya han sido dados a conocer. El complejo consiste en una docena de torres que incluyen unas 3000 unidades de vivienda. Todos los edificios serán modulares y adaptables a las necesidades y la ciudad funcionará totalmente con energía solar, calefacción geotérmica e Internet 5G para todos los residentes.[25] Debajo de la ciudad, una serie de túneles servirán para realizar entregas de mercaderías y operación de camiones recolectores de residuos, todos operados por robots. Se contempla que las veredas estén calefaccionadas para derretir el hielo durante el invierno y que los edificios cuenten con lonas claras e impermeables para cubrir las áreas públicas para que puedan accederse incluso bajo fuertes aguaceros. Se espera que la ciudad pueda estar habilitada para los residentes hacia 2022.

Recapitulando: tecnología y cultura en la gestión pública

Como hemos podido observar, las ciudades inteligentes pueden llegar a ser una notable síntesis de las múltiples aplicaciones que hoy permite la convergencia de innovaciones tecnológicas de esta era exponencial. No se trata tan solo de inventos o dispositivos que simplifican tareas o reducen el esfuerzo humano, sino que implican sobre todo una profunda transformación cultural. Un cambio que históricamente, quizás por primera vez, abarca todas las dimensiones de la vida social. Nunca antes, en el lapso de apenas una generación, se modificaron tan radicalmente las pautas de

25 El sitio, de casi 5 hectáreas, se encuentra en una de las zonas de suelo urbano menos desarrollada de América del Norte y cubre unos 278.000 m2. Las normas de zonificación permiten que un 90% se destine a espacio residencial, pero Sidewalk Labs no ha especificado el número de unidades a construir. Es interesante destacar que se prevé utilizar *tall timbe*r como material de construcción, denominación genérica de nuevos materiales como laminados cruzados de madera, que se comparan con ventaja con el acero y el concreto, son ignífugos y aptos para construir edificios de hasta 35 pisos.

organización e interacción entre seres humanos, y de éstos con los objetos de la vida material. Estoy convencido de que el fenómeno común que atraviesa los procesos de innovación hasta aquí analizados, es el enorme impacto del cambio tecnológico sobre la cultura de nuestro tiempo.

La relación entre tecnología y cultura ha sido un tema frecuentemente planteado, tanto en la literatura académica como en la de ficción. Y si bien la precisa definición de cada uno de estos términos es todavía objeto de controversia, los autores generalmente interpretan que la tecnología es el agente fundamental del cambio social (Murphie y Potts, 2003:11). Este determinismo tecnológico se vincula con la vieja idea de progreso, expresada en términos industriales de velocidad de movimiento o volumen de producción. Como variable independiente, la tecnología tendría así ciertas propiedades y cursos de desarrollo, y produciría consecuencias diversas. En tal sentido, si una innovación técnica exitosa consigue ser implementada en una escala suficientemente grande, puede generar un nuevo tipo de sociedad (v.g., la "era del vapor", la "era de la electricidad" o, actualmente, "la era exponencial").[26]

Llevado este razonamiento al campo de la gestión pública –tema central de las preocupaciones de este libro–, cabría preguntarse si el determinismo tecnológico resultaría aplicable al posible impacto del desarrollo de tecnologías de gestión sobre los patrones culturales de las organizaciones estatales en las que se implantan. Como se verá enseguida, las tecnologías de gestión introducidas sólo en las últimas dos décadas, han transformado profundamente la cultura organizacional. Nuevas estrategias, estructuras y herramientas, casi todas originariamente adoptadas por el *management* privado, fueron sucesivamente incorporadas a la ges-

26 Ya hace casi medio siglo, Alvin Toffler (1972) advertía que la sociedad posindustrial debería protegerse de los efectos dislocadores que produciría la automatización y las tecnologías basadas en computadoras. El shock del futuro sería un estado psicológico que afectaría a la sociedad, sobre todo por una sobrecarga de información en un período muy breve. De hecho, su advertencia se está cumpliendo, dada la creciente dificultad del ser humano de procesar la catarata informativa a la que es sometido actualmente por el desarrollo de las TIC.

tión pública, transformando las actitudes, los hábitos, las metodologías de trabajo, los incentivos laborales y los comportamientos del personal.

Sin embargo, una cosa es el impacto cultural de las tecnologías de gestión, que producen algunos de los cambios recién citados, y otra muy diferente, el impacto del cambio tecnológico a escala social sobre la capacidad institucional del estado para anticipar, orientar o fomentar ese proceso; o, por el contrario, para contrarrestar sus posibles consecuencias indeseables. En su condición de máxima organización de una sociedad, el aparato estatal es, al mismo tiempo, comprador, empleador, regulador, promotor y financiador de actividades económicas y sociales. Y si bien algunas de las transformaciones de la era digital y el gobierno abierto pueden tener directa incidencia sobre el mejoramiento de las tecnologías de gestión estatal y, por lo tanto, de su capacidad institucional, lo que está en juego en este proceso de aceleración del cambio tecnológico es algo diferente: ni más ni menos que la velocidad con que las instituciones estatales conseguirán desarrollar nuevas capacidades de anticipación, adaptación e intervención frente a la magnitud y rapidez del proceso de cambio que se avecina. Por eso, en la segunda parte de este libro, el análisis estará centrado en estas cuestiones, que, a no dudarlo, tendrán un lugar destacado en la agenda estatal de los próximos años.

• • •

CAPACIDADES ESTATALES FRENTE A LA DISRUPCIÓN TECNOLÓGICA

En esta segunda parte del libro trataré, en primer lugar, las tendencias que pueden observarse en la gestión pública en materia de adopción de innovaciones tecnológicas –como las tratadas en la primera parte– que a lo largo de las últimas dos décadas han aumentado la capacidad de los gobiernos para producir bienes, regulaciones y servicios con mayor especificidad, eficiencia y rapidez. Luego de analizar diferentes estrategias y herramientas de gestión, trasladaré el foco de análisis hacia una preocupación diferente, preguntando si esta mayor capacidad estatal resulta suficiente para diseñar y ejecutar políticas que den adecuada respuesta a las cuestiones socialmente problematizadas que plantea la era exponencial. Es decir, si los estados –gobierno, parlamento, tribunales de justicia– poseen la capacidad suficiente para resolver los problemas (tecnológicos, económicos, jurídicos, culturales, medioambientales y políticos) que genera al sector público esta cuarta revolución industrial.

Paradigmas y modelos "noroccidentales"

Un siglo de experiencia en procesos de reforma y modernización de la gestión pública permite afirmar que en la adopción de paradigmas, modelos y tecnologías destinados a la transformación del estado, los académicos y consultores especializados de los Estados Unidos han sido protagonistas indiscutidos. De igual modo es fácilmente constatable que las modas académicas allí originadas y las innovaciones que sucesivamente fueron incorporadas en los procesos de gestión pública de ese y otros países centrales, tuvieron una influencia significativa en el diseño de las estrategias de reforma adoptadas por los países en desarrollo. A su vez, el papel financiero y de asistencia técnica de bancos, agencias y organismos multilaterales, patrocinados en gran medida por los Estados Unidos, fue la correa de transmisión necesaria para promover –y a veces imponer– la adopción de dichas innovaciones en el mundo en desarrollo. Es cierto que por lo general ha existido un rezago temporal entre la temprana adopción tecnológica en los países centrales y su replicación en los emergentes. Pero tarde o temprano, esas novedades tendieron a imponerse.

Si esta interpretación resulta aceptable, es posible conjeturar que muchas de las innovaciones recientes adoptadas en Estados Unidos y otros países centrales –sobre todo aquellas que han atravesado exitosamente la etapa de casos piloto, se han difundido y terminaron por institucionalizarse–, también terminarán por ser adoptadas en el resto del mundo. Además, y esto es lo que realmente importa en el contexto de este trabajo, es altamente probable que una serie de tecnologías de gestión que todavía se encuentran en un estado de desarrollo incipiente, pero cuya adopción los expertos anticipan como inevitable en un futuro previsible, también acabarán por ser incorporadas en las administraciones públicas como las de América Latina.

Las conferencias Minnobrook, organizadas por la Maxwell School of Citizenship and Public Affairs de la Universidad de Syracuse, se cuentan

entre las más prestigiosas en el campo de la administración pública.[27] En 2018, al celebrar el medio siglo transcurrido desde su primera edición, se llevó a cabo una conferencia especial para evaluar el pasado y futuro de la Administración Pública. Entre los distintos temas analizados, se dedicó un capítulo especial a la cuestión de la automatización y la inteligencia artificial. Los principales hallazgos en esta materia fueron sintetizados del siguiente modo:

> La automatización avanzada, incluyendo inteligencia artificial, *machine learning* y otras formas de automatización algorítmica, así como el uso por estos sistemas de *big data*, crean inmensas e inéditas posibilidades, tanto en términos de beneficio como de daño social. Los sistemas automatizados deberían aumentar (y no reemplazar) la toma de decisiones por seres humanos. El dinámico desarrollo de estas tecnologías, unido al naciente estado de la investigación en ciencias sociales sobre estos temas, ha conducido a desacuerdos en la administración pública acerca del papel apropiado que cumplen las tecnologías emergentes en la gobernanza. Los grados de optimismo sobre la verdadera capacidad de estos sistemas, la posibilidad de efectiva implementación y los genuinos beneficios y costos, tanto en el plano fiscal como en el de programas sociales, varían considerablemente. La utilización actual de estas tecnologías ha generado beneficios observables, incluyendo ganancias de eficiencia y efectividad en sus aplicaciones a "ciudades inteligentes", detección de fraudes y seguridad nacional. Al mismo tiempo, tales tecnologías pueden amplificar ciertos sesgos estructurales e inequidades, o enfrentan la imposibilidad de auditar decisiones y riesgos asociados con la excesiva confianza en

27 La Conferencia de Minnowbrook, celebrada en la Universidad de Syracuse en 1968, fue en el terreno del discurso académico, la primera ruptura importante respecto de la Administración Pública Tradicional. Se desarrolló allí una nueva perspectiva sobre este campo académico, conocida como la "perspectiva de Minnowbrook", cuyos aportes se incorporaron al libro Toward a New Public Administration (Marini, 1971). Desde entonces, la conferencia se celebra cada veinte años, por lo que tuvo lugar una en 1988 y otra en 2008, previéndose la próxima para 2028.

> la reducción cuantitativa de fenómenos sociales complejos. La administración pública puede contribuir al pensamiento crítico acerca de los contextos y situaciones en los que los beneficios de utilizar estas tecnologías pueden llegar a superar los riesgos, así como sobre cómo evaluar su uso potencial ex ante y su uso observado *ex post*.

Si bien este diagnóstico no agrega demasiado a la reflexión y argumentos desarrollados en este libro, condensa en ajustados términos los principales desafíos resultantes de los impactos de las tecnologías de la era exponencial en la gestión pública. Es importante señalar que estas conclusiones se plantean en un ámbito intelectual que expresa un pensamiento representativo de la disciplina entre académicos y profesionales del mundo desarrollado, donde la innovación tecnológica ha alcanzado una difusión mucho más generalizada que la observable en los países emergentes. Por eso, también vale la pena reproducir las principales recomendaciones acordadas por los participantes de la *Minnowbrook at 50*:

> La academia y la práctica de la administración pública deben enfrentar y abordar los impactos de las tecnologías emergentes. Desafortunadamente, esta cuestión ha sido ignorada fuera de un selecto grupo de revistas especializadas. La inteligencia artificial, la automatización y la cada vez más difundida medición y análisis de cómo las políticas y acciones públicas son afectadas por estas tendencias, deberían ser objeto de debate central dentro de este campo. Los estudiosos de la administración pública deben tratar tales cuestiones para expandir la relevancia y comprensión de la gobernanza del siglo XXI. Un marco integrador que evalúe la utilidad de la inteligencia artificial y su impacto sobre la discrecionalidad humana, enfocado en dos lentes principales –niveles de gobernanza y consecuencias para la acción gubernamental– ayudaría a promover y mejorar la investigación relacionada con las tecnologías emergentes y la gobernanza. Los criterios evaluativos para ponderar el riesgo y beneficios de estas tecnologías podrían enfocarse en aspectos tales como efectividad, eficiencia, equidad, capacidad gerencial y legitimidad política.

¿Por qué interesan estos temas? Porque las futuras herramientas de gestión deberán emplear los mismos soportes tecnológicos que, con un alcance mucho mayor, transformarán profundamente las pautas de organización e interacción de la vida social: nuestro hábitat, costumbres y modalidades de recreación, la manera de informarnos, comunicarnos, transportarnos, alimentarnos o atender nuestra salud. La veloz irrupción de la era exponencial está creando oportunidades hasta hace poco inimaginables para mejorar la calidad de vida en nuestro planeta, pero al mismo tiempo genera legítimos temores acerca de los riesgos y desafíos implícitos en algunos desarrollos tecnológicos que caracterizan a esta cuarta revolución industrial.

Como máxima instancia de organización y articulación de relaciones sociales, cabe al Estado intervenir para minimizar los riesgos y enfrentar los desafíos que plantea esta aceleración del proceso de transformación actual. Así lo entienden los especialistas norteamericanos y europeos, que desde hace un tiempo vienen analizando y reflexionando acerca del futuro de la gestión estatal. Se preguntan, al respecto, cuál es la significación de las innovaciones tecnológicas desde el punto de vista de la gestión pública. Algunos, por ejemplo, se limitan a formular este interrogante y, a veces, a ofrecer pronósticos variados. Otros se animan a proponer recomendaciones o políticas, con diferente grado de especificidad.

En un reciente volumen dedicado al tema, se proyecta un posible escenario de cómo serán los gobiernos en 2040 en el que, según sus autores, parecerían definirse dos tipos de desarrollo paralelos (Abramson, Chenok y Kamensky, 2018). Primero, las nuevas tecnologías producirán una reasignación de recursos (humanos, financieros y estructurales). Segundo, como consecuencia de los cambios tecnológicos, se modificará profundamente la manera en la que la gente trabaja e interactúa, lo cual replanteará el trabajo gubernamental, incluyendo la prestación de servicios, el involucramiento ciudadano y los modelos de negocios.

Al especificar su visión sobre estas transformaciones, el citado trabajo identifica tres agentes de cambio tecnológico destacables:

- La inteligencia artificial y aumentada (IA) generará nuevas realidades. Los avances en IA modificarán sustancialmente los roles, tanto dentro del gobierno como entre el gobierno y la ciudadanía. Con la IA, se automatizará todo el trabajo rutinario y repetitivo de la administración pública en áreas operativas tales como gestión de recursos humanos, adquisiciones, subsidios, finanzas, etcétera. Ello liberará a los funcionarios públicos del papelerío que todavía insume enormes esfuerzos y les permitirá dedicarse a tareas de mayor calificación. La clave radicará en un esquema centrado en las personas, que al interactuar con máquinas inteligentes (o robots), amplificará las capacidades humanas a través de la inteligencia aumentada. O sea que la gestión pública en el futuro dependería de la identificación de mecanismos para incrementar las capacidades personales de equipos trabajando en red y atravesando sectores, para mejorar el desempeño y la prestación de servicios, contando con asistentes digitales y máquinas capaces de aprender para amplificar las fortalezas de los equipos, mitigar déficits de capacidad e incrementar la eficacia.
- Los datos permitirán progresar. La creciente disponibilidad y uso de datos redefinirá el modo en que la alta gerencia pública empleará el conocimiento y la percepción para analizar el desempeño, tomar decisiones y prestar servicios. Los futuros "gerentes de datos" supervisarán una fuerza laboral virtual compuesta por equipos que agregarán datos en espacios digitales y los procesará casi instantáneamente a través de redes inalámbricas de octava generación (Gordon, 2018). La clave para esta creciente utilización de los datos dependerá de empoderar al personal de línea, identificándolos en función de la misión y objetivos del gobierno, y dándoles acceso inmediato a la información que necesiten para una eficaz realización de sus tareas (Metzenbaum, 2018).
- Los servicios gubernamentales pasarán a basarse en plataformas. Hacia 2040, el gobierno se definirá estrictamente como una plataforma para la producción y entrega de una amplia variedad de actividades y servicios que podrán ser mezclados y combinados (Rao, 2018).

A partir de esta visión sobre el desarrollo tecnológico se esperan tres clases de impactos sobre el futuro del gobierno: 1) estará más orientado al ciudadano, 2) estará más basado en redes y 3) verá incrementada la participación voluntaria de los ciudadanos en su gestión. Estas tendencias destacan, particularmente, el tipo de interacciones que caracterizará a las relaciones entre gobierno y sociedad, así como el rol de los ciudadanos como usuarios y corresponsables de la formación de las políticas públicas.

También ocurrirán importantes transformaciones en la propia dinámica de la organización y gestión gubernamental, sobre todo en las modalidades de trabajo del aparato estatal y en la concepción sobre los servicios públicos. Las metodologías ágiles, el diseño centrado en el usuario,[28] la innovación abierta y las ciencias de comportamiento, producirán cambios que trascienden la arquitectura y las estructuras tecnológicas de los gobiernos (Santiso, 2019). En el marco de la corriente que algunos denominan *New Practice of Public Problem Solving* (o Nueva práctica de resolución de problemas), los principales cambios, que ya están ocurriendo, se resumen de este modo:

- Gestión por problemas específicos, buscando resultados de corto plazo y midiendo impactos. El foco se centra en poblaciones concretas y problemas reales, tratando de hallar soluciones rápidas y factibles en interacción con los destinatarios.
- Enfoques abiertos y flexibles, buscando soluciones innovadoras dentro y fuera de las instituciones públicas. Se promueven vínculos con *startups* digitales, fomentando la competitividad y diversidad de las empresas que trabajan con las instituciones públicas. Se desarrolla un flujo e intercambio constante de información, nuevas ideas y conceptos.

28 Se trata de un proceso iterativo de diseño de productos o servicios que a través de las distintas fases del proceso y empleando diversas técnicas y métodos de investigación, involucra a los usuarios finales y toma en cuenta sus demandas o necesidades específicas, facilitando su acceso y utilización.

- Esquema de trabajo basado en la experimentación, evaluación permanente e iteración. Se prefiere aprender de los fracasos, rediseñando los servicios a partir de una retroalimentación continua por parte del ciudadano o usuario. Se requiere capacidad estatal para entender y aprovechar el potencial de las nuevas tecnologías en el diseño e implementación de los productos o servicios.
- Búsqueda de impacto a escala. Se plantea la necesidad de evaluar las condiciones de replicabilidad de la solución digital, intentando identificar desde el inicio los eventuales obstáculos para escalarla, tales como posibles reticencias políticas, barreras regulatorias, falta de capacidades para su implementación, o problemas presupuestarios.

Por su parte, Suárez y Abdallah (2019) señalan que en el itinerario para que los líderes del sector público consigan prepararse para una era disruptiva, deben considerar siete imperativos diferentes:

- Promover la confianza y la transparencia: implica incrementar la toma de conciencia y conocimiento acerca de la legislación sobre privacidad; compartir con la ciudadanía la agenda de IA, destacando especialmente qué fuentes de datos son utilizadas para construir ciertos algoritmos clave; y recoger opiniones y puntos de vista de todas las partes involucradas –sobre todo ciudadanos– respecto a la agenda de IA.
- Construir partenariados público-privados disruptivos: consiste en identificar fuentes de datos reunidos por cada parte (pública o privada) y alimentar nuevos algoritmos para obtener mayor discernimiento; compartir recursos humanos de ambos lados, permitiendo una más rápida fertilización cruzada de ideas y construcción de capacidades; involucrar al ciudadano en la co-creación y desarrollo de nuevas ideas y modelos colaborativos; y utilizar la creación de ideas para pensar anticipadamente en nuevas regulaciones y marcos jurídicos requeridos.
- Equilibrar innovación y regulación: mantener, para ello, una permanente atención sobre la aparición de soluciones digitales de vanguardia

que pueden ser empleadas para satisfacer necesidades sociales y adelantarse a la curva de esos desarrollos, asegurando que tal mecanismo ha sido incorporado al esquema de gobernanza del sector público; diseñar regulaciones que recojan insumos del sector empresario y sean creados con el espíritu de establecer estándares que eleven la calidad y reduzcan los costos del sector privado, en beneficio de la ciudadanía; crear cuerpos de conocimiento ligados a estos estándares, que puedan convertirse en línea de base de Centros de Excelencia innovadores y puedan aprovecharse en el sector privado; desarrollar principios generales de diseño de futuras regulaciones, que puedan adaptarse frente a nuevas innovaciones aún si la tecnología cambia, e incluyan "líneas rojas" que no puedan ser cruzadas, así como límites dentro de los cuales puedan moverse las regulaciones; y encomendar la creación de tecnologías especiales o tareas de diseño enfocadas en áreas de interés seleccionadas, para un conocimiento digital en la institución.

- Adoptar decisiones facilitadas por big data: comenzar con un foco en la calidad de los datos, asegurando una captura precisa de sets de datos estructurados; girar hacia una mentalidad de datos abiertos, asegurando su acceso y buscando fuentes alternativas de información y nuevos indicios cuando se trata de adoptar decisiones críticas; remover todos los silos de datos; hacer crecer gradualmente el nivel de sofisticación en el análisis de datos, desde la descripción (mirando atrás) a la predicción (mirando adelante) y a la analítica prescriptiva (automatizando ciertas decisiones); involucrar a múltiples y relevantes actores del sector privado y la comunidad, en el proceso de toma de decisiones.
- Ser digital: supone desarrollar una agenda digital para la organización de que se trate, que incluya competencias, mentalidades y resultados deseados; asegurar la adopción de un enfoque concentrado en 3 o 4 conductas (v.g. reuniones matutinas o talleres comunitarios semanales) que promoverán, desde arriba, la mentalidad y cultura de ser digital (los criterios respecto a cuál debe ser el foco se basan en la aplicabilidad, visibilidad, mensurabilidad, velocidad de impacto y fa-

cilidad de implementación); promover una cultura dígito-céntrica más amplia, que invite al desafío y el debate, a la búsqueda de oportunidades para mejorar la prestación tradicional de servicios y funcione de manera colaborativa a través de departamentos y equipos; comunicar el propósito digital de la organización, sus necesidades y prioridades; y alinear progresivamente las capacidades, procesos, personal, sistemas e indicadores clave de desempeño de la organización, para reforzar la identidad digital.

- Crear talento "renacentista"*:* evaluar las capacidades críticas requeridas para que la organización pueda desempeñarse frente a las exigencias disruptivas actuales y futuras, lo cual implica la búsqueda de insumos y realimentación sobre talento humano, sus tendencias y desarrollos contextuales; crear una propuesta de valoración del talento que haga atractiva a la organización frente a la competencia de las empresas *tech* u otras (v.g., factores diferenciales, foco en el impacto social, etcétera); seleccionar, para el "Renacimiento", talento multi-disciplinario (digital, industrial, funcional, etc.) para que se desempeñe según lo requieran las necesidades actuales y futuras, y enraizar el talento para extender la centricidad digital a equipos no digitales; identificar proyectos de alto impacto que puedan acelerar las capacidades multidisciplinarias para crear escala, construir capacidades "a prueba de futuro" y conocimiento institucional dentro de la organización; establecer una conexión continua con el sector privado y expertos en materias específicas, y contribuir a la agenda de transferencia de conocimientos a través de diversos grupos comunitarios.
- Crear desempeños holísticos y centrados en el ciudadano en los niveles de gobierno nacional, regional y local: adoptar un índice de "Buen Vivir" o equivalente, para medir factores sociales, ambientales, económicos u otros, de una manera holística; elegir, desde las posiciones de liderazgo en el sector público, uno o dos tipos de comportamiento modal que envíen una señal a sus organizaciones de que los ciudadanos están en el centro y son la clave de la misión del sector público; poner el foco, de manera proactiva, en la trazabilidad y pronóstico de las

necesidades de los ciudadanos, así como de sus necesidades futuras, a través del uso de *big data* (macro-tendencias); mejorar el tablero de mando de modo que incluya dos o tres indicadores clave estrechamente relacionados con las prestaciones a los ciudadanos (v.g., tiempo de espera en los trámites) y comenzar a monitorear el desempeño y las raíces de sus resultados; establecer una realilmentación clara, comprometiendo a los ciudadanos mediante canales de monitoreo que impacten directamente en los servicios gubernamentales.

Se espera entonces que la revolución tecnológica imponga modalidades de trabajo, mucho más colaborativas, transversales y experimentales, que deberán sobreponerse a una cultura burocrática regida por reglas y controles. Las nuevas unidades de transformación digital, con su enfoque en estos cambios organizativos y culturales al interior de las entidades públicas, pueden proveer una suerte de laboratorio para la innovación y convertirse en pieza fundamental de transformación del estado. Si ello ocurriera, las innovaciones tecnológicas redefinirán la cultura de la gestión, es decir, la forma en que se organiza, se opera, se compra y se proveen los servicios públicos en la era digital.

La caja de herramientas del *management*

Es indudable que las ideas y herramientas desarrolladas en el campo de la administración privada han anticipado la mayoría de las estrategias de reforma luego adoptadas en el sector público, proceso que se viene repitiendo desde la época de la “administración científica” iniciada por Frederick Taylor a fines del siglo XIX. Recientemente, el IBM Center for the Business of Government, organización que promueve estudios sobre herramientas de gestión aplicables al sector público, identificó las principales iniciativas inspiradas desde el *management* privado, que fueran implementadas por

los gobiernos durante los últimos veinte años (IBM Center for the Business of Government, 2017).[29] Y las clasificó en cuatro categorías:

- Tecnologías para mejorar la gobernanza,
- herramientas para mejorar la gobernanza,
- estrategias para mejorar la gobernanza,
- estructuras organizacionales para mejorar la gobernanza.

En su inmensa mayoría, sino en su totalidad, estas herramientas aprovechan o incorporan las innovaciones posibilitadas por el desarrollo de TIC y otras tecnologías de la era exponencial. El siguiente listado enumera las innovaciones relevadas:[30]

TABLA 1: HERRAMIENTAS DE MANAGEMENT INCORPORADAS A LA GESTIÓN PÚBLICA

1. Computación móvil.	26. *Crowdsourcing.*
2. *Big data.*	27. *Balanced scorecard.*
3. *Cloud computing.*	28. *Performance-based contracting.*
4. Sistemas de información geográfica.	29. Planeamiento estratégico y fijación de metas.

29 Lo hizo a partir del análisis de 350 informes producidos por la organización entre 1998 (año de su fundación) y 2018. El listado fue utilizado como base de una encuesta dirigida a un amplio número de especialistas, para que juzguen el impacto relativo de cada una de las mismas en la gestión pública gubernamental. A la fecha de escribir este trabajo, no se habían obtenido aún los resultados de la encuesta.

30 En esta sección me limitaré a transcribir el listado de innovaciones consideradas. He optado por mantener las denominaciones en inglés cuando juzgué que la innovación no tiene un equivalente muy conocido en castellano o cuando se las suele designar en su idioma original. En un Apéndice se transcriben nuevamente estas innovaciones, con su correspondiente definición.

5. *E-commerce*.	30. Co-producción.
6. Gestión según categorías.	31. *Customer-centric delivery*.
7. *Benchmarking*.	32. Gestión del riesgo empresario.
8. *Agile delivery*.	33. Innovación.
9. Planificación de reemplazo.	34. *Civic engagement*.
10. *Public-private sourcing*.	35. Colaboración intergubernamental.
11. Redes sociales.	36. Partenariados público-privados.
12. Pago según desempeño.	37. Gobierno abierto.
13. Contratación como servicio.	38. Sustentabilidad.
14. *Data analytics*.	39. *Enterprise approaches*.
15. Evaluación de desempeño vía datos.	40. *Incident response model*.
16. Costos basados en actividad.	41. Gestión del riesgo de ciberseguridad.
17. *Earned-value management*.	42. Gestión de la cadena de suministro.
18. *Data visualization*.	43. Colaboración inter-agencia.
19. *Performance budgeting*.	44. Colaboración intersectorial.
20. *Executive development*.	45. Servicios compartidos.
21. Evaluación de programas.	46. *Integrated service delilvery*.
22. *Lean six sigma*.	47. *CXO positions*.
23. Planificación de recursos humanos.	48. *CXO councils*.

24. Tableros	49. *President's Management Council (PMC).*
25. Toma de decisiones basada en evidencia	50. *Innovation offices.*

Fuente: Listado adaptado de IBM Center for the Business of Government, 2017.

Como puede observarse, en solo dos décadas se introdujeron, al menos, medio centenar de innovaciones tecnológicas en las estrategias, herramientas y estructuras imaginadas para mejorar la gobernanza y la gestión pública. Muchas de ellas fueron facilitadas por Internet a través de su progresivo desarrollo (web 1.0, 1.5, 2.0). Y, en general, su adopción obedeció a la necesidad de responder a las exigencias de una gestión pública crecientemente expuesta a las tendencias señaladas en la sección introductoria, que han aumentado la complejidad y conflictividad de las agendas estatales.

¿Qué puede esperarse hacia el futuro en la adopción de tecnologías capaces de mejorar el desempeño en la gestión pública? Según mi conocimiento, esta pregunta no se plantea con frecuencia en los países menos avanzados. Ni la academia ni los centros especializados de los propios gobiernos se proponen responderla a partir de reflexión sistemática y evidencia empírica.[31] No es el caso de Europa y los Estados Unidos, donde esta preocupación alienta a numerosos programas de investigación académica y tecnológica.

Resulta interesante, al respecto, un estudio conducido por el IBM Center (2018), específicamente orientado a proponer medidas para mejorar el desempeño y reducir los costos del gobierno federal norteamericano,

31 Los llamados "Laboratorios de innovación", que han proliferado en los últimos años en muchos países, intentan responder a esta falencia. Un reciente estudio (Rodríguez, 2018), que compara laboratorios de este tipo en diferentes partes del mundo, observa que los europeos, a diferencia de los de América Latina, dedican predominantemente su actividad a temas de innovación pública.

que llega a cuantificar los ahorros que podrían derivarse de la adopción de cuatro estrategias diferentes: 1) mejorar la gestión de recursos, 2) mejorar el proceso decisorio, 3) invertir en tecnología moderna y 4) optimizar procesos. A través del análisis de varios casos y su extrapolación al universo del sector público federal de los Estados Unidos para reflejar la dimensión y alcance del gobierno, el estudio estimó las oportunidades de ahorros de costos que podrían obtenerse en un período de diez años. La suma es escalofriante: 1,1 billones de dólares. Vale la pena reproducir el cuadro que desagrega las cuatro estrategias según el tipo de tecnologías a adoptar:

TABLA 2: OPORTUNIDADES DE REDUCCIÓN DE COSTOS EN 10 AÑOS

AREA DE REDUCCIÓN DE COSTO	ESTIMACIÓN 10 AÑOS
Mejora de la gestión de recursos	
Servicios compartidos	47 000 millones
Prevención del fraude y de pagos impropios	27 0000 millones
Mejora de las decisiones públicas gubernamentales	
Computación analítica y cogniltiva	20 5000 millones
Inversión en tecnología moderna	
Modernización TIC	11 0000 millones
Ciberseguridad, TI móvil, Internet de las cosas	Evita costos, mejora eficiencia
Optimización de procesos	
Adquisiciones y cadena de suministros	50 0000 millones

AREA DE REDUCCIÓN DE COSTO	ESTIMACIÓN 10 AÑOS
Uso de energía	3 000 millones
Total de reducción potencial de costos, 10 años	***1,1 billones***

Fuente: traducido de IBM Center for the Business of Government, 2018.

En cada una de estas áreas, el estudio ilustra las posibilidades de ahorrar costos y mejorar resultados, a través de casos en que se utilizaron avances tecnológicos para lograrlos, sobre todo en materia de computación analítica y cognitiva.[32]

Creo, sin embargo, que en los próximos años las exigencias de la gestión pública serán mucho mayores, dada la vertiginosidad de las transformaciones que caracterizan al desarrollo científico y tecnológico, en

32 No estoy en condiciones de juzgar el valor de estas estimaciones que, a simple vista, parecen excesivamente optimistas. Cito, de todas maneras, tres casos para que pueda apreciarse el tipo de mejoras que plantea el estudio: 1) A través de un acuerdo de servicios compartidos con la Office of Personnel Management, un proveedor consolidó en 4 centros de servicios, 26 sistemas de liquidación de haberes. También migró sistemas de recursos humanos. Ello redundó en una reducción de 1,6 billones de dólares en los costos de gestión de RRHH, en el período 2004-2015. 2) En otra área, el Internal Revenue Service, a través de su programa de revisión de declaraciones juradas, identificó, solo en 2014, más de 10 billones de dólares en pedidos de reintegro fraudulentos. 3) Por último, el Center for Medicare & Medicaid Services, que también estableció una unidad para identificar reintegros fraudulentos, decidió en 2011 reducir en 10% las infecciones intrahospitalarias. Luego de evaluar mediante técnicas de computación cognitiva más de un millón de casos por año, su análisis ayudó a detectar patrones, tendencias y prioridades que permitieron intervenciones programadas. El organismo estima que fallecieron 50000 pacientes menos en hospitales entre 2010 y 2013 por infecciones intrahospitalarias, reduciéndose los costos en 12 billones de dólares. Las capacidades cognitivas de la tecnología actual permiten detectar evidencia a partir de sets de datos estructurados y no estructurados, transformando esos datos en inferencias.

esta era exponencial en la que la humanidad ya está inmersa. Con toda seguridad, muchos de esos avances podrán aplicarse a la reducción de costos y la mejora de la gestión. Pero la preocupación que deseo subrayar, resulta de comparar la magnitud de los futuros desarrollos con la capacidad institucional del estado para anticipar o corregir a tiempo algunas de sus tendencias y posibles consecuencias. Sobre todo, en los países donde ni siquiera se ha tomado conciencia de estos futuros impactos ni, menos aún, iniciado acciones para enfrentarlos.

Dilemas frente al cambio exponencial

Las nuevas herramientas de gestión analizadas en la sección anterior son, simplemente, eso: tecnologías de apoyo que incrementan la capacidad de obtener y procesar datos para mejorar el proceso decisorio en la provisión de bienes y servicios públicos. Sobre todo, aceleran y mejoran la calidad de la información disponible para quienes deben adoptar decisiones, sea porque aumentan la velocidad con que se obtienen los datos, porque permiten conocer mejor la naturaleza de los problemas a resolver o porque incorporan al proceso decisorio a más actores relevantes. Pero no aseguran, en modo alguno, que las opciones elegidas permitirán enfrentar exitosamente la disrupción tecnológica. Para eso, será necesario imaginar tecnologías sustantivas en los distintos campos en los que incursiona el estado (económico, cultural, laboral, jurídico, científico, sanitario, etc.). Estas tecnologías deberían responder, según los casos, a diversas políticas sustantivas que aprovechen las ventajas de la disrupción tecnológica y eviten sus riesgos. En su aplicación práctica, estas políticas podrían manifestarse en acciones de promoción, regulación, inversión, capacitación, suministro u otras, según los objetivos perseguidos en cada caso.

¿Qué dilemas deben resolver los estados frente al cambio exponencial? Las tecnologías disruptivas les plantean un dilema esencial, que bien ilustra metafóricamente el mito de Pandora, es decir, optar entre aceptar el regalo de Zeus manteniendo cerrada la caja recibida o ceder a la curiosidad y abrirla, desconociendo si habrá riquezas o si, tras la apertura, 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 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 potenciales de estas innovaciones?

No necesito confesar que no soy un especialista en las tecnologías examinadas en este libro: 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 permite extraer algunas conclusiones y efectuar algunos señalamientos para una posterior reflexión. Por empezar, la metáfora de Pandora puede valer para los empresarios CyT, pero su "caja", por cierto, 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.

Una preocupación semejante fue planteada recientemente por un *think tank* sudafricano, en un interesante trabajo donde se proyectaban escenarios alternativos para el futuro digital de África (CENFRI, 2018). Su objetivo era estimular un debate alrededor de las opciones que los decisores políticos africanos deben elegir para responder a las fuerzas e incertidumbres que están dando forma a la economía digital del continente. Las preguntas que plantea ese trabajo son bastante coincidentes con algunas que se plantean en este libro: ¿En qué medida los datos y la

tecnología estará gobernada de modo que contribuya a la seguridad en el uso de internet y a la seguridad de la gente? ¿Hasta qué punto la centralización de la economía digital restará a África la autoridad para adoptar decisiones, desplazando el *locus* del poder?

Para responder a estos interrogantes, el trabajo imagina una conferencia que tendría lugar en el año 2048, en la que tres disertantes, que representan tres posiciones diferentes frente a los impactos del cambio tecnológico, se refieren a sus respectivas experiencias con respecto a la regulación. Los tres escenarios son: 1) de indiferencia frente a los desarrollos, en el que los reguladores adoptaban una posición del tipo "esperemos y veamos" con respecto al mundo digital; 2) de restricción, en que los políticos se mostraban temerosos del mundo digital y los reguladores optaban por restringirlo o impedir su desarrollo; y 3) de adaptación, en el que los reguladores habían adoptado una actitud proactiva y los ciudadanos priorizaban el desarrollo de tecnologías novedosas, controlando y dando forma a este proceso. Sería ocioso extenderme sobre el escenario favorito de los autores del trabajo y el mío propio.

Personalmente, el escenario que más me preocupa es el primero, el de la indiferencia, es decir, aquel en el que los decisores políticos del mundo en desarrollo adviertan, tardíamente, que la brecha tecnológica ya es imposible de cerrar o que la no regulación oportuna permitió que se produzcan perturbaciones sobre la economía y la sociedad difíciles de resolver. En tal sentido, la literatura y el material consultado sobre el tema me permiten observar que, al menos en el mundo desarrollado, existe una clara conciencia y preocupación acerca de los desafíos que las comentadas innovaciones crearán a la gestión estatal.

Nadie espera, por supuesto, que la apertura de la "caja de Pandora" desate todos los males ya que, al menos 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 inteli-

gencia 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 movilizarse 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 de divisas 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, esto es, los del lado del "haber". Pero al mismo tiempo, desde el 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.

Al comienzo de este libro planteé tres razones para justificar su abordaje, que en resumen se relacionaban con 1) los impactos económicos y sociales de las innovaciones tecnológicas, 2) sus consecuencias sobre la profundización de las disparidades entre países y 3) los problemas éticos y culturales que pueden plantear. Las retomo en esta parte del trabajo.

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.[33] 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, etcétera. 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 po-

33 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) puedan 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 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.

ner en marcha proyectos de promoción, co-producción, 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, lo que impactará directamente sobre el mercado laboral. Pero a la vez, el surgimiento de otras empresas, productos y servicios, 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.

Los gobiernos también deben estar alertas a la posibilidad de que sus políticas de promoción de la innovación tecnológica se vean desvirtuadas por la comisión de fraude por parte de empresas beneficiadas por el apoyo estatal a sus actividades, lo cual no sólo supone la difusión de prácticas corruptas entre actores públicos y privados, sino además una pésima asignación de recursos socialmente valiosos. Un reciente estudio (Wang, S. y Li, 2020) pudo establecer que de un total de 467 empresas tecnológicas chinas que recibieron subsidios gubernamentales para llevar a cabo innovaciones tecnológicas, más del 50% cometió fraude en la asignación de sus recursos. A diferencia de las compañías honestas, las fraudulentas mostraron una menor tendencia a reclutar personal talentoso o a invertir en innovaciones realmente significativas durante el período posterior a la obtención de los subsidios.

A veces, la capacidad reguladora puede verse debilitada por la acción de los propios usuarios, como cuando demuestran lealtad a las grandes empresas de plataformas y se convierten en un serio obstáculo a la acción reguladora del estado. Según Culpepper y Thelen (2019), un aspecto distintivo de ciertas empresas tecnológicas es su “poder de plataforma”. Son empresas de gran escala económica que deciden cuáles deben ser los términos a través de los cuales un gran número de consumidores ac-

ceden a bienes, servicios e información. Estas firmas se benefician de la deferencia recibida de parte de los decisores políticos, pero esta deferencia no deriva primordialmente de una influencia directa a través de actividades de *lobbying* o contribuciones de campaña, ni se funda en la amenaza de retirar sus inversiones. Las compañías con poder de plataforma se benefician, más bien, de la lealtad de sus consumidores, que pueden desplegar una formidable capacidad opositora a regulaciones que amenacen a estas plataformas. Pero así como esta lealtad de los consumidores permite explicar en parte el poder que ejercen estas empresas de plataforma, también arroja luz sobre sus vulnerabilidades, como las que derivan de eventos inesperados (v.g., las revelaciones de Snowden o el *affaire* Facebook-Cambridge Analytica) que quiebran la alianza consumidor-plataforma o redefinen las identidades políticas de los consumidores en su rol de ciudadanos. Resulta interesante, en tal sentido, la reflexión que los citados autores efectúan respecto al hecho de que la economía política no ha considerado como muy relevante el papel de los consumidores en los modelos dominantes del conflicto político. O, cuando los tomaron en cuenta, los incluyeron como votantes que consumen.[34]

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

34 Culpepper y Thenen, en cambio, invierten esa identidad: el baluarte de las compañías de plataforma en países democráticos son los consumidores que votan. Recuperan, en tal sentido, la "tercera" cara del poder, en la tradición de los trabajos de Lukes y Gaventa, o el de Lindblom sobre volition. En Politics and Markets (1977), Lindblom destaca la privilegiada posición de los negocios en una poliarquía. También introduce el concepto de "circularidad" o "voluntades controladas" donde, incluso en las democracias, las masas son persuadidas para que demanden a las élites solo lo que las élites están dispuestas a darles. De modo que las reales opciones y la competencia son limitadas. Peor aún, cualquier consideración, desarrollo o discusión de opciones alternativas, son efectivamente desalentadas.

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 han 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).

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 de-

sarrollado.[35] No es sencillo establecer fronteras digitales como las que los países establecen en sus fronteras físicas, aunque no es imposible. A veces, estas decisiones involucran cuestiones político-ideológicas controvertidas.[36] 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 a considerar 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".[37]

35 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 los "Globos Radiantes de Internet", que ya flotan 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.

36 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.

37 Raymond Kurzwell, 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.

También es ampliamente conocido el dilema ético planteado por Isaac Asimov con relación a las leyes de la robótica.[38]

En tal sentido, el caso de los vehículos autónomos resulta sumamente ilustrativo. 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 de 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.

Al mismo tiempo, los vehículos autónomos podrían ser vulnerables a la acción de *hackers* y ciberatacantes, se trate de individuos o de otros

38 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 conflictúe con la primera o segunda ley.

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 llamado "dilema del tranvía"[39] 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.[40]

39 Se trata de un experimento mental en el que se plantea un problema ético: un tranvía corre fuera de control por una vía. En su camino se hallan cinco personas atadas a la vía por un filósofo malvado. Alguien, por suerte, puede accionar una palanca que desviará al tranvía a otra vía donde, desgraciadamente, hay otra persona atada a ésta. ¿Debería accionar esa palanca? Hay múltiples versiones de este planteo.

40 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

Este enfoque puede ser válido como intento de conceptualizar el vasto campo de la innovación tecnológica e identificar posibles estrategias generales de actuación del Estado frente a sus diferentes tipos, pero no estoy seguro de que sea útil para hacer lo mismo con las tecnologías analizadas en este libro. Primero, porque las que seleccioné para el análisis tienen impactos múltiples sobre diferentes campos de la actividad estatal. Y segundo, porque cualquier intento de clasificación o tipificación estaría fundado en una compleja combinación de instrumentos potenciales o realmente aplicados cuyas posibilidades y resultados no son todavía concluyentes. Por eso, creo necesario utilizar un esquema general alternativo que plantee diferentes tipos de impactos, para luego comentar detalladamente, según tipo de tecnología examinado, el estado de la discusión actual sobre formas de intervención del Estado.

Impactos de las tecnologías disruptivas

Según un difundido informe (Mckinsey, 2014), un total de doce "tecnologías disruptivas" afectarán profundamente la vida social, los negocios y la economía durante la próxima década. El informe identifica esas tecnologías agrupándolas en las siguientes categorías:

1. Internet móvil,
2. trabajo relacionado a la automatización del conocimiento,
3. Internet de las cosas,
4. tecnología en la nube,
5. robótica avanzada,
6. vehículos autónomos o cuasi-autónomos,

---

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).

7. genómica[41] de próxima generación,
8. almacenamiento de energía,
9. impresiones 3D,
10. materiales avanzados,
11. exploración y recuperación avanzada de petróleo y gas,
12. energías renovables.

El impacto esperable de estas tecnologías se hará sentir en los mencionados tres planos, con implicaciones: a) para los individuos y las sociedades; b) para las empresas existentes y otras organizaciones; y c) para las economías y los gobiernos. En cada uno de esos ámbitos, el informe supone diferentes tipos de impactos:

Para los individuos y sociedades

- Cambios en la calidad de vida, salud y medio ambiente,
- cambios en las pautas de consumo,
- cambios en la naturaleza del trabajo.

Para las empresas y otras organizaciones

- Creación de oportunidades para emprendedores,
- creación de nuevos productos y servicios,
- cambios en la distribución de excedentes entre productores e industrias,
- traslado de excedentes de productores a consumidores,
- cambios en las estructuras organizacionales.

41 Conjunto de disciplinas relacionadas con el estudio de los genomas y sus aplicaciones en terapia génica, biotecnología, etc.

Para la economía y los gobiernos

- Generación de crecimiento económico o productividad,
- cambios en las ventajas comparativas de las naciones,
- impactos sobre el empleo,
- planteo de nuevos desafíos regulatorios y legales.

Estos impactos, por su parte, pueden ser primarios o directos, secundarios, o de una naturaleza diferente. Combinando los mencionados planos, tipos e intensidad de los impactos, el informe genera un cuadro en el que se cruzan las doce tecnologías con los tres ámbitos de impacto (vida social, negocios y economía/gobierno), indicando en las celdas la posible intensidad de los impactos. Podría objetarse que, en realidad, cualquier impacto detectable sobre la sociedad o las empresas tendría, inevitablemente, algún tipo de consecuencia sobre la actuación de los gobiernos. Por ejemplo, los que producirían los cambios en la naturaleza del trabajo o la transferencia de excedentes de productores a consumidores, por no extender este señalamiento prácticamente a la totalidad de los impactos en esos dos ámbitos. Teniendo en cuenta esta aclaración, reproduciré a continuación el cuadro que el Informe imagina para las mencionadas doce tecnologías disruptivas y sus efectos específicos sobre la economía y los gobiernos (McKinsey, 2014).

Tabla 3: Impacto de las tecnologías disruptivas sobre la economía y el gobierno

Tecnología disruptiva	Promueve crecimiento económico y pruductividad	Modifica ventajas comparadas entre naciones	Afecta el mercado de trabajo	Plantea desafíos legales/ regulatorios
Internet móvil				
Automatización del trabajo de conocimiento				

Tecnología disruptiva	Promueve crecimiento económico y pruductividad	Modifica ventajas comparadas entre naciones	Afecta el mercado de trabajo	Plantea desafíos legales/ regulatorios
Internet de las cosas				
Tecnología en la nube				
Robótica avanzada				
Vehículos autónomos y semiautónomos				
Genómica de próxima generación				
Almacenamiento de energía				
Impresiones 3D				
Materiales avanzados				
Exploración y recuperación de petróleo y gas				
Energías renovables				

Impactos significativos Impactos secundarios Otros impactos potenciales

Fuente: Adaptado de McKinsey Global Institute Analysis

El gran desafío de cualquier gobierno consistiría en identificar aquellas políticas e instrumentos de desarrollo, regulación e implementación de estas tecnologías, que al mismo tiempo promuevan el desarrollo económico y la productividad, minimicen sus impactos distorsivos sobre el mundo del trabajo, orienten normativamente el proceso de innovación y mejoren las ventajas comparativas del país en el plano tecnológico. Eso, sin tomar en

cuenta la necesidad de adoptar otros cursos de acción frente a los impactos disruptivos que estas tecnologías seguramente producirán sobre los individuos, las empresas y la sociedad.

Es evidente que el diseño y aplicación de tales políticas e instrumentos no solo es difícil; tampoco existe acuerdo sobre los posibles resultados que tendrían diferentes opciones o combinaciones. Más aún, la adopción de algunas de ellas podría, a su vez, generar otros impactos no fácilmente anticipables o evaluables. Por lo tanto, sería prematuro y tal vez erróneo, proponer un repertorio general de medidas para enfrentar el proceso de desarrollo tecnológico en curso. Creo más fructífero tratar de reconocer, caso por caso, su naturaleza específica y el contexto en que ese proceso produce o producirá impactos.

Como, por otra parte, la preocupación que condujo a estas reflexiones obedece a la indiferencia o desconocimiento existente frente a la disrupción tecnológica, que advierto en los países emergentes, ni siquiera podría proponer cursos de acción específicos, pues no existe todavía un debate público al respecto. Tampoco me lo propuse como objetivo del presente trabajo. Propongo, en cambio, pasar revista al estado de la discusión actual en torno a los criterios, políticas e instrumentos que están considerando o aplicando los países que marchan a la vanguardia en el desarrollo tecnológico de la cuarta revolución industrial. Comenzaré analizando los relacionados con la digitalización, para luego tratar los vinculados con la IA, la robotización y las diversas aplicaciones examinadas más arriba.

El gobierno como plataforma

La transformación digital de la administración pública se ha convertido en una de las áreas de reforma estatal que más avances ha experimentado en lo que va de este siglo. Con relación a América Latina, un reciente trabajo concluye que la gestión pública de la región no escapa a la tendencia general marcada por las profundas transformaciones que produce y puede producir la utilización intensiva de tecnologías de información (TI) para que las organizaciones fortalezcan sus capacidades de gestión (Pando y Poggi, 2020). Así, en la última década, la gran mayoría de los éxitos de

transformación que han experimentado los organismos públicos en América Latina se han logrado a partir de la utilización intensiva de las TIC, en la medida en que son poderosas herramientas que permiten mejorar la eficacia y la eficiencia de la gestión pública al agilizar procesos, simplificar trámites, fortalecer la transparencia y la rendición de cuentas e incentivar la participación ciudadana.

Junto con estos desarrollos, se han abierto nuevas posibilidades de brindar servicios a la ciudadanía, que toman más en cuenta las necesidades específicas de los usuarios que las características genéricas de la oferta estatal. Metafóricamente, en lugar de observar a la administración pública como una máquina expendedora en la que el ciudadano (contribuyente-usuario) coloca una "moneda" (impuesto) en la ranura para obtener una prestación (educación de sus hijos, seguridad vial), comienza a ser vista como una plataforma de servicios personalizados. En la medida en que el desarrollo del software se fue trasladando crecientemente hacia la nube, las plataformas crecen como medio más rápido de proveer una funcionalidad novedosa y más comprehensiva (Knapp, 2018). En tal sentido, el desarrollo de plataformas, por contraposición al desarrollo de servicios estandarizados, se está convirtiendo en la "nueva nube" –dice Knapp– "la próxima frontera que está logrando la misma atención e indagación que tuvo la computación en la nube algunos años atrás".

Desde que en 2011, Tim O'Reilly publicó un artículo con el título de *Government as Platform* (El Gobierno como Plataforma o GcP), el término se fue convirtiendo en un concepto polisémico. En su aplicación práctica, según O'Reilly, esta capacidad de servir de plataforma prometía transformar profundamente la provisión de servicios públicos por parte de los gobiernos. Para algunos, se trataba simplemente de un sendero hacia mejores servicios públicos. Pero otros lo consideraron como la ruptura definitiva de los silos (o compartimentos) organizacionales; como una caja de herramientas para los funcionarios públicos; como una plataforma abierta a ser construida; como una nueva infraestructura pública; como abreviatura de co-producción; y como una estrategia para facilitar nuevas instituciones más adecuadas para la era digital.

Esta posibilidad de funcionar como plataformas resultaba posible a raíz de los enormes progresos producidos en las TIC, particularmente a partir de la web 2.0, y de otros desarrollos en el campo de la *Big Data* y la IA, como los analizados más arriba. Ya la empresa privada se había anticipado en tal sentido, marcando una vez más el camino que podría seguir el sector público en el empleo de esta innovación.[42]

Según Pope (2010), al concepto de "gobierno como plataforma" faltaría agregarle otros dos posibles contenidos, ausentes en las acepciones previas: seguridad pública y *accountability* democrático. Luego de analizar los diferentes aspectos que presuntamente abarcaría este concepto, propone definirlo destacando que implica reorganizar la tarea de gobernar en torno a una red de aplicaciones y componentes compartidos, estándares abiertos y sets de datos canónicos, de modo que los funcionarios públicos, empresarios y otros actores estén en condiciones de ofrecer servicios al público de manera más segura, eficiente y responsable.

En tal escenario, el gobierno sería más bien un facilitador, que crearía las condiciones para el desarrollo de plataformas que podrían ser construidas en el sector privado y el tercer sector, colaborando con el sector público. Los servicios estarían basados en plataformas que utilizarían principios tales como *Agile*[43], modulares en su naturaleza y enraizados

42 Dos casos, que ilustran la forma en que estos desarrollos informáticos alteraron el mundo de los negocios, se han vuelto emblemáticos. Uno es Uber, que como suele repetirse, es la mayor empresa de taxis del mundo sin ser propietaria de un solo automóvil. El otro, Airbnb, el gigante hotelero que no es dueño de un solo inmueble. Ambos no son más que desarrollos de software alrededor de los cuales se han montado sendas organizaciones de negocios que satisfacen ciertos mercados de consumo.

43 *Agile* es una modalidad de trabajo todavía difícil de tipificar, que promete revolucionar las estructuras, procesos y cultura organizacional. Su característica esencial es que en lugar de seguir una secuencia "vertical", por etapas o *top down,* los procesos de implementación de políticas y proyectos (concepción, iniciación, análisis, diseño, desarrollo, testeo y puesta en marcha) se basan en una iteración y ajuste permanentes en todas las etapas, con equipos trabajando de manera coordinada e integrada, con intervención de los clientes o destinatarios. Esta metodología produce diversas consecuencias sobre la organización: promueve el

en comunidades de práctica y redes de interés común. De hecho, el gobierno pasaría de estar organizado alrededor de agencias y programas a convertirse en una red de servicios enfocados a conjuntos de resultados.

Las plataformas permiten a las agencias gubernamentales evitar la creación de sistemas monolíticos cuyo mantenimiento requiere personal altamente especializado y escaso, y cuyas soluciones se transforman en compartimentos estancos. En cambio, hoy es posible construir microservicios, o sea, funciones basadas en componentes pequeños e independientes, que pueden accederse a través de interfaces de programación de aplicaciones (API), tales como verificación de domicilio o registro de avisos de vencimiento, que con un único desarrollo pueden distribuirse a través de múltiples productos. De realizarse debidamente, el proceso permite a los organismos públicos ganar en velocidad, capacidad de respuesta y oferta de servicios que interoperan efectivamente.

El enfoque de plataforma también puede complementar en los gobiernos, el desarrollo customizado de software. Cuando en los equipos TIC de un gobierno se difunde la noticia de que se han creado microservicios disponibles en una plataforma, los desarrolladores pueden utilizarlos para construir productos customizados, en lugar de escribir un nuevo código fuente, lo cual muestra la versatilidad de estos sistemas.

De hecho, algo parecido ocurre con los portales gubernamentales, donde los ciudadanos y empresas pueden acceder a un enorme número de servicios, como realizar trámites a distancia, obtener información, solicitar turnos, pagar multas o plantear quejas y demandas en línea. Si bien diferentes en su naturaleza y por lo general gratuitos, estos servicios han simplificado enormemente la relación entre estado y sociedad, al tiempo que han mejorado la transparencia de la gestión pública y abierto

---

trabajo a distancia, replantea la composición de los equipos, la arquitectura de los lugares de trabajo y modifica los enfoques tradicionales para el desarrollo de herramientas computacionales de apoyo. No puede descartarse que pronto, *Agile* se convierta en una nueva manera de concebir la gestión gubernamental. De hecho, forma parte de las 50 innovaciones analizadas en las páginas 112–114 *ut supra* y en el Apéndice.

mayores posibilidades de colaboración y participación ciudadana en la gestión pública. Las predicciones son coincidentes en el sentido de que esta tendencia tendrá efectos mucho más profundos en la medida en que el desarrollo de las TIC atraviese nuevas fronteras.[44]

Menciono, por ejemplo, el caso de la llamada "Carpeta del ciudadano", una aplicación crecientemente adoptada sobre todo por gobiernos municipales, que sirve como "ventanilla única" o punto único de acceso a toda la información relevante que puede consultar un ciudadano en su vinculación con la administración pública (v.g., registros de datos personales, impuestos pagados, recibos, multas, turnos, solicitudes, quejas), posibilitado por las técnicas de interoperabilidad e integralidad, adoptadas cada vez más extendidamente por los gobiernos.[45] Pero las posibilidades de este canal interactivo aumentarían de modo drástico si, además, la carpeta ciudadana contuviera informaciones personalizadas de interés para los usuarios: por ejemplo, oportunidades laborales frente a situaciones de desempleo, historias clínicas a partir de datos disponibles en centros de salud, certificaciones educativas, créditos para la vivienda disponibles y tantas otras como la imaginación y la tecnología lo permitieran.

Naturalmente, la contrapartida de una innovación semejante sería la capacidad institucional del estado para desarrollar y poner a disposición de la ciudadanía este tipo de servicio. Esa capacidad dependería de numerosos factores: a) el esfuerzo de desarrollo tecnológico que pueda

44 Concebir desarrollos futuros no supone que los actuales portales gubernamentales o el ejercicio del derecho a la información por parte de los ciudadanos, haya alcanzado estándares óptimos o deseables. De hecho, son numerosos los déficits de capacidad institucional en el acceso y calidad de estos servicios. Muchos países aún no cuentan con legislación que otorgue o facilite el derecho a la información. No todos los portales gubernamentales ofrecen información relevante, útil o fácilmente reutilizable (v.g., datos abiertos). La gestión interna de bibliotecas y repositorios de información es generalmente débil o inexistente.

45 El modelo de integralidad se basa en la coexistencia digital de aplicaciones computadorizadas que permiten desburocratizar los trámites ciudadanos. Para conocer la experiencia argentina (Provincia de Neuquén), véase https://scoop4c.eu/cases/argentinian-integrability-model

desplegar o la promoción de este proceso a través de la regulación del mercado, el financiamiento estatal o los emprendimientos de colaboración público-privada; b) el reclutamiento y los programas de formación y capacitación de personal responsable de alimentar y actualizar, en forma permanente, los datos volcados a las carpetas, respondiendo a la vez a la consultas y propuestas ciudadanas; y c) la protección de los datos de los usuarios a través de legislación y los controles ejercidos sobre las grandes oligopolios que dominan el mercado de la información y las redes sociales.

Las plataformas pueden tener profundas consecuencias sobre la gestión de gobierno, sobre todo, cuando crecen las expectativas ciudadanas y estos dispositivos tienen el potencial para que la gestión se centre en el ciudadano, especialmente en ciudades y estados subnacionales. Knapp (2018) resume sus ventajas del siguiente modo:

1. Rápidas y flexibles. Empleando técnicas ágiles, puede desarrollarse en muy poco tiempo software con acceso a usuarios definidos, que crean y emplean microservicios para resolver problemas y lograr resultados específicos, eliminando ciclos de planificación de largo plazo y reduciendo el tiempo de entrega.
2. Escalables. Las plataformas aseguran que no hay restricciones en el número de usuarios que pueden acceder al sistema en un momento determinado. El enfoque de plataforma permite escalar una aplicación específica en momentos pico (v.g., durante el vencimiento de un impuesto) y volver a la situación previa, sin tener que ajustar otras partes de la plataforma.
3. Extensibles. Las plataformas extienden su funcionalidad y capacidades a nuevas áreas y a través de agencias. O sea, extender un microservicio desarrollado para una agencia, a otras que comparten la misma necesidad, lo cual expande los servicios que los gobiernos pueden ofrecer a sus usuarios.
4. Responden a las expectativas ciudadanas. Las ventajas de las plataformas se alinean con la experiencia que los ciudadanos esperan

tener. Un servicio unificado permite, automáticamente, conectar a los usuarios de servicios gubernamentales con la agencia relevante para la tramitación que necesitan, en lugar de que deambulen para hallar la información por sí mismos.

5. Permiten integrar los componentes PaaS (plataformas como servicios). Proveen componentes, basados en la nube, que los desarrolladores pueden utilizar para programar servicios y aplicaciones en línea. Un enfoque de plataforma permite que estos servicios comercialmente disponibles y listos para usar, puedan integrarse fácilmente, ahorrando tiempo y dinero.
6. Centralizan los datos. Un enfoque de plataforma consolida los datos y permite a una agencia tener control de toda su información. También permite reunir datos para realizar análisis predictivos que resuelvan problemas en tiempo real o proporcionar alertas antes de que los problemas ocurran.
7. Apoyan el ecosistema digital. A medida que el ecosistema digital evoluciona, las agencias pueden vincularse y comunicarse entre ellas utilizando las API soportadas por la plataforma. Los ciudadanos pueden beneficiarse al tener un único perfil reconocido y confiable a través de plataformas intra-agencia e intergubernamentales.

Si bien la transformación digital se ha convertido en una tendencia imparable, el viraje hacia el desarrollo de plataformas exige todavía un importante cambio de mentalidad. Las agencias gubernamentales deben conocer primero sus ventajas para luego empezar a desarrollarlas. En los países emergentes, se requiere además tomar conciencia de que la reorientación del gasto hacia este tipo de infraestructura puede suponer enormes ahorros de recursos en el mediano y largo plazos. A veces, las inversiones iniciales pueden disuadir la adopción de esta estrategia.

Hace tiempo que los países más avanzados han comprendido la importancia de avanzar en esta dirección. Por ejemplo, varios estados en los Estados Unidos participan en Gov2Go, una plataforma centrada en el ciudadano, en la que todas las interacciones de los usuarios con todos los

niveles de gobierno, pueden accederse y realizarse a través de una aplicación móvil. Este es un buen ejemplo de un ecosistema digital que vincula a las agencias de gobierno y entrega información y servicios de modo tal que, verdaderamente, coloca al ciudadano en primer lugar.

Pero pueden mencionarse muchas otras experiencias, entre las cuales sobresale la de Australia, país con uno de los sectores públicos más avanzados del mundo en su desempeño como e-gobierno y proveedor efectivo de servicios públicos. La estrategia australiana promueve la innovación y la interoperabilidad a través de la colaboración entre gobierno y mercado. Su objetivo es construir confianza en el manejo de datos sensibles por parte del gobierno, apoyando la integridad del ecosistema y sus servicios, incrementando su agilidad y respuesta a expectativas y circunstancias cambiantes, y mejorando la eficiencia y eficacia de la provisión de servicios, mediante mejores y más rápidos canales digitales que eliminan la duplicación de esfuerzos a través del gobierno.

La llamada estrategia WofG (*Whole-of-government Digital Service Platforms Strategy* o Estrategia de servicios de plataformas digitales para el conjunto del gobierno) establece cómo se debe realizar las operarciones para lograr los beneficios de plataformas reutilizables. Fue diseñada para las agencias del gobierno central, pero puede ser utilizada por gobiernos estaduales, territoriales y locales si así lo desean. El principio general sobre el que se funda la estrategia es común a la mayoría de las experiencias: desarrollar plataformas que incluyan un conjunto de tecnologías para que cada agencia o departamento de gobierno pueda desarrollar, intercambiar y conectar servicios sin necesidad de diseñar, testear y operar los sistemas que los soportan. También las consideraciones en que se fundan, que comenté antes, son similares.

La estrategia australiana no se reduce a desarrollar o mejorar plataformas, sino que es parte de un conjunto clave de otras iniciativas y estrategias. La de transformación digital fija como horizonte el año 2025 y su visión apunta a facilitar las gestiones ciudadanas con el gobierno a través de servicios que usan los datos de forma más inteligente a través de capacidades digitales actualizadas. Esta estrategia se vincula con la

de “Nube segura”, desarrollada para orientar a las agencias hacia métodos más ágiles de mejora en la entrega de servicios. Es un marco de cambio sostenible para que las agencias hagan uso de las potencialidades de la tecnología de nube, suministrándoles guías y principios para hacer la transición hacia la nube. La estrategia de *Hosting* otorga un enfoque WofG para alojar servicios gubernamentales, ofreciendo guías a diferentes modelos de servicio de alojamiento, incluyendo la agencia logueada, el manejo de la provisión del servicio y software, basados en la nube. También la estrategia de ciber-seguridad está asociada al desarrollo de plataformas, y se basa en cinco metas: un “ciber-partenariado” nacional, poderosas defensas contra ciberataques, influencia y responsabilidad global, crecimiento e innovación y una nación ciber inteligente. Todos los estándares de seguridad están contenidos en un manual que gobierna la seguridad de todos los sistemas gubernamentales de TIC. Por último, la agencia de transformación digital simplifica y facilita a todos los organismos estatales, normas y procedimientos digitales para diversos sistemas de gestión.

Un aspecto fundamental de la estrategia global emprendida por el gobierno australiano es el fortalecimiento institucional para avanzar en su instrumentación. Este es un punto crucial, ya que muchas estrategias se reducen a elaborar visiones, objetivos y metas ambiciosos sin dedicar mayor esfuerzo a su operacionalización. Ello exige, entre otras cosas, contemplar mecanismos organizativos, programas de reclutamiento y formación de personal, producción de normas y manuales o identificación de fuentes financieras.

Al respecto, la Digital Transformation Agency trabaja conjuntamente con la Australian Public Service Commission en un programa de Capacidades Digitales, cuyos objetivos son atraer talentos digitales al servicio público, crear planes de carrera, ayudar a los gerentes a crear equipos digitales e inspirar a los líderes a que adopten un enfoque visionario para crear servicios digitales. El Departamento de Finanzas y la DTA exploran fuentes de financiamiento y apoyan iniciativas de WofG. También se elabora legislación sobre compartir y publicar datos, mejorando su seguridad en todo el sector público. El liderazgo y la supervisión de la digitalización

gubernamental está centralizado y las medidas de alineamiento estratégico, financiamiento, arquitectura y entrega de servicios, son evaluadas a través de todo el ciclo de vida de la gobernanza.

En su prólogo al documento estratégico para la transformación digital del gobierno, el ministro de Servicios Humanos y Transformación Digital de Australia se dirigió a la ciudadanía del país con un mensaje simple:

> "Vivimos en una era conducida por la revolución digital y prosperamos en ella. Tengo la visión de un mundo en que un gobierno digital entrega servicios simples, personalizados y disponibles allí donde sean necesarios. Donde los australianos elijan los datos que deseen compartir y nosotros produzcamos resultados que satisfagan sus necesidades. Los datos y la tecnología continúan cambiando la forma en que los australianos viven, trabajan y progresan. Como nación, tenemos confianza en la tecnología y la hemos adoptado tempranamente en nuestras vidas personales y en nuestras actividades, lo que ha contribuido al continuo crecimiento que hemos tenido durante los últimos 27 años."

Propone los más altos estándares de servicio, simplicidad, flexibilidad y facilidad de uso; con prestaciones justas y equitativas para todos; con posibilidad de elección de servicios por parte de los usuarios y mínima injerencia gubernamental en la vida privada; con protección y seguridad de los datos y especial atención a las personas con necesidades especiales. La estrategia apunta a que Australia continúe ubicada entre los tres gobiernos que lideran la innovación digital en el mundo, para lo cual debe redoblar sus esfuerzos utilizando una hoja de ruta que se extiende a 2025.

En tal sentido, las prioridades de la Estrategia para la Transformación Digital y su tablero de control proponen la visión de un gobierno: a) con el que resulte fácil interactuar, b) esté informado por el ciudadano, y c) se ajuste a la era digital. En el primer aspecto, el usuario podrá acceder digitalmente a todos los servicios gubernamentales, integrados para apoyar todas las necesidades y eventos de la vida, usando una identidad digital simple y segura, pero con opciones no digitales si fueren necesarias. La

segunda prioridad supone que 1) los servicios serán inteligentes y adaptados a los datos que el usuario elija compartir, 2) las políticas y los servicios se basarán en datos y analítica de datos, 3) las tecnologías avanzadas mejorarán la toma de decisiones, serán transparentes y auditables, y 4) el gobierno se ganará la confianza de los usuarios al demostrar ser un firme custodio de sus datos. Y para lograr la tercera prioridad, se proponen 5 objetivos: 1) equipar a los ciudadanos y a las empresas australianas con capacidades necesarias para prestar servicios digitales de avanzada; 2) adoptar mejores métodos de trabajo, de modo que vinculen a la gente rápida y eficientemente, reduciendo riesgos; 3) colaborar con otros sectores, incluyendo pymes, organizaciones comunitarias y la academia; 4) desarrollar plataformas sostenibles que puedan ser compartidas a través del gobierno; y 5) generar valor para ciudadanos y empresas a través de la gestión de costos y riesgos.

El gobierno promueve relaciones con la industria, la academia y las ONG, para remover barreras que impidan la colaboración. Incentiva, además, la innovación en la industria y diseña y desarrolla estos procesos conjuntamente con los gobiernos subnacionales, agencias de servicios y empresas privadas. Crea también equipos con integrantes de muy diversos departamentos y agencias, promoviendo una mentalidad de "equipo único" y busca incentivar la adopción de nuevas tecnologías a través de compartir beneficios y dar reconocimientos. Se propone realizar minuciosos análisis de costos y beneficios de corto y largo plazos, considerando costos de operación, mantenimiento, mejora continua y escalación de plataformas digitales, asegurando el financiamiento continuo de los servicios. Los mecanismos institucionales elegidos para el funcionamiento de las plataformas responden a un conjunto equilibrado de criterios, incluyendo costo-beneficio, capacidad, seguridad y calidad. En el diseño se contempla reducir la potencial competencia con otras prioridades de las agencias. La confiabilidad y seguridad de las plataformas deben considerar cuestiones de privacidad, riesgos y amenazas de ciber-seguridad y adecuados controles, asegurando la auditoría, el acceso y uso de los datos. Mención aparte merece el diseño de contenidos para la formación de los equipos,

donde se busca una equilibrada combinación de competencias estratégicas, comerciales, de gestión y tecnológicas para la exitosa operación de las plataformas, incluyendo doce especialidades digitales críticas.

La cuestión de la inversión en tecnología digital resulta crucial en estrategias como la descripta. Recientemente, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, una agencia especializada de las Naciones Unidas, produjo un importante trabajo (Bogdan-Martin y Wilson, 2019), en el que desarrolló un marco para las inversiones en tecnología digital, que podrían contribuir al logro, en 2030, de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS). El documento fue concebido como inicio de un nuevo diálogo con la comunidad inversora digital, para avanzar globalmente en el denominado Llamado a la Acción 1 aprobado por la Asamblea General de Naciones Unidas en 2018. El objetivo es alentar un enfoque "whole of goverment" (Todo Gobierno) que ayude a los gobiernos a que se planteen preguntas relativas a inversiones estratégicas clave y elijan soluciones basadas en tecnologías efectivas y escalables; y, en particular, a que consideren el uso de ICT *Building Blocks* (bloques de construcción TIC) para lograr economías de escala y máximo retorno a la inversión.

El enfoque "Todo gobierno" constituye una estrategia para resolver uno de los más complejos problemas de la gestión pública: mejorar la coordinación intergubernamental e interjurisdiccional en materia de políticas, programas y provisión de servicios. Hay muchas formas de describir este desafío, como lo muestra el glosario de términos que a lo largo de los años se popularizaron en inglés: *whole of government, joined-up government, networked government, cross-cutting policy, horizontal management, interdepartmental actions, partnerships, joint ventures, alternative service delivery.* Todos ellos, como es obvio, difieren significativamente del enfoque tipo "silo", propio de los ministerios y departamentos. Fue Tony Blair, en 1997, quien primero introdujo la idea de un gobierno unificado para romper con el excesivo departamentalismo existente en los gobiernos británicos y su extrema rigidez para afrontar problemas y lograr soluciones en cuestiones comunes a diferentes áreas de gestión pública.

Pero si bien la preocupación del ETG (enfoque todo-gobierno) no es nueva, lo novedoso es el hecho de que los avances en la tecnología digital han renovado las posibilidades de aplicación de sus principios, en la medida en que permiten un aprovechamiento diferente de los recursos tecnológicos disponibles.

En tal sentido, los países de la Unión Europea han hecho grandes avances en su estrategia de digitalización, como lo refleja el DESI (Digital Economy and Society Index), un índice compuesto que resume indicadores relevantes sobre el desempeño digital europeo y monitorea el progreso de los estados miembros de la UE en materia de competitividad digital. Sus cinco dimensiones son: 1) conectividad, definida por la infraestructura de ancho de banda, su rapidez, calidad y precio; 2) capital humano, dimensión que mide las capacidades necesarias para que los usuarios aprovechen la digitalización; 3) utilización de servicios de internet, medida por intensidad de consumo de contenidos (videos, música, juegos), llamados de video, compras y finanzas en línea; 4) grado de integración tecnológica digital, tanto empresaria como de e-comercio ;y 5) servicios públicos digitales, dimensión que mide los alcances del gobierno electrónico y la salud electrónica (*e-health*). Finlandia, Suecia, Holanda y Dinamarca poseen las economías digitales más avanzadas, con valores del orden de 70/100, seguidos por Gran Bretaña, Luxemburgo, Irlanda y Estonia. Cierran la lista Bulgaria, Rumania, Grecia y Polonia, con los valores más bajos del índice (iguales o inferiores a 40/100).

Resulta particularmente interesante el indicador 5), correspondiente a servicios públicos digitales, que consiste en seis sub-indicadores: 1) el de usuarios de e-gobierno, medido por el porcentaje de los usuarios de internet que necesita presentar formularios a la administración pública (sub-indicador de usuarios de e-gobierno); 2) el grado en que los datos ya conocidos por la administración pública son prellenados en los formularios que presentan los usuarios (sub-indicador de formularios prellenados); 3) el grado en que los diversos pasos necesarios para vincularse con la administración pública, pueden realizarse totalmente en línea (sub-indicador de servicios completados en línea); 4) el grado en que los servicios

públicos para empresas son interoperados y pueden atravesar fronteras (sub-indicador de servicios públicos para empresas); 5) el compromiso del gobierno con datos abiertos (sub-indicador de datos abiertos); y 6) el porcentaje de personas que utilizaron servicios de salud y cuidado en línea, sin tener que acudir a un hospital o a un consultorio médico (sub-indicador de e-salud). Si bien las posiciones generales entre países se mantienen a través de los diversos indicadores, es llamativo el progreso realizado por algunos países más rezagados. Por ejemplo, con relación al índice de provisión de servicios en línea (v.g., proporción de trámites administrativos vinculados a eventos vitales destacados, como nacimientos o cambio de domicilio, que pueden realizarse por internet), Malta y Portugal encabezan el ranking con valores próximos al 100%.

En los países en desarrollo, hay al menos tres desafíos que deben enfrentan sus gobiernos para avanzar en sus procesos de digitalización: 1) considerar a internet como un bien público global, 2) asumir el firme compromiso de fortalecer la ciberseguridad ,y 3) adoptar una estrategia que conduzca al reemplazo de los llamados *legacy systems*. Si bien los países más avanzados están lejos de haberlos resuelto, estos tres desafíos adquieren particular relevancia en los más rezagados, por lo que procederé a analizarlos en el orden presentado.

Internet es un bien público global en tanto satisface dos criterios básicos (Kaul et al., 1999). Por un lado, sus beneficios tienen todas las cualidades de un bien público, como la no rivalidad de su consumo y su no excluivilidad; además, sus beneficios son universales en términos de países, poblaciones y generaciones, aún cuando las barreras de acceso pueden ser altas. El otro criterio, propio de un BPG (Bienes Públicos Globales), es 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). 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 di-

rectamente a través de la inversión pública en infraestructura y esquemas PPP (Protocolos Punto a Punto).[46]

El segundo desafío es el de la ciberseguridad, frente al riesgo cierto de que los sistemas informáticos sean hackeados. Está comprobado que el riesgo cibernético está creciendo para las organizaciones en general y los gobiernos en particular, 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 estaduales 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, no desdeñable en importancia, es el vinculado con lo que se conoce como "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. Quienes dedican ingentes recursos

46 Dada su no excluivilidad, 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.

presupuestarios y personal a mantener *hardware* y *software* obsoletos (*legacy systems*), deben considerar moverse rápidamente en esa dirección ya que la tecnología está disponible y las ventajas de hacerlo son indudables. ¿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.

Los tres desafíos citados en el campo de las TIC no son los únicos ni, tal vez, los más importantes. El propósito fue ilustrar la naturaleza de las capacidades que deberán adquirir los estados para aprovechar las posibilidades y controlar los efectos perversos de estos desarrollos. También serán necesarios consensos regionales, fundamentales para impulsar la economía digital en América Latina. Según un reciente informe del banco CAF (2019a), la economía digital de América Latina se halla muy rezagada si se la compara con otras regiones del mundo, como Europa o Asia. Y a pesar de que se registran algunas experiencias exitosas a nivel de país, para cerrar la brecha digital existente serán necesarios mecanismos de coordinación más eficaces que promuevan un mercado regional más competitivo y sostenido que en la actualidad. De lo contrario, la eventual duplicación de actividades y la descoordinación entre iniciativas amenaza con ampliar el rezago de la región en relación a las economías más avanzadas (CAF, 2019b).

Integrar digitalmente a la Región requiere, entre otras cosas, homogeneizar los marcos legales, regulatorios y de mercado de las economías nacionales para generar mayor confianza, ampliar los circuitos comerciales y potenciar el intercambio de bienes y servicios comercializados a

través de plataformas digitales. Una mayor homogeneidad de los marcos institucionales tendería a derribar las barreras que impiden o dificultan el comercio transfronterizo. Por supuesto, también será necesario mejorar la infraestructura digital con conectividad de alta calidad, aumentar la confianza de los inversores y estimular el uso del comercio electrónico entre los más de 600 millones de consumidores de América Latina.

Uno de los mayores desafíos es crear autoridades supranacionales en la Región con capacidad de articular eficazmente el mercado digital. Los esfuerzos realizados en los diferentes bloques de integración subregionales no han tenido éxito en promover una visión común y una agenda que incluya prioridades, objetivos, metas, recursos, mecanismos de gobernanza y un cronograma acordado. Y si bien las distintas asociaciones regionales y subregionales[47] han planteado cuestiones vinculadas con la economía digital, no han conseguido acordar mecanismos de coordinación orientados a concretar esa agenda común ni movilizar suficientes recursos financieros y humanos destinados a gestionar tal agenda.

Discrecionalidad e inteligencia artificial en contextos complejos

Vista desde el punto de vista de la gestión pública, la IA es una herramienta TIC avanzada, que cambia tanto la naturaleza de la discrecionalidad humana dentro de la burocracia como la propia estructura burocrática. La discrecionalidad del funcionario público y la toma de decisiones se hallan fuertemente determinadas por la inteligencia, de modo que mejoras en la inteligencia, como las que ofrece la IA, pueden ayudar a elevar la calidad general de la administración. Sin embargo, la posibilidad de que se produzcan mejoras depende en gran medida de la distribución y características de las tareas que se desarrollan, así como del contexto organizacional y normativo. Es decir, hay tareas que resultan más apropiadas para que las

47 Por ejemplo, la Alianza del Pacífico, el Proyecto Mesoamérica, el Sistema de la Integración Centroamericana, la Comunidad del Caribe, el Mercado Común del Sur, el Acuerdo Transpacífico o el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico.

realicen seres humanos y otras que convendría confiar a aplicaciones de IA (Bullock, 2019). La complejidad y la incertidumbre son dos características clave para categorizar tareas, de modo que resulta fundamental discriminar qué tareas conviene que sean asumidas por dispositivos de IA y cuáles deben reservarse a las personas, ya que las consecuencias de una indebida asignación pueden ser graves.

La literatura observa que la discrecionalidad decisoria de los funcionarios públicos se halla inversamente relacionada con los avances tecnológicos. El desarrollo de la informática permitió que un gran número de tareas que antes se realizaban "cara a cara" con los ciudadanos (usuarios, beneficiarios, demandantes, sujetos de regulación) comenzara a ejecutarse a través de computadoras, a partir de software y bases de datos que tendieron a rutinizar muchas tareas. Más tarde, el desarrollo de la IA, *big data* y gran número de aplicaciones de TIC, hizo posible una automatización aún mayor de los procesos de gestión, incluso sin la intervención de personas. Esa evolución supuso pasar del tradicional "street-level bureaucrat" caracterizado por Lipsky (1980), al "screen-level bureaucrat" (es decir, del funcionario "a pie de calle" al funcionario "detrás de la pantalla") y, posteriormente, al "system-level bureaucrat" (Bovens y Zouridis, 2002). A lo largo de esta transición, se fue reduciendo el grado de discrecionalidad del funcionario, al tiempo que la tecnología tendió a monitorear su desempeño y a automatizar muchas de las decisiones antes confiadas exclusivamente a personas físicas.

Bullock (2019) se pregunta, entonces, qué tareas y consiguiente discrecionalidad de las decisiones deberían seguir dependiendo del juicio de los funcionarios y cuáles, en cambio, de los sistemas expertos basados en IA. En su opinión, la respuesta debería tomar en consideración dos variables especialmente significativas: la complejidad de la tarea y la incertidumbre contextual en la cual se desempeña. El cruce de estas variables, genera una matriz con situaciones polares "alta" o "baja", donde las celdas tipifican tareas que conviene: 1) mantener a cargo de seres humanos, 2) asignar a sistemas soportados por tecnología IA, 3) tender a que se confíen a sistemas expertos, o 4) tender a que se confíen a personas. Agrega

el citado autor que, además, corresponde hacer intervenir en el análisis: a) el grado en que las tareas, potencialmente, pueden producir desviaciones respecto del logro de cierto resultado; y b) la facilidad de análisis de las tareas involucradas, en el sentido de la mayor o menor incertidumbre que rodea su ejecución. Este planteo conceptual se representa en la Figura 2, que caracteriza a cada una de las situaciones resultantes tipificadas por la matriz.

Figura 2. Complejidad e incertidumbre de las tareas y discrecionalidad del funcionario

Incertidumbre	**Complejidad**	
	Baja	**Alta**
Baja Características de las tareas Fuerza relativa, humana y de IA	Baja complejidad, Baja incertidumbre Pocas desviaciones Alta analizabilidad Domina IA	Baja complejidad, Alta incertidumbre Pocas desviaciones Baja analizabilidad Tendencia hacia IA
Alta Características de las tareas Fuerza relativa, humana y de IA	Alta complejidad, Baja incertidumbre Muchas desviaciones Alta analizabilidad Tendencia hacia humanos	Alta complejidad, Alta incertidumbre Muchas desviaciones Baja analizabilidad Domina humano

Una cuestión totalmente diferente es el grado de control que los gobiernos pueden ejercer respecto de la utilización de IA por parte de las empresas y otros usuarios no gubernamentales. Entre las pocas instituciones académicas preocupadas por esta cuestión, resulta destacable la labor desarrollada por el AI Now Institute, de la New York University, pionera en

la investigación sobre el desarrollo, oportunidades y riesgos de la IA. En su Informe Anual de 2018, el instituto salió al cruce de los escándalos en cascada producidos ese año[48] como consecuencia del empleo manipulador de IA por parte de las grandes empresas tecnológicas del mercado de redes sociales (AI Now Institute, 2018). ¿A quién debe responsabilizarse por los daños producidos por este tipo de manipulaciones? ¿En qué momento y sobre qué aspectos se requiere la intervención del Estado? ¿Qué clase de investigaciones y regulaciones son necesarias?

En su opinión, estas preguntas casi no se plantean y los marcos de referencia que encuadran actualmente la IA son incapaces de asegurar la responsabilización. Como la penetración, complejidad y escala de estos sistemas crece exponencialmente, la ausencia de mecanismos significativos de monitoreo y rendición de cuentas (incluyendo resguardos mínimos en materia de responsabilidad, culpabilización y debido proceso) deberían ser objeto de urgente y creciente preocupación. El informe resume la importancia de esta cuestión en los siguientes puntos:

1. La creciente brecha de *accountability* en IA, que favorece a quienes crean y difunden estas tecnologías a expensas de quienes se ven más afectados.

   Entre sus causas se incluye la falta de regulación gubernamental, el alto grado concentración del sector, la débil gobernanza corporativa en estas empresas, las asimetrías de poder entre las compañías y sus

48 Durante 2018, se produjeron numerosos escándalos motivados por el comportamiento de varias empresas del sector. El más notorio fue el que involucró a Facebook y la debacle de Cambridge Analytica, cuando se reveló el uso de datos personales de 87 millones de usuarios, con propósitos proselitistas durante la campaña de Donald Trump. Pero también alcanzó a Google, que pagó a un ejecutivo millones de dólares para que se retire a raíz de una investigación sobre conducta sexual inapropiada. WhatsApp, a su vez, se convirtió en una usina de desinformación que influyó sobre las elecciones políticas de Brasil. Una lista de los mayores escándalos producidos en ese año puede consultarse en https://www.businessinsider.com/biggest-tech-scandals-2018-11

usuarios, y la profunda brecha cultural que separa a los ingenieros responsables de la investigación tecnológica de la heterogénea población a la que se dirigen las aplicaciones de IA. Estas brechas generan creciente preocupación por los sesgos, discriminación, debido proceso y responsabilidades por los potenciales daños de estas tecnologías.

2. El empleo de IA para maximizar y ampliar las actividades de vigilancia, en especial conjuntamente con el reconocimiento facial y de afectos, lo cual tiende a incrementar el riesgo potencial de control y opresión centralizados.

   Se observa que el rol de la IA en actividades de vigilancia masivas ha crecido enormemente en los Estados Unidos, China y muchos otros países alrededor del mundo, como ocurre con redes de sensores o medios sociales que intentan reconocer rostros y afectos. Esta tendencia no solo amenaza la privacidad individual; también acelera la automatización de la vigilancia, su alcance y difusión. Crece asimismo el reconocimiento de afectos, que basado en una desacreditada pseudo-ciencia intenta interpretar las emociones internas a través de un detenido análisis de las caras y su conexión con manifestaciones espurias del estado de ánimo de las personas, su salud mental, nivel de involucramiento, de culpa o de inocencia. Esta tecnología ya se emplea con propósitos discriminatorios y poco éticos, casi siempre sin que las personas lo sepan. El reconocimiento facial a través de la tecnología tiene sus propios riesgos, en tanto refuerza prácticas sesgadas y potencialmente discriminatorias, desde la justicia criminal hasta la educación o el empleo, que en numerosos países pueden vulnerar derechos humanos y crear riesgos a los derechos humanos y las libertades civiles.

3. El crecimiento del uso gubernamental de sistemas de decisión automatizados que impactan directamente sobre individuos y comunidades sin previo establecimiento de estructuras de rendición de cuentas.

En todo el mundo, agencias de gobierno están adquiriendo y poniendo en funcionamiento sistemas de decisión automatizados (SDA) con la excusa de la eficiencia y la reducción de costos. Muchos de estos sistemas no son sometidos a tests previos y su funcionamiento está pobremente diseñado, lo cual puede resultar en violaciones inconstitucionales de derechos individuales. Peor aún, cometen errores y producen malas decisiones sin que, por lo general, exista posibilidad de respuesta, cuestionamiento o solución. Algunos organismos intentan crear mecanismos de transparencia, debido proceso y otros derechos básicos, pero el secreto comercial y leyes similares amenazan el empleo de auditoría y testeo adecuado de estos sistemas.

4. Las formas no reguladas y monitoreadas de experimentación de IA sobre poblaciones humanas.

Silicon Valley es bien conocido por su mentalidad de "moverse rápido y romper cosas", donde las compañías se ven empujadas a experimentar rápido con nuevas tecnologías sin mayor consideración por el impacto de fallas, incluyendo quién carga con el riesgo. Se ha observado un creciente número de experimentos que ponen en marcha sistemas de IA sin adecuados protocolos que exijan información previa, consentimiento o responsabilización. Estos experimentos continúan debido en parte a la ausencia de consecuencias en caso de fallas. Cuando los daños ocurren, casi siempre es poco claro dónde o en quién reside la responsabilidad, por lo cual la investigación y la asignación de responsabilidades constituye una urgente prioridad.

5. Los límites de las soluciones tecnológicas para proveer soluciones a problemas de inequidad, sesgo y discriminación.

Se han hecho grandes avances en el diseño de modelos matemáticos respecto de lo que cabría considerar "justo" cuando las máquinas calculan resultados orientados a evitar la discriminación. Sin embargo, en ausencia de un marco que tome en cuenta contextos sociales y políti-

cos o antecedentes históricos, estas fórmulas matemáticas de justicia ignorarán, inevitablemente, factores críticos y podrán sólo servir para ocultar problemas más profundos, de modo que acabarán incrementando el riesgo o ignorando la justicia.

Frente a este crudo diagnóstico, el AI Now Institute propone una serie de acciones que podrían clasificarse en tres grandes grupos: 1) una serie de regulaciones a diseñar y poner en marcha por parte de diferentes agencias estatales; 2) diversas transformaciones que deberían producirse en la organización y funcionamiento de la propia industria de la IA; y 3) acciones a desarrollar por universidades y organizaciones sociales, incluyendo el apoyo estatal. Entre las primeras, se propone:

- Dotar de mayor autoridad a agencias específicamente dedicadas a supervisar, auditar y monitorear estas tecnologías según sectores. Son muy diferentes los antecedentes, marcos regulatorios y riesgos que caracterizan al uso de IA en sectores tales como educación, justicia criminal o bienestar social. Por lo tanto, de poco sirve establecer estándares y modelos de certificación en IA, que se mostrarán incapaces de contemplar los requerimientos especializados propios de una regulación más matizada. Es necesario, en cambio, un enfoque que tome en cuenta las especificidades sectoriales, no centrado en la tecnología sino en su aplicación dentro de un ámbito determinado.
- Regular severamente el reconocimiento facial y de afectos para proteger el interés público. Ello incluye leyes de alcance nacional que requieren un estrecho seguimiento, imposición de claras limitaciones y transparencia pública. Las comunidades deberían tener el derecho de rechazar la aplicación de estas tecnologías, tanto en el contexto público como en el privado. No es suficiente para ello disponer la mera notificación pública de su uso; debería establecerse un umbral alto a todo consentimiento, dados los riesgos de vigilancia opresiva y continua que entrañan. El reconocimiento de afectos justifica particular atención, por ser una subclase de reconocimiento facial que, según afir-

ma, es capaz de detectar cosas tales como personalidad, sentimientos íntimos, salud mental e "involucramiento del trabajador", sobre la base de imágenes, video, o rostros. Sus afirmaciones no están corroboradas por evidencia científica robusta, en tanto la tecnología se aplica de manera no ética e irresponsable, invocando seudo-ciencias como la frenología o la fisiognomía. Vincular el reconocimiento de afectos al acceso al empleo, los seguros, la educación y la vigilancia crea riesgos preocupantes, tanto a nivel individual como social.

- Las agencias de protección al consumidor deberían aplicar leyes sobre "publicidad verídica" a productos y servicios de IA. Es tal el despliegue publicitario en torno a la IA, que se está ensanchando la brecha entre sus promesas y el efectivo desempeño de sus productos. Se crean así crecientes riesgos a los consumidores individuales y comerciales que, a veces, se traducen en graves consecuencias. Como ocurre con otros productos y servicios capaces de impactar seriamente o explotar a poblaciones, quienes comercian IA deberían ser sometidos a elevados estándares de credibilidad respecto de lo que prometen, especialmente cuando la evidencia científica que respalda estas promesas es inadecuada y las consecuencias de más largo plazo son desconocidas.

Entre las transformaciones a producir en el ámbito de las empresas de IA se incluyen:

- La renuncia al secreto y otras demandas legales que limitan la rendición de cuentas del sector público. Quienes desarrollan y comercian sistemas basados en IA y toma de decisiones automatizadas a ser utilizados por gobiernos, deberían estar dispuestos a renunciar todo secreto comercial o cláusula legal que inhiba la detallada auditoría y comprensión del software empleado. Las leyes sobre secreto comercial constituyen una barrera al debido proceso y contribuyen al efecto de "caja negra" que torna a los sistemas opacos y no responsables, lo cual dificulta la evaluación de sesgos, el reclamo de decisiones o la reparación de errores. Quien decida emplear estas tecnologías en el

sector público, debería demandar a los proveedores que renuncien a estos derechos, antes de cerrar cualquier transacción.

- La industria de IA necesita urgentemente nuevas aproximaciones al gobierno corporativo, pues la actual estructura de la mayoría de las compañías, no asegura la *accountability* de sus sistemas de IA. Si bien la regulación gubernamental es importante, las empresas necesitan estructuras de *accountability* internas que trasciendan los lineamientos éticos. Por ejemplo, deberían incluir representantes del personal de base en las juntas directivas, incorporar cuerpos asesores externos en materia de ética y llevar a cabo esfuerzos de monitoreo y transparencia externos. Expertos independientes deberían poder auditar y publicar acerca de sistemas clave, y las empresas deberían asegurar que su infraestructura IA pueda ser entendida de cabo a rabo, incluyendo sus aplicaciones y usos concretos.
- Las compañías tecnológicas deberían ofrecer protección a objetores de conciencia, organizaciones del personal y denunciantes éticos. La organización y resistencia de trabajadores tecnológicos se ha constituido en una fuerza significativa para asegurar *accountability* y decisiones éticas. Las compañías deberían salvaguardar esa capacidad de organización, denuncia y decisión ética de sus trabajadores respecto de los proyectos en que eligen comprometer su labor. Ello debería incluir políticas claras que protejan a los objetores de conciencia, asegurando al personal el derecho de conocer en qué están trabajando y la opción de abstenerse de tales trabajos sin recibir represalias. Debe entonces protegerse a los empleados que expresen preocupaciones y denuncien cuestiones éticas, en nombre del interés público.
- Las compañías tecnológicas deben trascender el "modelo de *pipeline*" y dedicarse a eliminar las prácticas de exclusión y discriminación en sus lugares de trabajo. Las empresas, y el sector en su conjunto, han adoptado un "modelo de *pipeline*", centrado en entrenar y reclutar personal muy diversificado. Si bien esto es importante, pasa por alto qué ocurre una vez que el personal es empleado en lugares de trabajo donde se excluye, acosa o sistemáticamente subvalúa a la gente

sobre la base de raza, género, orientación sexual o discapacidad. Las compañías deberían reexaminar más profundamente estas cuestiones y la relación entre culturas excluyentes y los productos que elaboran, para evitar situaciones que perpetúan el sesgo y la discriminación. Este cambio de enfoque necesita ser acompañado por acciones prácticas, incluyendo compromisos de indemnización y equidad de oportunidades, junto a medidas transparentes sobre reclutamiento y retención.

Y en el tercer grupo de recomendaciones, se propone:

- Lograr justicia, *accountability* y transparencia en la requiere un detallado conocimiento de la "completa cadena de suministro". Para que haya una responsabilización significativa, es necesario comprender y trazar las partes componentes de un sistema de IA, así como la completa cadena de suministro en la que se basa. Ello significa establecer los orígenes y uso de los datos de entrenamiento, los datos de testeo, los modelos, los programas de aplicación de interfaces y otros componentes e infraestructura a lo largo del ciclo de vida del producto. El informe del AI Now Institute denomina a esto la "completa cadena de suministro" de sistemas IA, considerándola como condición necesaria de una forma de auditoría más responsable. Esta cadena también incluye comprender los reales costos laborales y de medio ambiente de los sistemas de IA. Por ejemplo, el uso de energía, el empleo de mano de obra en el mundo en desarrollo para la moderación de contenido y la creación de datos de entrenamiento, y la dependencia de *clickworkers* para desarrollar y mantener sistemas de IA.
- Se requiere mayor financiamiento y apoyo para litigios, organización de trabajadores y participación comunitaria en cuestiones de *accountability* de la IA. Las personas que tienen mayores riesgos de sufrir los efectos de los sistemas de IA son a menudo los que menos pueden evitar sus consecuencias. Es necesario mayor apoyo para el desarrollo de mecanismos robustos en materia de reparación legal y participación cívica. Ello incluye apoyar a abogados públicos que representan

a quienes no reciben servicios sociales debido a toma de decisiones algorítmicas, a organizaciones de la sociedad civil y a organizadores de trabajadores que apoyan a grupos que corren el riesgo de explotación y pérdida de empleo, y a infraestructuras de comunidades de base que promueven la participación pública.

- Los programas universitarios en IA deberían expandirse más allá de las ciencias de la computación y las disciplinas de ingeniería. La IA comenzó como un campo interdisciplinario, pero a través de las décadas se ha estrechado al punto de convertirse en una disciplina técnica. Con la creciente aplicación de sistemas de IA al dominio social, necesita extender su orientación disciplinaria, adoptando formas de experticia de las disciplinas sociales y humanísticas. Los esfuerzos que se hagan para comprender las implicancias sociales de la IA, no pueden reducirse al campo de las ciencias de la computación o los departamentos de ingeniería, donde docentes y estudiantes no están capacitados para investigar el mundo social. Expandir la orientación disciplinaria de la investigación sobre IA asegurará una atención más profunda al contexto social y un foco más apropiado sobre los riesgos potenciales cuando se aplican estos sistemas a poblaciones humanas.

A las preocupaciones académicas sobre la orientación que deberían tener las políticas en IA, se suman las de los propios gobiernos. En una entrevista realizada en 2016, y antes de culminar su segundo mandato, el entonces presidente de los Estados Unidos, Barack Obama, se refirió a la inteligencia artificial destacando sus riesgos y las oportunidades que genera (Obama, 2016).[49] Manifestó al respecto que 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

49 Obama fue entrevistado por la revista Wired en el Salón Oval de la Casa Blanca. En la ocasión decidió que en la entrevista participara Joi Ito, emprendedor y director de Media Lab del MIT. El entrevistador introdujo el tema señalando que es difícil imaginar una tecnología singular que pueda ser más decisiva en dar forma a nuestro mundo, durante los próximos 50 años, que la inteligencia artificial.

médicos hasta los vehículos autónomos, a la vez que surgen inevitables preocupaciones: "¿Quién controla esta tecnología? ¿Hasta qué punto se apropiará de nuestros empleos? ¿Qué riesgos apareja?"

Párrafos del diálogo que se suscitó en la ocasión merecen ser comentados *in extenso*, para destacar hasta qué punto, algunos políticos del mundo desarrollado son conscientes de los posibles impactos futuros de la IA y tienen ideas claras sobre cómo enfrentarlos. En su opinión, la IA ha penetrado la vida humana de múltiples maneras sin que lo advirtamos; en parte, porque su consideración está teñida por la cultura popular. La IA llamada "generalizada", es característica de la ciencia ficción, que a menudo pronostica un mundo prácticamente robotizado. En cambio, la IA especializada se ocupa del diseño y aplicación de algoritmos y dispositivos computacionales para realizar tareas crecientemente complejas, desde la medicina y el trasporte a la distribución de electricidad. En su proyección, promete una economía mucho más productiva y eficiente, pero será necesario evaluar su negativo impacto sobre el empleo y la inequidad social. Al respecto, Joi Ito agregó que algunos de sus estudiantes en el MIT ("una banda de chicos blancos", los llamó) se sienten más a gusto dialogando con computadoras que con seres humanos; y que muchos de ellos piensan que si solo lograran esa IA generalizada, propia de la ciencia ficción, no tendríamos que preocuparnos de cosas tan pedestres y complicadas como la política y la sociedad: las máquinas lo harían por nosotros.

Además de manifestar su acuerdo, Obama señaló la necesidad de apelar a la inteligencia "extendida" para que en la IA puedan incorporarse valores sociales. Mencionó, 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 ¿quién programará los vehículos?, pregunta que remite al clásico "dilema del tranvía".[50] ¿Cuál es el rol del gobierno cuando se introducen estas cuestiones éticas?

50 Sobre el llamado "dilema del tranvía", ver nota 39 *ut supra*.

Para el ex-presidente, 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 por 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 que perjudica a determinados grupos sociales.

El diálogo posterior destacó la necesidad de que no sea el mercado el que marque el ritmo y dirección de las innovaciones, lo cual marcha a contramano del hecho de que es la empresa privada la que invierte billones de dólares en su desarrollo. Obama citó 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".[51] Pero, agregó el entonces presidente, lo cierto es que como sociedad, hemos visto reducido nuestro compromiso con la investigación básica, al tiempo que se esfumó nuestra confianza en la acción colectiva, en parte debido a retórica e ideología. El programa espacial de los Estados Unidos, en tiempos de los viajes a la luna, era de apenas medio por ciento del PBI, pero en moneda actual hubiera representado 80 billones de dólares anuales. Y en IA, el país gasta menos de un billón, 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.

Con respecto a las visiones apocalípticas que preanuncian un mundo regido por robots, Obama prefirió preocuparse por cuestiones más inmediatas y exigentes, como las planteadas por la ciberseguridad. Como

51 Se denominan "unicornios" a las empresas cuyo valor en el mercado supera los mil millones de dólares en alguna de las etapas de su proceso de levantamiento de capital.

ejemplos, citó el extraordinario desarrollo alcanzado por algoritmos que, previsiblemente, podrían desbaratar el funcionamiento de la bolsa de comercio, debilitando la integridad de los mercados financieros. O podrían penetrar los códigos nucleares para averiguar cómo lanzar misiles. Al respecto, mencionó que sus instrucciones en materia de seguridad se orientaban no tanto a preocuparse por máquinas capaces de apoderarse del mundo, sino por la capacidad de actores hostiles que pueden penetrar sistemas. Todo se reduce a ser mejores que ellos.

Frente a los gurúes que le otorgan alta probabilidad a la ocurrencia de una IA generalizada en la próxima década, Ito consideró 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 broma, Obama recomendó que en ese momento alguien debería estar cerca del cable eléctrico y tirar de él para arrancarlo de la pared.

Puede apreciarse que en la entrevista que acabo de comentar, se pasó revista a la mayoría de las preocupaciones que rodean a los desarrollos tecnológicos en materia de IA, sin que el diálogo haya alcanzado a profundizar el análisis de los impactos que generan sus principales aplicaciones. Por eso, en las secciones que siguen, me ocuparé de algunas de ellas, comenzando por la que suscita mayores aprehensiones: la robótica y, particularmente, los robots humanoides.

Política y ética frente a la robotización

En un futuro no muy lejano, es muy probable que los robots sean tan habituales como lo son las computadoras actuales. Una gran variedad de ellos, con distintos propósitos, formas, tamaños y capacidades, están siendo desarrollados y empleados en ámbitos muy diversos (v.g., defensa, atención de la salud, industria, cuidado de adultos mayores), lo cual plantea a los gobiernos la responsabilidad de fijar políticas, ofrecer servicios públicos y regular la actividad socioeconómica afectada por la robótica. Existen campos en los que el desarrollo y empleo de robots es muy importante y se prevé que se acelere.

Si bien el desarrollo y despliegue de robots recibe mucha atención, el problema más apremiante que enfrenta la industria robótica mundial es la falta de una política coherente. A medida que los gobiernos debatan cómo regular un sector emergente e importante, las leyes deberán ir más allá de la seguridad de los trabajadores. Los países deben estar preparados para la seguridad cibernética, la responsabilidad de los sistemas autónomos y semiautónomos y el posible desplazamiento de empleos.

En muchas áreas, ya han surgido o se anticipan numerosas cuestiones éticas derivadas de su uso, al margen de otros impactos laborales, económicos y fiscales. Kernaghan (2014) admite la dificultad de aplicar teorías éticas al uso de la robótica, proponiendo que en el corto plazo, el foco debería colocarse en los estándares éticos y comportamientos de quienes diseñan, fabrican, programan y operan robots. Agrega que las leyes y regulaciones en la materia deberían introducir varios tópicos críticos en materia de ética pública contemporánea, incluyendo estándares en materia de responsabilidad moral privada, privacidad y rendición de cuentas. Un verdadero campo especializado de ética sobre robots está emergiendo como consecuencia.

Alemania es uno de los países más avanzados en ética de los robots y su legislación pionera en la materia intenta responder a muchos de sus desafíos. Para los reguladores, proteger a los trabajadores de un brazo robótico que funciona mal o a peatones de vehículos autónomos es tan importante como proteger a los solicitantes de empleo de un algoritmo de inteligencia artificial sesgado (Prakash, 2017). Las políticas alemanas de robótica también se formulan para atender aspectos de seguridad interna y política exterior, específicamente con respecto a la vigilancia.[52]

52 Por ejemplo, la Agencia Federal de Redes de Alemania prohibió hace unos años una muñeca robótica llamada “My Friend Cayla” bajo las leyes de espionaje. La muñeca tenía micrófonos que permitían a las niñas interactuar con ella, pero recopilaba y enviaba la información a una compañía en los Estados Unidos. Algo similar a la preocupación de que Amazon Alexa escuchaba y grababa las conversaciones en los hogares. Muchos países todavía enfrentan dificultades para mantener la privacidad y la seguridad de los usuarios en sus llamadas telefónicas

Entre las iniciativas de regulación sobre este tema, que han comenzado a conocerse, cabe citar como ejemplo un proyecto de resolución de la Unión Europea producido por la Commission de réflexion sur l´Étique de la Recherche en sciences et technologies du Numérique dAllistene (CERNA, 2014). Uno de los aspectos allí tratados se refiere al intento de definir un *smart robot* (robot inteligente), así como la referencia a su supuesta "conciencia". El proyecto de resolución define a un robot autónomo inteligente (y sus subcategorías), tomando en cuenta las siguientes características:

- Adquiere autonomía a través de sensores o intercambiando datos con su contexto (inter-conectividad) y analizándolos,
- tiene capacidad de auto-aprendizaje (criterio opcional),
- tiene un soporte físico,
- adapta su comportamiento y acciones a su contexto.

En el Informe N°1 de la Comisión, se ofrece una definición general según la cual un robot debe satisfacer determinadas condiciones y consistir en una máquina física que responde a estímulos de su contexto y actúa en consecuencia tomando decisiones.

En su crítica al Informe, Nevejans (2018) se ocupa del aspecto definicional de la robótica, previsto, observando la dificultad de definirlo en ausencia de consenso dentro de la comunidad científica global. Plantea, al respecto, que sólo algunos robots tienen la capacidad de aprender, comunicarse e interactuar, y hasta de tener cierto grado de autonomía, de modo que no les cabe a todos el carácter de "inteligentes". Por ejemplo, no lo son los robots quirúrgicos, que operan sobre la base del modelo amo-esclavo (v.g., son accionados remotamente por un cirujano o técnico humano), por lo cual no tienen autonomía. Lo mismo ocurre con los drones piloteados a distancia por un operador, de modo que no serían ni autónomos ni inteligentes. Dicho sea de paso, la Unión Europea ha comenzado a interesarse

---

y correos electrónicos. Alemania, en cambio, ya encaró la vigilancia a través de robots.

en los drones, cuya difusión plantea importantes cuestiones de seguridad, riesgos, privacidad y protección de datos personales.

En el proyecto de resolución, que se limita a "robots autónomos inteligentes", la autonomía se define en términos puramente "tecnológicos" y su grado depende de cuán sofisticada es la interacción con su contexto con la que ha sido programado. Ello supone que la autonomía deriva de una programación y no de una supuesta "conciencia" de la máquina, lo cual llama a revisar la redacción de la norma, que hace referencia a una actuación de los robots "con independencia de control o influencia externa". Al respecto, Nevejeans recomienda descartar definitivamente el término "inteligente" (*smart*) para calificar a los robots, por dos razones básicas. La primera, por el ancestral temor occidental a los robots, generado en parte por la literatura de ficción y en parte por los pronósticos de destacados científicos que, como hemos visto, advierten sobre los riesgos de alcanzar el punto de *singularity*. En esto, la cultura del Lejano Oriente parece ubicarse en las antípodas. Tanto la ficción (donde Astro Boy –el popular manga japonés– tipifica al "robot bueno") como la visión shintoísta de los robots, según la cual, como todas las cosas, tienen un "alma", han generado una cultura donde el temor hacia estas creaciones prácticamente no existe. La segunda razón es socioeconómica y se vincula con la aprehensión que, al menos en Occidente, crea la posibilidad cierta de que la robótica termine desplazando el trabajo humano.

Un aspecto adicional a considerar con relación a la propuesta de legislación civil europea sobre robótica, se refiere a la moción de que se adopte una resolución estableciendo que "hasta tanto, si es que alguna vez, los robots se vuelven (o se los vuelve) autoconscientes, las Leyes de Asimov[53] deben ser aplicadas a los diseñadores, productores y operadores de robots, ya que esas leyes no pueden convertirse en códigos de

53 Los tres principios de estas "leyes" 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 entre en conflicto con la primera o segunda ley.

máquina provistos por programas de computación." La validez jurídica de unas "leyes" que Isaac Asimov, autor de ficción, escribió para sus historias breves, a fin de contrarrestar la imagen negativa que inspiraban los robots en Occidente, es como mínimo cuestionable. Para el autor se trataba de un recurso literario pseudo-legal de su trabajo, tendiente a que los humanos controlen a los robots. Son "leyes" deliberadamente vagas para hacer más interesante la trama de sus relatos y no podrían considerarse principios jurídicos *stricto sensu*, sino, a lo sumo, como un intento de establecer una suerte de ética para estas máquinas. Ello no excluye el posible diseño de un marco ético aplicable a los desarrollos de la robótica y la IA.

Otro aspecto de este mismo tema es el referido a la supuesta "conciencia" de los robots. Si ya de por sí resulta difícil establecer jurídicamente la conciencia de un ser humano, ¿cómo podría detectársela en una máquina? Aceptar que una máquina puede constituir un ser consciente obligaría a la humanidad a respetar sus derechos básicos. En realidad, si los robots se convirtieran alguna vez en seres conscientes, serían por extensión, más poderosos, rápidos, inteligentes y cuasi-inmortales. Esto podría suponer el colapso y, tal vez, la destrucción de la humanidad en su forma actual. Parecería necesario entonces establecer principios que regulen todo desarrollo científico destinado, directa o indirectamente, a introducir conciencia en un robot, por resultar potencialmente peligroso para los seres vivos.

Lo que resulta indiscutible es que el comportamiento de los robots deberá acomodarse a la legislación y a los valores de los seres humanos. Esto fue planteado por Wallach (2011) cuando la robótica era todavía incipiente. En la tercera década de este siglo, ya puede anticiparse que la robótica convergerá con las neuro-tecnologías y otras tecnologías emergentes, con lo cual ya no solo resulta necesario monitorear y administrar tecnologías de veloz desarrollo, sino también transformaciones culturales resultantes de la convergencia de muchas otras tecnologías, como la automatización, la IA, la impresión 3D y otras. Frente a ellos, señala Wallach (2011), el papel central de la ética, la ley y las políticas públicas en el desarrollo de robots y neurotecnologías se centrará en modular la tasa

de desarrollo y diseminación de estas innovaciones, cuidando de que no comprometan la seguridad, la responsabilidad y el uso apropiado. De no ser así, el Estado sería cómplice de una crisis inevitable.

¿Hacer el amor, no la guerra?

Cuando el análisis se traslada del plano genérico de los robots vistos como máquinas ("inteligentes" o no) al de su utilización concreta, los aspectos éticos y la necesidad de regulación surgen más nítidamente. La robótica asociada a la sexualidad y a la defensa, proporciona significativas ilustraciones al respecto, planteando a los gobiernos complejos dilemas éticos y jurídicos.

Ya tuvimos oportunidad de analizar, en la primera parte del libro, la cuestión de los robots sexuales, así como de señalar la necesidad de adoptar políticas frente a su creciente adopción. El dilema básico es si deben considerarse como objetos de uso privado –como una lustradora– o exigen algún tipo de intervención estatal, sea para prohibirlos o para regular de algún modo su producción y utilización. Alrededor de este dilema se manifiestan diversos actores (estatales, intelectuales, empresarios, juristas, etcétera), que encarnan intereses y valores diversos.

Por ejemplo, una importante activista que hace campaña contra los robots sexuales, aclara que no es su propósito regular lo que la gente hace en privado (Richardson, 2019). Como profesora de Ética y Cultura en la Universidad De Montfort, Inglaterra, y declarada feminista-humanista, la autora se muestra contraria a todo aquello que convierte a los cuerpos humanos en objetos comercializables. Para ella, se trata de una cultura que promueve formas de relación humana con productos comerciales. No objeta propiamente a los robots y ni siquiera su antropomorfismo, sino la utilización capitalista de ideas culturales con propósito de lucro. Además, ve a los robots sexuales como una afrenta a la política de sexo y consentimiento. Porque el sexo es político, pero está naturalizado. No está fuera de la sociedad ni pertenece solo a la biología o al cerebro humano. El sexo es político en tanto supone elegir entre lo que se quiere hacer con otro ser humano, sea bueno o malo, legal o prohibido.

Algunos ven a los robots sexuales como un recurso terapéutico para predadores sexuales violentos, una suerte de válvula de escape que permitiría evitar crímenes horrendos que los violadores seriales suelen justificar en el rechazo de una mujer a mantener relaciones. Un razonamiento similar se plantea frente al abuso sexual infantil. Al respecto, Richardson señala que no solo se estaría admitiendo que los humanos tengan relaciones sexuales con máquinas, sino que se estaría aceptando la idea de que estas formas comerciales de explotación sexual ilegal pueden ser un mercado para crear nuevas formas de robot. La sola idea de montar una empresa y contratar personal para construir robots infantiles que satisfacen a pedófilos resulta moralmente repugnante. ¿Se requerirían prescripciones médicas para autorizar la venta de un robot a un predador sexual bajo tratamiento? ¿No se estaría legitimando la creación de una infraestructura para la expresión admitida de la violación o el abuso sexual infantil?

Se ha sostenido que, al menos, los robots sexuales podrían ser una solución para los solitarios. Al rechazar este argumento, Richardson considera que más bien podrían conducir a profundizar sus sentimientos misóginos. Y en cuanto a la opinión de que podrían ayudar a reducir la superpoblación global, considera que está ampliamente documentado que las mayores oportunidades de educación y desarrollo de carreras de las mujeres es un factor decisivo para detener ese proceso.

La sociedad civil se ha movilizado frente a la normalización de muñecas y robots sexuales. Un grupo de humanistas, padres de familia, académicos y activistas de varios países, reunidos a partir de 2015 en la llamada *Campaign Against Sex Robots* (CASR), dio a conocer una carta abierta en la que advierte sobre los riesgos de la objetivización comercial de seres humanos. La Carta denuncia que estas tecnologías se están desarrollando con el aval de la comunidad científica y de empresarios de la robótica y la IA, cuya voz tiene la fuerza suficiente como para orientar la dirección de las políticas públicas en este campo, sin que se tomen debidamente en cuenta sus posibles efectos peligrosos sobre mujeres, hombres y niños. Define a los muñecos y robots sexuales como humanoides accionados animatrónicamente, que poseen orificios penetrables, que inducen a los

consumidores a ver a estas muñecas como sustitutos de mujeres (al menos predominantemente), comercializadas como “compañeras”, “novias” o “esposas”. Y, en general, reitera los argumentos negativos contra este tipo de producto comercial, destacando su contribución a una cultura que refuerza las tendencias de violencia sexual bajo nuevas formas.

La Carta destaca la necesidad de consolidar los lazos humanos, cuyo debilitamiento es un factor fundamental de enfermedad mental, inseguridad económica y aislamiento humano, por lo que resulta necesario frenar prácticas sociales que refuerzan la degradación cultural. Señala además que los gobiernos siempre están rezagados detrás de los desarrollos tecnológicos y a menudo responden con políticas reparadoras cuando ya es demasiado tarde y el daño a la sociedad humana ya ha sido producido. Por ello, urge a la Unión Europea y al parlamento del Reino Unido a realizar consultas públicas antes de diseñar legislación alineada con las leyes ya aprobadas en esos países sobre discriminación sexual y con su compromiso con los Derechos de la Infancia de las Naciones Unidas.

Entre los objetivos de la Campaña se incluye el reclutamiento de nuevos miembros, la formación de alianzas con otras campañas contra la explotación sexual y acciones hacia los científicos e ingenieros de la computación para que reconsideren su rol en la promoción de desarrollos tecnológicos que potencialmente, tienen fines de explotación humana.

También en Suecia, las asociaciones Roks y Unizon han concertado su acción ante las autoridades, demandando que 1) el gobierno se oponga a la apertura de robots en Suecia; 2) que se inicien investigaciones sobre la relación entre el contacto sexual con robots y el abuso sexual real; 3) que se inicien estudios para realizar propuestas de prohibición y restricción de tecnologías y actividades que normalizan el abuso; 4) que se lleve a cabo una campaña de información nacional sobre los derechos a una vida sexual libre de abuso e intereses comerciales; y 5) que la educación sexual incluya conversaciones críticas acerca de la industria pornográfica, muñecas y robots sexuales, desde una perspectiva de género, sexualidad y poder.

El tema ya ha tenido eco legislativo en los Estados Unidos. En junio de 2018, la Cámara de Representantes dio media sanción a la llamada CREEPER Act que prohíbe los robots sexuales infantiles. Introducida en 2017, la *Curbing Realistic Exploitative Electronic Pedophilic Robots Act* apunta a proteger a los niños de predadores sexuales. De este modo, se intenta impedir la introducción y comercialización de este tipo de robots, importados de China, Hong Kong y Japón. Solo en 2017, 128 de estas muñecas fueron secuestradas en el Reino Unido y no sorpresivamente, el 85% de los hombres que las importaron, poseían pornografía infantil. El Senado de los Estados Unidos todavía no ha votado la iniciativa.[54]

Francis X. Shen, profesora asociada de leyes de la Universidad de Minnesota, ha sostenido en un artículo en *The Conversation* (12 de febrero 2019) que si bien los robots sexuales ya están aquí, las leyes no se actualizan al ritmo de las cuestiones éticas y de privacidad que plantean. Como especialista de IA, neuro-ciencias y derecho, preocupan a esta autora los aspectos legales y de política pública asociados con estos desarrollos. Uno de los problemas jurídicos es la propia definición de un "robot sexual", ya que toda propuesta para regular o prohibir su uso y difusión requiere acordar su alcance. Por ejemplo, distinguir entre un "robot sexual" y un "robot sexy". O si son juguetes o humanoides. Alabama es el único Estado que prohíbe toda clase de objetos sexuales. Pero en este caso, como tienen capacidad de aprendizaje, ya no podrían ser tratados solamente como muñecos con microchips, porque además podrían desempeñar diferentes funciones.

En 2003 la Corte Suprema de los Estados Unidos abolió la ley de sodomía de Texas, sobre la base del principio de la privacidad sexual, lo que

54 Si bien sitios como Change registran masivas adhesiones a esta legislación, no faltan las voces que o bien consideran este tipo de legislación como innecesario o totalmente inconducente. Marty Klein, PhD en Inteligencia Sexual, sostiene que esta norma no protegerá a los niños. En su opinión, "son tostadoras con sonrisas (o lágrimas) y con orificios". Critica la falta de investigación o de curiosidad frente a la robusta evidencia de que la explotación sexual infantil disminuye cuando la pornografía se vuelve accesible, como ocurrió en USA o en Japón.

ha generado juicios divididos en los tribunales inferiores sobre restringir o no la venta de juguetes sexuales, incluyendo robots. Diferente es el caso de los robots sexuales que semejan niños.

Por otra parte, existen toda clase de peligros asociados con estos *ciborgs*, dados los riesgos que entrañan para sus usuarios. Por ejemplo, labios pintados con plomo o alguna otra toxina; accidentes derivados de la fuerza diferencial del robot; vulnerabilidad frente a *hackers* que podrían acceder a información íntima de los *partners* humanos; posible uso de los robots como instrumentos de vigilancia de delincuentes sexuales, etc.

Para los gobiernos, su regulación dependerá de lo que se aprenda o se suponga acerca de los efectos que los *sexbots* puedan producir sobre la sociedad y las personas. En 2018, el Concejo Deliberante de Houston prohibió un prostíbulo de robots sexuales. Pero ya hay un buen número de prostíbulos que ofrecen robots sexuales a través de toda Europa (Finlandia, Italia, Rusia, España, Canadá, etcétera). Y pese a que son todavía una novedad, su funcionamiento ya ha abierto toda clase de inquietudes y problemas, desde los riesgos de transmisión de enfermedades por problemas de higiene debido al repetido uso, a los temores de las trabajadoras sexuales a verse desplazadas.[55]

Sin duda, en este inquietante campo de política pública, los gobiernos deberán fijar posiciones y adoptar cursos de acción, luego de realizar estudios, efectuar consultas, analizar marcos normativos, y evaluar la compleja convergencia de aspectos sociológicos, psicológicos, éticos, culturales y políticos que rodean la posible difusión de una práctica cuyas consecuen-

55 Ya existe un establecimiento en Texas donde los digisexuales (o adictos al sexo con robots) pueden someterse a un tratamiento con intervención de trabajadoras sexuales para superar esta nueva adicción que podría llegar a ser pandémica. En 2019, Eve's Robot Dreams anunció la apertura de un resort en West Hollywood, California que prometía a sus clientes un mundo de fantasía futurista con tecnologías de avanzada. Tarifas especiales (unos US$ 10 000) se cobrarían a quienes tuvieran preferencias por robots "vírgenes", las que luego pasarían a ofrecer servicios a otros clientes. Según la empresa, a las parejas podría interesarles formar un trío con un robot sexual, o incluso armar una orgía con más de uno, de modo de que su práctica sexual no se vea perturbada por los celos.

cias, para colmo, no son todavía suficientemente conocidas. Lo que es seguro es que pueden afectar profundamente la privacidad, la seguridad, la salud pública, la sexualidad y las relaciones humanas, de formas y con impactos todavía indiscernibles.

La robótica militar es otro campo de enorme preocupación, expresada particularmente por organizaciones pacifistas o defensoras de derechos humanos. Una reconocida autoridad en el tema considera que a las llamadas "armas autónomas" correspondería denominarlas sin eufemismos, "robots asesinos" (Prakash, 2020). Su reciente libro plantea a los ciudadanos algunas preguntas que rozan la ciencia ficción. ¿Qué haría usted si su país fuera a una guerra debido a un algoritmo? O, ¿qué haría si robots comenzaran a comunicarse entre ellos y crearan sus propios planes de combate sin la intervención de humanos? Y si bien admite que las preguntas pueden sonar absurdas o extremas, en su opinión aluden a posibilidades reales. En todo el mundo se está desarrollando una nueva raza de sistemas y máquinas de guerra no controladas por personas. Sus decisiones autónomas pueden transformar el poder global al darles a ciertos países ventajas militares competitivas y conducir a conflictos mayores. Por lo tanto, ¿qué clase de ética debería existir para controlarlos? ¿Qué rol deberían cumplir las empresas tecnológicas de defensa?

Human Rights Watch, por ejemplo, hizo un llamado para que se firme un tratado internacional que prohíba la construcción y empleo de robots militares con poder de fuego autónomo y letal, de modo de asegurar que solo un ser de carne y hueso tenga injerencia en cualquier decisión que involucre posibles consecuencias letales. Los temores pueden ser exagerados porque, más allá de prototipos, este tipo de robots todavía no se produce en gran escala ni se advierten planes militares de utilizarlos. Tampoco es claro si su desempeño es superior o diferente al del ser humano en situaciones de fuerza. Sin embargo, la aversión cultural a los robots con poder de accionar el gatillo por sí mismos fue tal, que la campaña de Human Rights Watch ganó, en su momento, enorme difusión.

PAX, una ONG defensora de la paz mundial, ha convocado a que los países prohíban el desarrollo de estos Robots Asesinos (con mayúsculas), como también los llama:

> PAX exhorta a los países a que desarrollen un instrumento legal vinculante que asegure un control efectivo de los sistemas de armamentos, lo más pronto posible. (…) Los científicos y las compañías tecnológicas también tienen la responsabilidad de impedir que estas armas se hagan realidad.

El Informe de PAX resume la posición que los países que lideran el desarrollo de estas tecnologías, han planteado en el ámbito de las deliberaciones desarrolladas sobre el tema en las Naciones Unidas. Se trata de los Estados Unidos, China, Rusia, Gran Bretaña, Francia, Israel y Corea del Sur. Todos ellos, activos participantes de esta carrera armamentista, han creado programas, proyectos e instituciones específicamente orientados a la investigación, desarrollo, financiamiento y producción de innovaciones en este campo, sea en forma directa o con la participación de empresas privadas, universidades y científicos. Casi todos cuentan ya con drones, vehículos y robots con alto grado de autonomía.

Veamos sus posiciones. Los Estados Unidos consideran que es prematuro adoptar cualquier decisión jurídica o política sobre esta materia hasta tanto exista un juicio compartido sobre los riesgos y beneficios de esta tecnología. Entretanto, han sido uno de los países que más han invertido en su desarrollo, particularmente a través de DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) y su división ATLAS (Advanced Targeting and Lethality Automated System). Como es habitual, Lockheed Martin Missiles es uno de sus principales socios del sector privado. China tiene una posición ambigua: por una parte, demuestra interés en negociar y acordar un protocolo que prohíba el uso de LAW (*Lethal Autonomous Weapons*), pero no renuncia a su desarrollo. Y en su colaboración con el sector privado, promueve una estrategia nacional conocida como “estilo de innovación basado en la fusión cívico-militar”, que incluye *startups*, universidades y empresas. Rusia, por su parte, considera que el debate

no debe ignorar los beneficios potenciales del desarrollo de LAW y que por ahora, el sistema normativo internacional actual es suficiente para responder a los problemas que pueden generar estos desarrollos. Entre otros proyectos, Rusia construye una nueva ciudad llamada Era, que estará exclusivamente dedicada a la innovación militar, con particular énfasis en la IyD en sistemas de IA militares y sus tecnologías de apoyo.

Para el Reino Unido, la falta de consenso alrededor de ciertos aspectos clave de estas armas conspira contra cualquier prohibición legal, la que en cualquier caso no tendría efecto práctico alguno. Entre los programas relacionados con la IA y la autonomía, el ministerio de defensa de ese país incluye el desarrollo de algoritmos, *machine learning*, equipos hombre-máquina y automatización, de modo de "producir los efectos disruptivos necesarios en este terreno". Francia entiende que la autonomía de las LAW debe ser total a partir del momento de su activación, sin subordinación a una cadena de mando ni forma alguna de supervisión. Rechaza por irreal e indeseable, todo instrumento jurídico obligatorio, pero propone una declaración política que reafirme ciertos principios fundamentales que mantengan el control humano sobre la decisión última de utilizar fuerza letal.

También Israel se muestra contrario a desarrollar estándares rígidos o a imponer prohibiciones con relación a algo tan especulativo como el uso de armamento letal automatizado: entiende que sería imprudente y produciría resultados no informados y erróneos; además, habría que tener en cuenta sus ventajas militares y humanitarias. Israel es, tal vez, uno de los países que más ha avanzado en el desarrollo de armamento con un alto grado de autonomía (v.g. drones "kamikaze", robots tiradores, vehículos patrullantes).[56] Por último, Corea del Sur considera que la discusión sobre las LAW debería desarrollarse de modo tal que no afecte la IyD de la tecnología robótica para uso civil. Cabe recordar que este país lidera mundialmente el proceso de robotización. Su posición respecto a este

56 Expertos israelíes acaban de desarrollar un sistema de defensa basado en láser capaz de eliminar drones de ataque, incluso en entornos urbanos, y esperan desplegar el sistema para una serie de usos de seguridad.

armamento varió entre 2015 y 2018, oscilando desde una temprana preocupación por la total autonomía (por los riesgos de mal funcionamiento o falta de control humano) a la positiva defensa de su utilización. Corea del Sur ha utilizado robots centinelas en la zona desmilitarizada que lo separa de Corea del Norte, tanto en su modo "supervisado" como en el "no supervisado" (con capacidad de identificar y rastrear intrusos, e incluso dispararles sin intervención humana).

Piper (2019) destaca los nuevos dilemas morales, técnicos y estratégicos que crean estas innovaciones, y han impulsado a científicos y activistas a presionar para que las Naciones Unidas y las grandes potencias mundiales aprueben normativamente su prohibición. Probablemente habrá que esperar a que algún episodio bélico que involucre el empleo de LAW genere suficiente consternación mundial como para que los países que promueven estos armamentos, junto al resto de la comunidad internacional, se dispongan a discutir su limitación o la regulación de su empleo. Podría ocurrir que tal episodio imaginado ni siquiera involucre a ejércitos regulares de países democráticos, sino a fuerzas insurreccionales, a gobiernos dictatoriales o a actores no estatales.

En definitiva, las armas totalmente autónomas podrían matar gente más fácilmente y de modo más económico, lo cual abre la posibilidad de que sean empleadas, por ejemplo, para el genocidio o limpieza étnica de poblaciones enteras. Más aún, los expertos opinan que estas armas no estarían exentas de cometer errores que podrían resultar catastróficos. Sugieren, por lo tanto, que es necesario que el desarrollo de IA sea abierto, colaborativo y cuidadoso, de modo que cualquiera pueda detectar sus posibles fallas. También es necesario avanzar en la regulación de su empleo y así evitar una escalada armamentista. Al respecto, cabe citar la exitosa experiencia que, en 1972, permitió que se prohibieran las armas biológicas.

No obstante, las Naciones Unidas han hecho escasos avances para llegar a un tratado que regule el desarrollo y empleo de LAW. El lento proceso deliberativo, usual en casos como este, contrasta con el avance, a pasos agigantados, que tiene lugar en la tecnología. Existen, sin duda,

complejos problemas técnicos y jurídicos que deben resolverse antes de que puedan acordarse normas que regulen la producción y utilización de estas armas. Además, mientras los Estados Unidos se opongan, es improbable que pueda llegarse a algún acuerdo en esta materia. Tal vez puedan hallarse aliados a la causa de la regulación entre los propios investigadores en IA y robótica, como ocurrió cuando los trabajadores de Google se rebelaron al enterarse de que la empresa trabajaba para el Departamento de Defensa en el Proyecto Maven.[57] También los empleados de Microsoft objetaron el uso militar de su labor.[58] Nadie puede asegurar si este sector de *stakeholders* contribuirá a demorar la firma de un acuerdo o presionará para que se firme, negándose a desarrollar el software necesario para la producción de robots asesinos.

En resumen, alrededor de las innovaciones en robótica militar existen intereses, valores y presiones contradictorios, enfrentados en una lucha por su desarrollo, regulación o prohibición cuyo resultado, por ahora, es incierto.

La robótica en el mundo del trabajo

Una preocupación diferente, planteada por las innovaciones en robótica, es su impacto sobre el empleo de seres humanos, sobre todo, a raíz del desplazamiento potencial de trabajadores que puede generar su creciente difusión en el mundo laboral. El debate alrededor de las consecuencias

57 En 2018, casi 3100 empleados de Google publicaron una carta abierta en el New York Times solicitando que la empresa deje de colaborar con el Maven Project, que buscaba perfeccionar el uso de la IA para interpretar imágenes de video para mejorar la orientación de los ataques por drones. Los empleados pidieron que se cancele el proyecto y que Google redacte, publique y aplique una política para que ni la empresa ni sus contratistas construyan tecnologías de guerra.

58 En 2019, un grupo de unos 50 trabajadores de Microsoft firmaron una carta demandando que la empresa cancele su contrato con el Pentágono, de casi 500 millones de dólares, por el cual Microsoft le otorgaba licencia para uso militar y entrenamiento a sus HoloLens, unos lentes basados en tecnología de realidad aumentada.

que se le atribuye ha sido intenso y la magnitud de sus posibles impactos es todavía objeto de controversia. También son muy disímiles las estrategias y los instrumentos que los países están diseñando o aplicando para morigerar sus efectos. Asimismo, la academia ha hecho importantes aportes a la discusión. Dada la trascendencia de esta cuestión, le dedicaré una atención bastante exhaustiva para que, al menos, puedan exponerse sus diferentes y complejas aristas.

El trabajo es una de las actividades esenciales de la vida humana y ha estado asociado a través de los tiempos a la propia subsistencia. "Ganarás el pan con el sudor de tu frente" sintetiza la consigna bíblica, estableciendo un vínculo que constituyó al trabajo en fuente primordial para obtener los recursos que aseguran la existencia. Para eso fue necesario que, a lo largo de la historia, los distintos modos de organización social crearan oportunidades de empleo al ritmo requerido por los cambios que, a través del tiempo, se iban produciendo en los mercados de producción de bienes y servicios. En ese proceso, las innovaciones tecnológicas jugaron un rol fundamental, tanto en la creación de nuevos empleos como en la sustitución o desaparición de otros.

Pero la relación histórica que siempre existió entre empleos que desaparecen y empleos que se crean con motivo de cambios tecnológicos y culturales, parece verse dislocada por primera vez a raíz de la aceleración adquirida por estas transformaciones. Es por eso que en la academia y en las organizaciones estatales se están planteando diversas opciones para enfrentar ese posible, y para muchos inminente, desfasaje. En la presente sección analizaré algunos de los principales desafíos que plantea ese proceso de innovación tecnológica, con particular incidencia sobre el trabajo, para luego considerar las opciones que se plantean los gobiernos para enfrentar y mitigar algunos de los impactos de ese proceso.

En verdad, fueron inicialmente los propios obreros quienes durante la primera revolución industrial, llevaron a cabo acciones para evitar que el avance tecnológico destruyera sus empleos. Fue a comienzos del siglo XIX, cuando el movimiento ludita, inspirado en el controvertido Ned

Ludd[59], destruía los telares industriales que sustituían trabajo manual, generando desempleo y reducción de salarios. Más tarde reaccionaron contra el avance tecnológico quienes destruían trilladoras en el campo; y a todo lo largo de la historia posterior, surgieron movimientos neoluditas (tecnofóbicos, anarquistas primitivistas) que, con diferentes consignas y medios, emprendieron acciones de oposición al desarrollo de la tecnología. Algunos lo hacían todavía a causa del desempleo tecnológico que le atribuían a la innovación, mientras que otros basaron su crítica en consideraciones ecológicas, en su oposición a la globalización o en los impactos negativos sobre estilos de vida.

Nadie puede negar seriamente la importancia de la innovación tecnológica y los enormes beneficios que puede generar en los diversos planos de la actividad económica, social y cultural. Pero también es cierto que librado su desarrollo únicamente a las fuerzas del mercado y la iniciativa empresarial, algunos de los efectos del cambio tecnológico pueden resultar altamente perjudiciales. Entre otros, en términos éticos, de concentración económica o de ocupación laboral. Sobre todo, en países que aún no han tomado conciencia acerca de la vertiginosidad de estos cambios ni de sus consecuencias, por lo que se exponen al riesgo de una futura y nueva forma (tecnológica) de dependencia.

En la era exponencial se combinan diferentes tecnologías que generan una enorme variedad de bienes y servicios, algunos de los cuales (como los robots industriales y hogareños, las técnicas de reconocimiento facial o de voz, el procesamiento cuántico de la información o la impresión 3D) ya están disponibles y otros, en pleno desarrollo, tienen fechas previstas de lanzamiento al mercado (v.g. vehículos autónomos, viajes espaciales de turismo, prostética, ciudades inteligentes).

59 Se admite, popularmente, que el movimiento recibió su nombre a partir de Ned Ludd, un joven trabajador que en 1779 destruyó dos telares, pasando su nombre a ser emblemático para quienes irrumpían en los talleres para destruir máquinas. No está comprobado que el personaje haya existido realmente.

Por cierto, los horizontes temporales de quienes estudian el ritmo de estos procesos de innovación son sumamente variables. Algunos auguran cambios que se producirán en contados años; otros, se animan a hacer previsiones para dentro de un siglo. También son altamente variables los pronósticos que se realizan con relación a sus impactos. Y en tal sentido, los previstos en el mundo del trabajo son los que generan mayor controversia, particularmente, los relativos a la posibilidad o no de que, aun frente al carácter exponencial del cambio, nuevos empleos puedan sustituir a los que se vean afectados por el avance tecnológico, sin que se resientan los niveles de ocupación. Es así que el futuro del trabajo se ha convertido en uno de los tópicos que mayor debate ha suscitado la revolución generada por la convergencia de la inteligencia artificial (IA), la robótica y sus aplicaciones de automatización (Manyika, 2018).

Para las posiciones más optimistas, estas preocupaciones son infundadas, porque más de dos siglos de sucesivas revoluciones industriales demuestran que el desarrollo tecnológico terminó creando, más que eliminando, empleos. Esta vez, sin embargo, el problema deriva de la aceleración del cambio y, principalmente, de su naturaleza. En el pasado, las innovaciones tecnológicas tendieron a adicionar fuerza o mecanización a lo que hacía un obrero; o se automatizaban tareas rutinarias, instruyendo a una máquina con algoritmos simples. La percepción actual es que la robótica puede hoy realizar cosas totalmente diferentes: por ejemplo, tareas que exigen capacidades cognitivas y suponen aprendizajes, como discernir patrones a través del procesamiento y análisis de *big data*; o que son capaces de descubrir por sí mismas soluciones novedosas a problemas existentes. Ello genera una legítima preocupación acerca de si quedarán trabajos que sólo los humanos puedan hacer; y si en tal caso, habrá trabajo para todos.

Innegablemente, si un creciente número de empleos es desempeñado por robots, se producirán impactos significativos sobre la estructura del empleo, las modalidades de trabajo, la valoración relativa de las distintas ocupaciones y su retribución económica. Ya se ha vuelto habitual discutir qué empleos quedarán reservados a seres humanos y cuáles a sus “asis-

tentes", "compañeros de trabajo" o sustitutos autómatas. Pocos dudan de que el campo de la robótica transformará la vida humana en este siglo, en la medida en que la ingeniería mecánica, la bioingeniería, las TIC, la IA y otras disciplinas continúen avanzando. Las tecnologías robóticas serán cada vez más comunes en los lugares de trabajo, los hogares y los espacios públicos. Los cambios resultantes pueden llegar a ser tanto o más drásticos que los ocurridos durante el siglo pasado.

Los efectos disruptivos de estas innovaciones han sido objeto de numerosos informes elaborados por académicos y prestigiosas empresas consultoras, como Accenture (2018), McKinsey (2017) o PWC (2018), así como por algunos de los principales organismos internacionales o multilaterales (OCDE, 2019; ILO, 2019; Foro Económico Mundial, 2019; World Bank, 2019). Sobre este punto hay todo tipo de hipótesis y conjeturas (West, 2015). En un extremo, visiones apocalípticas que imaginan una civilización de robots esclavizando a la raza humana. En el otro, un mundo feliz en el que humanoides mecánicos obedecen y realizan automáticamente cualquier trabajo, mientras los seres humanos habrán hallado nuevas formas de organización y actividad social en las que el esfuerzo físico ha desaparecido. Entre ambos extremos, se registran toda clase de escenarios, interpretaciones y matices diferentes.

De lo que no se duda es que las tecnologías emergentes mejorarán la velocidad, calidad y costo que demanda actualmente la producción de bienes y servicios, al tiempo que desplazarán a gran número de trabajadores (West, 2015). Existen evidencias concretas de este fenómeno, así como proyecciones seriamente fundadas acerca de los probables impactos que estas innovaciones tendrán en diferentes áreas de actividad en términos de pérdidas de empleos. La creciente sustitución del trabajo humano por robots no es una conjetura: ya está ocurriendo e implicará que estos últimos asuman la total o parcial responsabilidad en el desempeño de ciertos puestos o tareas. En general, existe acuerdo en que tenderán a ser reemplazados los trabajos pesados, de menor calificación, de carácter repetitivo o que no exijan la adopción de decisiones complejas. Se debate entonces sobre las consecuencias de un desempleo tecnológico más o

menos generalizado, la posibilidad de que los afectados puedan hallar formas alternativas de ocupación o las formas en que podría compensarse su condición de desempleo.

Se enfrentan en este terreno dos tipos de intereses contradictorios. Por una parte, los de la industria en general, que ven en la robotización la esperanza de revivir la alicaída economía europea y hacer frente al liderazgo que, en este campo, han asumido las economías de Lejano Oriente. Esta posibilidad se ve potenciada por otros desarrollos tecnológicos que se están produciendo paralelamente, como el internet de las cosas, los chips de identificación por radiofrecuencia (RFID) o las impresoras 3D. Las ventajas económicas que ofrecen la robotización y esas otras tecnologías, pueden generar una notable reactivación económica. Pero, por otra parte, hay riesgos ciertos en robotizar la industria, e incluso la sociedad en general, a través del desarrollo de robots domésticos. Si esta tendencia se generaliza y cobra un mayor impulso, podría eliminar millones de empleos en toda Europa y no solamente aquellos de baja calificación, porque también afectaría otros empleos en sectores intelectuales, como la enseñanza.

Robots: ¿rivales o compañeros de trabajo?

Si consideramos el ámbito de la producción, la robotización puede reemplazar con ventaja al trabajo humano en ciertas ocupaciones y, por lo general, permite obtener mejores resultados en términos de productividad. Desde la perspectiva empresaria, e incluso desde la de los usuarios, la robótica genera mayor productividad a través de la detección y reducción de errores, el eficiente manejo de almacenamiento e inventarios, la predicción de necesidades de energía e insumos, etcétera. Para el usuario, las diversas aplicaciones significan nuevos y mayores servicios, con novedosas prestaciones (v.g., reconocimiento facial y de voz, conducción autónoma de vehículos) y posible ahorro de costos. Además, la reducción permanente del costo de los robots los torna competitivos frente a trabajadores humanos. En el sector de servicios, los algoritmos de computación permiten comercializar acciones en una fracción de segundos, mucho más rápidamente que cualquier ser humano. A medida que estas tecnologías

se abaratan, se difunden y aumentan su capacidad, van hallando aplicaciones cada vez más novedosas.

El problema parece plantearse, entonces, en el plano de la distribución, donde se advierten dos tipos de impactos diferentes. Primero, la posibilidad bastante cierta de que se produzca una marcada jerarquización entre 1) empleos no sustituibles por robots, que resistan con éxito el embate de la innovación tecnológica; y 2) empleos crecientemente amenazados por la sustitución robótica, con múltiples impactos (v.g., económicos, psicológicos) sobre sus ocupantes. Segundo, la posibilidad, también bastante cierta, de que las ganancias de productividad resultantes de la robotización, tiendan a remunerar privilegiadamente al capital, antes que a socializar el mayor excedente generado. Al respecto, es un hecho comprobado que a pesar del importante incremento producido en la productividad laboral, los salarios industriales medios se han estancado en la mayoría de las economías avanzadas y esta situación no promete modificarse en un futuro previsible.

Con respecto al impacto cuantitativo de la robotización sobre el empleo, la discusión ha oscilado entre extremos que imaginan una drástica sustitución de trabajadores humanos por robots, hasta versiones mucho más optimistas que suponen una armoniosa complementación entre ambos o, incluso, la posible creación de un creciente número de puestos de mayor calificación. La argumentación toma en cuenta el estado actual de la innovación tecnológica y los avances producidos según sectores de actividad, los costos relativos de las inversiones requeridas para introducir robots frente a los costos salariales, los inevitables períodos de transición que deberán atravesarse o la probable adopción de regulaciones que pueden afectar el ritmo de la sustitución.

Otra parte de este debate gira en torno al tipo de empleos en que los robots podrían desplazar a los actuales trabajadores. La investigación y las proyecciones, en tal sentido, han avanzado en la identificación de sectores y tareas que podrían verse afectados, existiendo mediciones y pronósticos que estiman magnitudes de los impactos y tiempos en los que se producirían. También ha merecido atención, aunque menor, la enorme

distancia que separa a los distintos países y regiones del mundo en la densidad que está adquiriendo la robotización del trabajo, cuestión que como se verá, debería ser objeto de preocupación por sus efectos económicos sobre los países emergentes.

La cuestión cuantitativa es compleja y no se reduce a la sumatoria de pérdidas y ganancias de empleos que podrían derivarse de las tendencias señaladas. Además del resultado neto que podría ocasionar el continuado avance de la tendencia actual, es necesario considerar cómo cambiarán las modalidades y la propia estructura del trabajo. Por ejemplo, si seguirá creciendo la incorporación de formas de trabajo independiente, de trabajo esporádico (economía *gig* o de los pequeños encargos), de empleos tercerizados o de lugares de trabajo "fisurados", con empleos precarios, mal pagos, sin seguridad social ni perspectivas de progreso.[60] Nadie sabe a ciencia cierta si algunas de estas modalidades más variadas anticipan cómo será el futuro escenario del trabajo, ni si las personas podrán trabajar efectiva y sostenidamente ganando su sustento sin el debido apoyo, durante la inevitable transición que deberán atravesar. Tampoco resulta clara la cuestión de los niveles salariales. En la mayoría de las economías avanzadas los ingresos de los trabajadores, virtualmente, se han estancado, lo cual abre la posibilidad de que el desarrollo tecnológico agrave la inequidad. Por último, cabe preguntar: ¿cómo se verá en el futuro el ámbito de trabajo? ¿Cómo se organizará la actividad de seres humanos trabajando junto a máquinas?[61]

60 Petriglileri et al (2019) han estudiado y teorizado acerca del sustrato emocional de la identidad laboral y los sistemas psicodinámicos de estos trabajadores precarios, observando que en ausencia de la contención que proporciona un contexto organizacional o una membresía profesional, tienden a crear conexiones a rutinas, lugares, personas y propósitos extra-laborales que les ayudan a compensar la alienación de sus precarios empleos.

61 El mundo del trabajo también se ve afectado por otros procesos. En algunos países, las migraciones internas o de países vecinos producen importantes impactos sobre la estructura y oportunidades de empleo. Al mismo tiempo, se están modificando los mecanismos para la búsqueda de empleo y de personal. Sitios como Linkedin y Monster son cada vez más utilizados para conseguir trabajo o

El desempleo y subempleo, que afectan sin distinción a países avanzados y emergentes, han adquirido cifras preocupantes, lo cual abre la posibilidad de que el fenómeno se agrave si la innovación tecnológica destruye más empleos que los que crea. Las cifras son elocuentes. Según el Informe McKinsey, en los Estados Unidos y 15 de los países más desarrollados de la Unión Europea, había en 2016 unos 285 millones de adultos al margen de la fuerza laboral, de los cuales 100 millones querrían trabajar más. Se estima que entre 30% y 45% de la población mundial en edad de trabajar se halla subutilizada (desempleada, subempleada o inactiva).

La situación de los trabajadores se ha visto agravada por la gradual reducción del ingreso medio de los hogares, fenómeno que se advierte en la mayoría de las economías avanzadas. Esta tendencia supone una reversión del largo ciclo posterior a la Segunda Guerra Mundial en que, al menos hasta fines del siglo XX, los ingresos medios de los trabajadores mostraron un importante crecimiento. La tendencia se agravó luego de la crisis de 2008 y la lenta recuperación posterior no fue suficiente para revertirla. Ello ocurrió pese a los incrementos de la productividad laboral, produciéndose un desacople entre productividad y salarios. De este modo, las utilidades empresarias aumentaron su participación en el ingreso nacional, al tiempo que también crecían los retornos a las inversiones en tecnología y las rentas derivadas de la locación de inmuebles.

Tampoco el sistema educativo ha evolucionado al ritmo del desarrollo tecnológico, al no preparar a quienes ingresan al mercado laboral para responder adecuadamente a los cambios producidos en la naturaleza del trabajo. Según el informe de McKinsey (2017) llevado a cabo entre jóvenes y empleadores de nueve países, el 40% de los empleadores manifestó que la falta de competencias era la principal razón de que no pudieran llenarse las vacantes existentes en puestos de nivel inicial. Por el contrario, otra encuesta, conducida por LinkedIn, estableció que para el 37% de los respondentes, su trabajo actual no utiliza suficientemente sus habilidades ni

---

reclutar talento humano. Y las plataformas digitales, como Upwork, Uber o Etsy, son utilizadas por trabajadores independientes para ofrecer sus servicios.

le plantea mayores desafíos. Si a estos desencuentros entre educación y competencias laborales requeridas se le suma el hecho de que en los diferentes mercados de trabajo no siempre coincide la demanda para cubrir puestos de trabajo con la oferta de trabajadores disponibles, se concluirá que la adecuación del sistema educativo para reducir los riesgos del desempleo tecnológico se convierte en una prioridad insoslayable.

Impactos cuantitativos y cualitativos de la robotización

Son ya numerosos los estudios y proyecciones que han intentado cuantificar el impacto de la robotización sobre el mundo del trabajo. Se pronostica que los robots pueden llegar a reemplazar al 50% de los puestos de trabajo de baja calificación. También se verían afectadas las áreas de administración, logística y transporte.[62] Una de las investigaciones de mayor envergadura es la realizada por el McKinsey Global Institute, que estudió el potencial de la automatización en la economía global, analizando la situación en 46 países que representan el 80% de la fuerza laboral mundial, incluyendo una mezcla de países avanzados y en desarrollo. El estudio pronostica que hacia 2030, un 16% de las ocupaciones estarían automatizadas, lo cual produciría un fuerte impacto y dislocación en el empleo. Este sería el punto medio de un rango muy amplio, con un extremo de muy escasa adopción y otro donde ésta podría llegar al 30%, según las condiciones particulares de cada país, la dinámica del empleo y sus niveles salariales. El promedio para las economías avanzadas estaría situado en el 20% y sería muchísimo menor en los países en desarrollo,

62 Algunos de estos desarrollos han sido ampliamente difundidos por los medios. En los Estados Unidos, jóvenes abogados ya tienen dificultades para hallar empleos porque IBM Watson ofrece asesoramiento legal, en segundos y con una precisión del 90%, comparado con el 70% promedio cuando lo realizan humanos. Habrá un 90% menos de abogados, según predice Singularity University, y solo quedarán los especialistas. Watson también ayuda a diagnosticar cáncer con una exactitud cuatro veces mayor que un profesional médico. También Watson puede llegar a ser la clave para el desarrollo de “Robo Advisers” en el campo de los servicios financieros.

con niveles salariales muy bajos. Japón e India serían representativos de los extremos del rango.

Luego de examinar más de 2000 actividades típicas de la economía, el estudio del MGI las clasificó en ocho categorías, estableciendo que las tecnologías disponibles permitirían automatizar fácilmente tres de ellas. Se trata de las que involucran la recolección de datos diversos, el procesamiento de datos de uno u otro tipo y la realización de trabajos físicos en contextos muy estructurados y predecibles. En total, representan el 51% de la actividad laboral del total de trabajadores en economías avanzadas como la de Estados Unidos. Esto no significa que desaparecerían todos esos empleos hoy realizados por humanos, porque es sabido que cualquier puesto involucra llevar a cabo 20 o 30 tareas diferentes. El estudio estimó que sólo el 5% eran totalmente automatizables pero, también, que un 60% de todas las ocupaciones tiene alrededor de un tercio de actividades fácilmente automatizables, por lo que resulta más probable que gran número de ocupaciones futuras, en lugar de desaparecer, sufrirán cambios apreciables. A escala global, el estudio del MGI estima que las tecnologías de automatización podrían afectar al 50% de la economía mundial, involucrando unos 1200 millones de empleos, más de la mitad de los cuales corresponden a solo cuatro países: China, India, Japón y los Estados Unidos.

Los efectos de la automatización se harán sentir no solo entre empleados de cuello blanco y obreros industriales. También abarcarán ocupaciones tan disímiles como jardineros paisajistas, técnicos de laboratorios dentales, diseñadores de modas, vendedores de seguros e incluso CEO. Coincide un estudio de la Ball State University (Baecker, 2019) según el cual, ocupaciones como las de agentes de seguros, telemarketing, preparación de declaraciones juradas de impuestos y muchas otras, corren el riesgo de desaparecer. La propia naturaleza del trabajo se va transformando en la era de la "multiplicidad".[63] Los robots han abandonado las pruebas

63 Se ha dado en llamar Multiplicity, en inglés, a la época en que diversas combinaciones de personas y máquinas trabajarán conjuntamente para innovar

de laboratorio y la fábrica, para trabajar junto a seres humanos, gracias a sensores como *lidar*, que se han vuelto mucho más baratos y sofisticados. Por ejemplo, en el campo de la seguridad, los robots suplementan la labor de guardias humanos. En hospitales, entregan medicamentos y ropa de cama a las enfermeras. Y en Walmart, enormes robots se desplazan por los pasillos escaneando estanterías para controlar inventarios.

Ciertas ocupaciones serán más fáciles de automatizar; en cambio otras, como cuidado de personas o trabajos que exigen empatía, razonamiento o juicio crítico, se verán mucho menos afectadas por la robotización. De todos modos, una proporción todavía indeterminada de personas deberá abandonar ciertos puestos y ocupar otros durante un período de transición. También será necesario desarrollar nuevas capacidades de mayor nivel de especialización, aunque solo sea por el hecho de que las personas trabajarán junto a máquinas crecientemente capaces. El proceso de capacitación y readaptación a las nuevas condiciones de trabajo será, sin duda, otra compleja transición, especialmente para trabajadores que se encuentran atravesando la mitad de su vida laboral. Y una tercera transición involucrará seguramente la recomposición de los niveles salariales, en la medida en que la valoración del trabajo y la adición de valor a la producción verán modificarse profundamente los criterios tradicionales aplicados en las políticas de remuneraciones. Es probable que aumenten relativamente los salarios de maestros y enfermeras, que por lo general se hallaron siempre por debajo de los vigentes en las actividades industriales.

Estas transiciones simultáneas, resultantes de profundas dislocaciones en el mercado laboral, se enfrentarán a un dato duro: históricamente, la mayoría de las economías que integran la OCDE no han apoyado estas transiciones laborales como deberían haberlo hecho, y según la evidencia disponible, ese apoyo habría declinado en las últimas tres décadas.

---

y resolver problemas. Se opone a Singularity, visión apocalíptica en que la IA y la robotización serán tan poderosas, que acabarán con el empleo y hasta con la civilización.

Si bien el impacto sobre el mundo del trabajo que se infiere del análisis presentado, es considerable, el mismo se refiere únicamente a la factibilidad técnica de la sustitución. Para evaluar el impacto efectivo, también es necesario tomar en cuenta otras variables, como los costos de desarrollo e implantación de las tecnologías, su comparabilidad con los costos del mercado de trabajo, la disponibilidad (y calificaciones) de recursos humanos para realizar tareas automatizables, sin dejar de lado otras cuestiones que trascienden al mercado laboral como regulación estatal y aceptación social. De modo que la tasa de adopción efectiva dependerá de muchas variables, más allá de su factibilidad tecnológica.

Lo cierto es que los robots ya han sido incorporados a la actividad laboral actual y están presentes en estaciones de trabajo, sitios web y plataformas en la nube. Se afirma que no sustituirán necesariamente a los trabajadores actuales sino que interactuarán a través de diversas formas de co-trabajo. ¿Serán asistentes? ¿"Compañeros de trabajo"? Al parecer, los robots serán los co-trabajadores del futuro. De hecho ya lo son en numerosas industrias, donde sustituyen y complementan ciertas tareas realizadas por humanos, lo que anticipa que la cultura y los procesos de trabajo se verán profundamente transformados, en la medida en que los trabajadores deban interactuar con robots. Por ejemplo, la evolución de la tecnología de reconocimiento de voz permitirá comunicarse con ellos y darles instrucciones.[64]

64 En un posteo reciente (Guasti, 2018) se informa que un distribuidor de TIC utiliza Pepper, un robot asistente de ventas asignado por una cadena italiana de negocios minoristas para interactuar con clientes, prestándoles un servicio personalizado. Este robot sirve de punto de información para saludar y facilitar a los clientes la búsqueda de productos en un catálogo de más de 5.000 ítems. La eficiente y favorable respuesta de Pepper condujo a mejorar su desempeño con inteligencia artificial, para que pueda reconocer a los clientes y sugerirles productos, a partir de sus historias personales como compradores. Para ello, ahora utiliza IBM Watson Analytics e IBM Watson Assistant en la Nube IBM, para analizar interacciones entre los clientes, Pepper y los sistemas de apoyo de su *back-office* (inventario, órdenes de compra, suministros). Con la ayuda del robot, que responde a pedidos de información rutinarios, los asistentes de ventas pueden dedicarse

Según las predicciones, lo más probable es que sean integrados en dispositivos ya en uso con interfaces continuas y colaboren en tareas repetitivas, al incorporar más algoritmos que ayudarán a realizar trabajos tediosos como revisión impositiva, análisis de imágenes, comparaciones, estadísticas, etc. Estas innovaciones cambiarán la forma de trabajar tal como la conocemos. Como ilustración, al momento de iniciar las tareas cotidianas en un puesto de trabajo, un asistente tecnológico habrá organizado la agenda del día y ofrecerá opciones de secuencia u orden de prelación de las actividades. Además, se verá modificada la interacción en los lugares de trabajo –reuniones y formas de colaboración– con mayor frecuencia de teletrabajo y telepresencia.

En el campo de la educación, ya se está volviendo borrosa la línea divisoria entre el aprendizaje en el aula y el aprendizaje individual. La educación personalizada resulta cada vez más difícil de satisfacer a través de docentes humanos. Si bien el aprendizaje basado en computadoras no los reemplaza, permite a los alumnos aprender según su propio ritmo. Y los robots pueden expandir este proceso de aprendizaje personalizado. Ya hace años que NAO, un robot humanoide, crea vínculos con estudiantes de todo el mundo y en su versión actual está dotado de sensores para una interacción natural, incluyendo movimiento, escucha, voz y conexión.

Se insiste, sin embargo, en que la inteligencia artificial y la robótica reemplazarán tareas, no empleos. Son pocos los robots que reemplazan totalmente a las tareas humanas y no hay investigación suficiente para sugerir un futuro de desempleados masivos. La idea inspiradora es que los humanos tengan éxito allí donde los robots fallan, y viceversa. Los robots son preferibles cuando se requiere fuerza bruta, precisión y velocidad. Los humanos tienen mejores cerebros y maravillosas manos para manipular un enorme número de objetos. Y estos contrastes seguirán existiendo por largo tiempo. Un buen ejemplo es lo que hace Amazon con sus 100000 robots que, en forma automática, realiza entregas de productos a seres hu-

---

a interacciones más especializadas con los clientes, además de resolverles los problemas de picos de demanda.

manos que, a su turno, empaquetan las cajas que se envían a los clientes. De modo que los incansables robots realizan la pesada y aburrida tarea de deambular por los depósitos, mientras que los humanos realizan las complejas manipulaciones que confundirían a un robot.

Sin duda, se requerirá educación adicional y reentrenamiento para estos nuevos empleos. Paul R. Daugherty, director de tecnología e innovación de Accenture, afirma que para los nuevos roles que se multiplicarán en el futuro se necesitarán nuevas competencias que, según sintetiza, consistirán en "entrenadores", "explicadores" y "sostenedores". Los entrenadores incluirán nuevos trabajos para entrenar a las máquinas en materia de inteligencia artificial. Piénsese simplemente en Watson, de IBM, y su capacidad para responder preguntas y hallar respuestas a través del análisis de datos. Explicadores y sostenedores serán los empleos de quienes deban explicar cómo funciona la inteligencia artificial y cómo pueden mantenerse o mejorarse los sistemas a través del tiempo. Ello creará mayor demanda de personal con competencias técnicas y desarrollo de software, tales como entrenadores que ayuden a las máquinas a que tengan una mejor interacción con la gente y sean capaces de analizar las necesidades de los usuarios para asegurar que las máquinas puedan satisfacerlas. Con el aumento de la demanda de estas capacidades, la formación de quienes asuman estas futuras responsabilidades debería comenzar muy pronto.

Surgirán nuevos desafíos, como determinar por ejemplo el grado de automatización de las tareas de una organización y sus posibles efectos de alienación sobre el personal. O el riesgo de que los robots y máquinas actúen del modo en que Google Home o Amazon Echo "escuchan" todo el tiempo, monitoreando el "ruido ambiental" de modo de poder ser activados por palabras que los "despierten". La organización podría, de este modo, capturar información sensible sobre sus empleados, tema que puede producir renovadas demandas sobre privacidad de la información.[65] Y lo mismo podría hacer el Estado con sus ciudadanos.

65 La tecnología también puede crear ciertas formas de "invalidez", en la medida en que se apodera de la inteligencia que poseíamos para, por ejemplo, recordar

Schlogl (2018) señala otros efectos disruptivos del cambio tecnológico, ya que además de afectar el empleo y los mercados de trabajo, produce importantes impactos políticos. Observa que la dinámica macroeconómica y del mercado de trabajo determina la calidad, cantidad y distribución de las oportunidades de empleo que tienen los ciudadanos y, por lo tanto, de sus salarios y estándares de vida. A su vez, se sabe que estos factores socioeconómicos afectan los sentimientos de (in)seguridad, privación relativa y equidad social que influyen sobre las preferencias políticas y los resultados de las políticas. Una extensa literatura provee evidencia sobre la relación de causalidad de los factores económicos sobre el voto, las preferencias de bienestar o los valores políticos. Y el interés por el impacto del desempleo se remonta, al menos, a los clásicos trabajos de Marx y Weber. En tal sentido, la automatización opera como una Caja de Pandora.

West (2015) atribuye a la Gran Recesión (*circa* 2008), parte de la tendencia hacia una creciente automatización, al forzar a muchas empresas a operar con un menor número de trabajadores. Al retomarse la senda de crecimiento, muchas empresas continuaron automatizando sus operaciones en lugar de incorporar trabajadores adicionales. Es así que, comparativamente, las empresas tecnológicas han visto crecer enormemente el valor de sus acciones con relación a su fuerza de trabajo. En 2014, por ejemplo, Google fue valuada en 370 mil millones de dólares con solo 55.000 trabajadores, una décima parte de la dotación que AT&T tenía en los años 1960.

Por cierto, los avances de la automatización en el mundo del trabajo y las tasas de sustitución de trabajadores por robots, variarán considerablemente según los países. A la fecha, Asia y Oceanía no solo lideran por lejos las estadísticas de adopción de robots industriales; también exhiben tasas de crecimiento en la adopción, muy superiores a las de Europa y América. A su vez, los países latinoamericanos tienen densidades mínimas, con mayor adopción relativa en Brasil y México. De acuerdo con la IFR (Inter-

---

números telefónicos o direccionarnos en la ciudad, como ocurre cuando "se cae" el sistema que alimenta una agenda telefónica o un GPS.

national Federation of Robotics), el promedio mundial para 2017 fue de 85 robots por cada 10000 trabajadores, lo cual representó un incremento del 15% respecto al año anterior. Pero Corea del Sur encabezaba el ranking con 710 robots cada 10000 trabajadores, seguido por Singapur con 658 y Alemania con 322. India cerraba la lista con solo 3 cada 10000.

Acemoğlu y Restrepo (2018) han hallado una explicación parcial a estas notorias diferencias. Según estos autores, los cambios demográficos influyen en la adopción de estas nuevas tecnologías. Con el envejecimiento de la población, los empleadores reaccionan a la escasez de trabajadores de edad mediana (26 a 55 años), invirtiendo en nuevas tecnologías de automatización y robótica. Al comparar diferenciales demográficos dentro de industrias y entre países, llegan a la conclusión de que parte importante de la explicación radica en la escasez relativa de trabajadores. Así, países con población relativamente más vieja, como Japón y Alemania, tienen tasas de adopción mucho más elevadas que los Estados Unidos, con una población promedio más joven.

Se supone que los países con economías donde los salarios son, comparativamente, más elevados, tienen mayor propensión a adoptar robots que aquellos con salarios bajos. Para controlar este efecto, la IFR analizó la situación en 27 países, ajustando por el número de robots que se esperaría incorporar a partir de su riqueza actual. Los resultados mostraron que el sudeste asiático era todavía más dominante que en la otra comparación. Por ejemplo, Corea del Sur y Singapur mantuvieron su liderazgo, con tasas de adopción entre 2,4 y 1,7 veces superiores a lo que hubiera anticipado su actual nivel de salarios. También mostró que Tailandia, con sólo 48 robots industriales por cada 10 000 trabajadores, tenía tasas de adopción 159% más altas que lo previsto según sus niveles salariales. Por el contrario, los Estados Unidos y el Reino Unido, según este mismo cálculo, adoptaban 49% y 68% menos robots que lo esperado. Según el presidente de la ITIF, "la persistencia o continuo ensanchamiento de esta brecha no augura nada bueno para la futura productividad y competitividad de Europa y América, por lo que ambas regiones deberán identificar y adoptar políticas que incrementen drásticamente sus tasas de robotiza-

ción". Si el comentario fue hecho identificando a América con los Estados Unidos, la brecha resulta infinitamente más amplia si se considera a los demás países de ese continente, donde la opción no se limita a adoptar "más o menos robotización": involucra más bien a un amplio repertorio de políticas públicas en materia de salarios e ingresos, capacitación, ciencia y tecnología, industrialización, inversiones extranjeras y promoción comercial. Esto significa que, además del mundo empresario, también los gobiernos deberán enfrentar los desafíos de las difíciles transiciones que se avecinan en el mundo del trabajo, cualquiera sea la tasa de sustitución de trabajo humano por robots.

¿Promover, impedir o regular la robotización?

Son muchas las propuestas que se han planteado para que los gobiernos adopten posibles estrategias de intervención para orientar el proceso de innovación tecnológica en una dirección socialmente deseable. Su agenda podría incluir un amplio conjunto de cuestiones y opciones de políticas:

- Reformular las políticas de empleo para generar nuevas y mayores oportunidades de inserción de trabajadores en el mercado laboral, la revalorización de actividades de interés social, los cambios en el perfil ocupacional del sector público, entre otras.
- Alentar o no la robotización para aumentar la productividad y mejorar la competitividad de las economías nacionales en el comercio internacional.
- Regular selectivamente la innovación tecnológica, desalentando aquellos desarrollos potencialmente perjudiciales desde los puntos de vista jurídico, sanitario, cultural, ético, de la seguridad u otros.
- Promover cambios en el sistema educativo e incentivar procesos de formación, capacitación y reentrenamiento, que tomen en cuenta las perspectivas ocupacionales en una sociedad en que la economía digital, la IA y la robotización modificarán profundamente la estructura del mercado de trabajo.

- Reestructurar el sistema tributario para afrontar la merma de ingresos derivada de la sustitución del trabajo humano por robots no contribuyentes.
- Compensar a través de políticas sociales, la situación de los trabajadores que resulten desplazados del mercado de trabajo por la desocupación tecnológica.

Esta propuesta resulta bastante genérica y buena parte de las posibles formas de intervención estatal consideradas pueden llegar a combinarse de manera compleja. Por ello, dada la dificultad de deslindar nítidamente sus múltiples efectos, convendría analizar otros posibles enfoques.

Schlogl (2018), por ejemplo, considera que para tratar de enfrentar las consecuencias potenciales o efectivas del "desempleo tecnológico", los gobiernos pueden optar entre dos posibles estrategias: contención o enfrentamiento[66]. La primera se orienta a atenuar o revertir la automatización, empleando medidas "cuasi-luditas" como impuestos y regulación, para hacerla más costosa (o prohibitiva); o incluye también una suerte de "industrialización sustitutiva de robots" al imponer tarifas aduaneras sobre insumos e importaciones cuyos contenidos no hayan sido producidos por humanos. El problema con esta estrategia radica en la dificultad de implementar una política de protección laboral en economías abiertas, ya que entran en conflicto con los procesos de integración en mercados competitivos globalizados. Es decir, suponen que de algún modo, la economía está aislada de la competencia cuando la automatización ocurre fuera de las fronteras. La imagen en espejo de encarecer la automatización sería reducir el costo del empleo humano, disminuyendo los impuestos al ingreso personal, los aportes a la seguridad social o los salarios mínimos, lo cual plantea el problema de su deseabilidad económica y su viabilidad política.

66 Traduzco como "enfrentamiento", el término "coping", utilizado por el autor en el original inglés, aunque debe ser interpretado en el sentido de "vérselas con", o "hacer frente al" problema.

Entre las medidas que pueden incluirse en la estrategia de enfrentamiento, sobresale el desarrollo de nuevas capacidades y destrezas en la fuerza de trabajo y el (re)entrenamiento de trabajadores. Una recomendación general, que se efectúa al respecto, es invertir en capacitación que aleje a la fuerza de trabajo de la realización de tareas rutinarias. El problema es que no siempre resulta claro qué destrezas resistirán la automatización durante el tiempo necesario como para que la inversión en capacitación valga la pena ni si el reentrenamiento es realista dado el ritmo de la innovación tecnológica. Aun si se consideran lapsos de tiempo generosos antes de que ocurra la adopción tecnológica, las competencias laborales no disponibles actualmente, parecen requerir una educación terciaria que no está demasiado generalizada en el mundo en desarrollo. Y si se tiene en cuenta que incluso los países altamente industrializados hacen enormes esfuerzos por mantener competitiva a su fuerza de trabajo, optar por una estrategia basada solamente en el reentrenamiento no parece potencialmente exitoso.

La intervención estatal debería intentar que la robotización apoye, y no suplante, el trabajo humano. Sería poco realista suponer que la sociedad pueda reorganizarse a sí misma para absorber millones de desempleados, por lo que una cuidadosa planificación y regulación será imprescindible. Aún si se suscribiera al pronóstico más optimista de que la robotización terminará, simplemente, transformando el perfil del mundo del trabajo, cambiando unos puestos por otros, habrá inevitablemente una "generación perdida" compuesta por personas que fueron entrenadas para trabajos al borde de la extinción y con serias dificultades para hallar empleos ajustados a sus competencias. Para mitigar en parte estas consecuencias, ya resulta necesario enrolar a las universidades y centros de investigación en la anticipación de estos probables impactos, subsidiando estudios que permitan diseñar estrategias y políticas en tal sentido.

Otras medidas posibles, dentro de esta segunda estrategia, incluyen la provisión de apoyos económicos transitorios y redes de seguridad social, seguros de desempleo o subsidios al salario. Este enfoque es una respuesta al sesgo distributivo que genera la automatización pero

presupone la existencia de un sector suficientemente productivo como para proporcionar los recursos a redistribuir. En ausencia de tal sector, parecería que solo queda como recurso recurrir a la ayuda internacional y a apoyar ingresos básicos garantizados o asistencia externa de ajuste a la automatización.

En muchos países la estrategia de "enfrentamiento" adoptada hasta ahora ha sido invertir en sectores actualmente trabajo-intensivos, tales como infraestructura y construcción. En el largo plazo, parece riesgoso pero inevitable que la estrategia para países en desarrollo sea anticipar las tendencias a la automatización y tratar de desarrollar más intensamente un sector productivo post-industrial. Si la industrialización comienza a resultar cada vez menos atractiva debido a la reinstalación en el país de producciones que habían sido tercerizadas en cadenas de valor, podría ser recomendable que el país no invierta en la costosa creación de *clusters* manufactureros, sino en el crecimiento de largo plazo de un sector (de servicios) resistente a la automatización. Por ejemplo, en sectores sociales, educativos y de cuidado de la salud, en ciertas formas de turismo y en construcción de infraestructura, que son generalmente considerados resilientes, pese a la creciente automatización de servicios.

El problema con este enfoque es que los servicios altamente productivos y transables son intensivos en habilidades o destrezas requeridas, y que los servicios no transables, como cuidado social o servicios personales, no crean (todavía) mucho valor agregado, pueden no ser suficientemente escalables y en general, pueden ser muy heterogéneos como para ser objeto de políticas post-industriales, de modo similar a las políticas industriales orientadas a la creación de *clusters* industriales. El escenario futuro para los *late-developers* presagia desafíos novedosos y complejos.

Según Abbott y Bogenschneider (2018), en muchos países, incluidos los Estados Unidos y el Reino Unido, la política fiscal promueve la automatización aun cuando, en ciertos casos, pueda ser menos eficiente que el trabajo humano. Al respecto, Daren Acemoğlu ha señalado que la automatización a veces produce beneficios de dudoso valor para las propias empresas, agregando que la inversión en tecnología destinada a

reemplazar trabajadores ha sido a expensas de inversiones alternativas que podrían haber hallado usos más productivos para la labor humana. Ello podría explicar la merma en la productividad que caracteriza globalmente a la economía. Y así, el sistema tributario subsidia a las firmas al inducir la sustitución de trabajo por capital (Porter, 2019).

Estados Unidos, por ejemplo, incentiva a efectos tributarios la posibilidad de deducir de impuestos una depreciación acelerada de equipamiento automatizado, lo cual no es posible con los salarios pagados a seres humanos. Al incentivar la robotización, estas medidas impactan sobre la recaudación tributaria, ya que los robots no consumen ni pagan IVA o impuestos a los consumos o a los ingresos. Tampoco aportan a la seguridad social. Esta reducción en los ingresos fiscales no se compensa con mayores tasas a empresas, cuya tributación es apenas un 9% de la base tributaria de los Estados Unidos. Abbott y Bogenschneider (2018) proponen varios posibles mecanismos fiscales para compensar la pérdida de ingresos tributarios producida por la automatización, así como para tratar de promover la eficiencia frente a la opción de robotizar u optar por el trabajo humano, respetando el principio de neutralidad impositiva. Eduardo Porter, economista de *The Times*, coincide con esta argumentación. Lo cierto es que los gobiernos no pueden desatender las consideraciones fiscales al decidir opciones de política frente a la robotización.

En la ciudad de San Francisco se ha estado explorando la idea de un impuesto a los robots, que forzaría a las compañías a pagarlo si desplazan trabajadores humanos. Son políticas disuasivas, como las que aplica por ejemplo Singapur en materia de compra y utilización de automóviles particulares, en nombre de un interés superior, como el cuidado del medio ambiente o la promoción del transporte público. También el Parlamento Europeo, a propuesta de Bill Gates, consideró la introducción de un impuesto a los robots basada en el mismo tipo de razonamiento. Pero en 2017, votó en contra de esta iniciativa, aduciendo que reduciría la inversión en innovación. Por su parte, Corea del Sur reduciría los subsidios a las industrias que invirtieran en automatización, lo que de hecho equivaldría a mayor tributación y ha sido considerado el primer *robot tax* del mundo.

También se han alzado voces disidentes frente a la propuesta de gravar a los robots. El economista jefe de Deloitte en Gran Bretaña ha señalado su inconveniencia, basado en el hecho de que la innovación en Occidente ha sido inusualmente baja. Los salarios se han estancado, especialmente entre los trabajadores de menor calificación y educación. Un impuesto como el que se propone tendría un efecto negativo sobre la posibilidad de avanzar en el desarrollo tecnológico y mejorar los salarios de los trabajadores con mayor calificación (Porter, 2019). No solo se perderían los ingresos tributarios resultantes de la sustitución de trabajo humano por robots; también aumentarían los gastos estatales para compensar la creciente desocupación.

La regulación de la IA y la robótica es otro campo de actuación estatal que día a día plantea nuevos desafíos. Ya en 2015, el Comité de Asuntos Legales de la Unión Europea consideró que había llegado el momento de adoptar acciones con relación a las cuestiones legales y éticas planteadas por estas nuevas tecnologías.[67] La iniciativa parece indicar que la investigación científica sobre estas tecnologías emergentes puede orientar los cambios que se están produciendo en la sociedad actual. Y si bien los robots no son todavía una presencia generalizada, a la Unión Europea le pareció que ya era hora de legislar.

Nevejans (2016) ha analizado detenidamente el proyecto y efectuado una serie de objeciones al texto, comenzando por la propia necesidad de crear un instrumento legislativo sobre robótica e IA que anticipe todo desarrollo científico en el mediano plazo y pueda ser adoptado para monitorear los progresos en este campo. Lo clásico en materia legislativa es adoptar un marco jurídico adecuado cuando ocurren cambios sociales o tecnológicos significativos. En general, los marcos jurídicos existentes

67 Un grupo de trabajo conocido como Comité JURI redactó un proyecto con recomendaciones sobre normas de legislación civil "europeas" en materia de robótica. La propuesta incluyó una moción de resolución a adoptar por el Parlamento Europeo para aprobar las normas y procedimientos sugeridos, planteando "los principios generales y éticos que gobiernan el desarrollo de la robótica y la IA para fines civiles".

contemplan, y pueden ser aplicados para regular buena parte de las innovaciones que se están produciendo. Pero la presencia de robots generará cuestiones aún no resueltas o ni siquiera imaginadas. De todos modos –cree la autora– sólo se requerirá legislación en áreas en las que la respuesta legal actual fuera inapropiada o inexistente. Por ahora, varias áreas del derecho responden bien al surgimiento de robots autónomos, requiriéndose algunos ajustes menores caso por caso, como en el campo de la propiedad artística o literaria. ¿Cuál sería el estatus de las creaciones propias de un robot inteligente? ¿Podría considerárselo como autor de un trabajo intelectual y otorgársele derechos de autor? Tal vez solo hagan falta unos pocos ajustes a la legislación actual. En cambio, las normas sobre responsabilidad civil pueden ser menos fácilmente aplicables a los desarrollos en la robótica autónoma.

Puede suponerse, por ejemplo, un escenario en el que una máquina puede causar daño cuya responsabilidad no pueda comprobarse que se debió a un error humano. Probablemente se requerirá una profunda revisión de la legislación sobre responsabilidad civil o daños y perjuicios. Por sobre todo, habrá que reconsiderar globalmente las cuestiones éticas asociadas con la total transformación social producida por robots e IA, a fin de preservar valores humanistas. Y hasta tanto pueda contarse con legislación expresa y aplicable en esta materia, deberán al menos acordarse algunos principios éticos que preserven esos valores.

El gran desafío es poder anticipar, desde el punto de vista de la regulación, el ritmo que adquirirá el desarrollo tecnológico. Y si bien la norma europea prevé legislar para los próximos 10 o 15 años, este período puede resultar demasiado breve frente a la velocidad de las transformaciones que seguramente ocurrirán en ciertas áreas de innovación acelerada. Por ejemplo, la llamada “convergencia NBIC” en la intersección entre nanotecnología (N), biotecnología (B), tecnología de la información (I) y ciencia cognitiva (C), que puede abrir nuevos rumbos a la investigación en robótica. Piénsese en las oportunidades que surgirían si se descubriera una fuente de energía en miniatura y de larga duración que permitiera movilizarse a micro- y nano-robots. De aquí, la importancia de revisar los

instrumentos legislativos una vez que los cambios tecnológicos tornan obsoletos los pronósticos corrientes.

Enfrentando el desempleo tecnológico

Uno de los esfuerzos académicos más sistemáticos en el tratamiento de las opciones de intervención estatal frente al desempleo tecnológico es el desarrollado en el trabajo de Marchant *et al*. (2014). Estos autores reúnen y clasifican una serie de propuestas en tal sentido, distinguiendo entre las dirigidas a 1) proteger el empleo, 2) compartir trabajo, 3) crear nuevos trabajos, 4) redistribuir ingresos, 5) introducir cambios en la educación y 6) promover un nuevo contrato social. El artículo aclara que su preocupación fue identificar tantas potenciales soluciones como estuvieran disponibles, más allá de la eventual coincidencia, rechazo o indiferencia de los autores respecto de las mismas. Su preocupación consistió en inventariarlas y describirlas, sin perjuicio de que puedan o no tener éxito en resolver o aminorar los posibles efectos del desempleo tecnológico. Además, las propuestas no son mutuamente excluyentes: con seguridad, algunas de ellas podrían combinarse creativamente.

Con respecto a la primera categoría –proteger el empleo–, consideran varios cursos de acción posibles. Uno consistiría en ralentizar el desarrollo tecnológico, reduciendo su ritmo o bloqueando algunas de sus innovaciones, recreando en cierto modo la estrategia de los *luddites* de la primera revolución industrial. Seguramente estaría condenada al fracaso, porque frente a la competencia internacional, colocaría en desventaja a los países que intentaran limitar la innovación. Además, mientras existan ventajas económicas en la adopción de nuevas tecnologías, tratar de detener su ritmo resultaría prácticamente imposible, además de ser visto ideológicamente como un intento de detener el progreso. Un segundo mecanismo para salvaguardar empleos humanos es prohibiendo que la tecnología los desplace. Un ejemplo icónico es la prohibición de que los surtidores de gasolina sean accionados por los propios clientes, como ocurre en New Jersey y Oregon. A veces, los sindicatos fuerzan las negociaciones con las patronales para preservar empleos que pueden ser más eficientemente

desempeñados por máquinas, pero por lo general los acuerdos no consiguen mantenerse demasiado tiempo y el cambio tecnológico termina prevaleciendo. Un tercer mecanismo consiste en la regulación del empleo, existiendo controversia entre conservadores y liberales en el uso de este mecanismo para la preservación o creación de empleo. La experiencia tiende a demostrar que los impactos de la regulación tienden a ser menores. Un último tipo de medidas, dentro de esta categoría, es la realización de evaluaciones de impactos de ciertas políticas sobre el empleo o las oportunidades de empleo, aunque a veces sólo se realizan para cumplir con normas que así lo exigen, sin que sus resultados acaben teniendo efecto alguno sobre políticas que, de todos modos, se llevan adelante. A menos que los impactos sean verdaderamente graves, en cuyo caso pueden tener algún valor preventivo.

Compartir trabajo, la segunda categoría de propuestas, consiste en reducir el impacto del desempleo distribuyendo el trabajo disponible entre un mayor número de trabajadores. Por lo general, son medidas paliativas de corto plazo, que solo aplazan o demoran los impactos del desempleo tecnológico. Uno de los mecanismos utilizados para ello es la jubilación obligatoria una vez alcanzada la edad reglamentaria. Si bien crea oportunidades de empleo para las personas más jóvenes, priva al mercado de trabajadores experimentados que, frente a la extensión de la esperanza de vida, los obliga a retirarse a una edad en que todavía conservan sus capacidades productivas, con los consiguientes impactos psicológicos y económicos en el plano individual y social. La reducción de la semana laboral es otra de las estrategias empleadas para compartir trabajo con un mayor número de personas. Los especialistas coinciden en que un menor número de horas de trabajo no reduce la productividad global y, en cambio, mejora la calidad de vida de los trabajadores. A veces, para no suprimir empleos, esta política puede consistir simplemente en reducir las horas de trabajo, compartiendo trabajo con más personas o pagando una compensación a prorrata por el menor tiempo trabajado. Esta modalidad puede no aumentar el número de empleados, pero reduce los costos laborales en períodos de crisis y evita los efectos más negativos del despido. Un tercer

mecanismo utilizado a menudo es extender el período de vacaciones. Esta política es más factible en países como los Estados Unidos, donde se concede un menor número de días de vacaciones que en Europa, pero en última instancia, termina creando mayores costos, aunque los beneficios psicológicos para los trabajadores son indudables. Es muy probable que si la innovación tecnológica acelera el desplazamiento o eliminación de empleos humanos, este tipo de soluciones se volverá mucho más habitual.

La tercera estrategia –crear nuevos trabajos– es utilizada especialmente por gobiernos de diferente nivel jurisdiccional y admite distintos mecanismos. Uno es el lanzamiento de programas gubernamentales creados para enfrentar situaciones de crisis económica. Pueden consistir en la relocalización geográfica o funcional de empleados públicos, en función de necesidades; subsidios de desempleo; préstamos a interés bajo o subsidiado para iniciar nuevas actividades; visas o facilidades para retener calificados estudiantes o trabajadores extranjeros, o incluso reducción de requisitos burocráticos o fiscales para el establecimiento de PYME. Dentro de esta categoría, también se recomienda la institución del Servicio Nacional, obligatorio o voluntario. Por ejemplo, en los Estados Unidos se ha propuesto el *national service baby bond*, una suerte de bono que obligaría al gobierno federal a invertir en un fondo, una suma fija a acreditar a cada niño nacido vivo, quien a cierta edad podría disponer del dinero para ciertos fines (v.g., educación, anticipo de compra de una casa). También pueden crearse Cuerpos de voluntarios para diversos fines (emergencias, educacionales, sanitarios, medioambientales). Si bien los servicios nacionales compulsivos no se utilizan en los Estados Unidos (salvo casos de movilización en caso de guerra), en muchos países existen los servicios militares obligatorios o los servicios médicos rurales para profesionales recién graduados. Un tercer mecanismo son los programas de empleo garantizado, que se utilizan a menudo en períodos de estancamiento económico para asegurar un ingreso mínimo a todo desempleado. Pueden consistir en el reentrenamiento laboral, el pago de asignaciones universales por hijo en edad escolar u otros beneficios de protección social. En cuarto lugar, pueden mencionarse los créditos

fiscales a empresas que contratan trabajadores en épocas de crisis y finalmente, cabe mencionar a las políticas que priorizan el apoyo a la investigación y desarrollo, el financiamiento o la reducción de regulaciones a empresas y actividades como las PYME, promoción del comercio exterior, nuevos emprendimientos, etcétera.

Las iniciativas de redistribución de ingresos y riqueza también integran el inventario de mecanismos para morigerar el desempleo producido por la innovación tecnológica. Dos de ellos son los más difundidos: 1) el ingreso mínimo garantizado a todo ciudadano y 2) los programas sociales inteligentes.[68] El primero, beneficio que se otorga sin exigir trabajo en compensación por el ingreso recibido, suele ser criticado con el argumento de que mina la ética del trabajo, relaja los lazos sociales, crea una subclase social alienada y crea resentimiento en la población llamada a financiar los subsidios. Un referéndum en Suiza rechazó, por el voto negativo del 77% la iniciativa de crear este mecanismo. Y el gobierno liberal canadiense estudia esta posibilidad, que el país viene discutiendo desde hace 90 años. Por su parte, los programas sociales suelen justificarse por razones éticas y la necesidad política de evitar desbordes sociales en situaciones de penuria económica. Algunas iniciativas apuntan a establecer programas que no cumplan solo el objetivo de asegurar un mínimo de subsistencia a las familias beneficiadas, y en cambio incentiven la participación en programas de medio ambiente, educación continua, cuidado infantil, arte, música o trabajo voluntario, los cuales mejoran la autoestima de los beneficiarios y evitan el estigma social de la inactividad.

Cuatro tipos de propuestas pueden distinguirse en el campo de la educación. Todas ellas apuntan a mejorar las posibilidades de que los trabajadores desplazados por el cambio tecnológico puedan reinsertarse productivamente en la actividad laboral. El primero de ellos lo componen

68 Coincide West (2015) y denomina “Flexicurity” o seguridad flexible, a una política para proveer servicios de salud, educación y vivienda, sea que la gente esté o no formalmente empleada. Podría consistir en el otorgamiento de créditos fiscales, la garantía de un ingreso mínimo a cada persona o el aliento a la participación de ganancias empresarias con el personal.

las políticas de educación a lo largo de todo el ciclo de vida, que rompen con la idea de que las personas sólo deben recibir educación durante la primera cuarta parte de la vida y en cambio, apuntan a que se convierta en una actividad permanente. Ello supone una valorización diferente de la educación y un mayor acceso, para que la gente pueda mantener su competitividad en el mercado laboral. Pueden utilizarse para ello diversos mecanismos, como créditos impositivos, incentivos individuales, cursos *on line*, etcétera. Junto con ello, los gobiernos deberían incrementar su inversión en infraestructura y tecnología. La actualización curricular a través de cambios en sus contenidos, es otro de los mecanismos que se sugieren dentro del campo de la educación. Ello supone un mayor énfasis en los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, esenciales en un mundo cuyo ritmo de innovación torna rápidamente obsoletos a los conocimientos y las tecnologías educativas. El foco debería colocarse, según se ha sugerido, en formar pensadores educados que resuelvan problemas, reservando para la tecnología las tareas mundanas. Como se ha planteado en un trabajo de la OCDE (Levy, 2010), las computadoras podrán hacerse cargo de las destrezas basadas en reglas fijas, inductivas y deductivas, pero no de aquellas que requieren conocimiento experto y comunicación compleja. Una mayor experimentación educacional es la tercera de las estrategias sugeridas en esta categoría. Supone otorgar mayor énfasis al modelo de escuelas orientadas al aprendizaje de destrezas y conocimientos prácticos, en lugar de la educación tradicional enciclopédica. La expansión de la educación en línea y cursos abiertos (MOOC) también constituye una oportunidad de mayor experimentación, así como la incorporación de la robótica en la enseñanza (v.g., "RUBI", "Simon", "Cosmobot").[69] Finalmente, se ha propuesto mejorar la capacidad de la mente humana a través de interfaces con computadoras.

69 Los MOOC son cursos gratuitos a través de Internet en los que cualquier persona puede inscribirse. RUBI, Simon y Cosmobot son robots interactivos utilizados en la enseñanza, sobre todo durante la temprana edad de los niños.

La última categoría de políticas propuestas para enfrentar el desempleo tecnológico es la promoción de un nuevo contrato social, que busca alterar el modelo todavía vigente según el cual la supervivencia económica, el estatus social y la autoestima personal se basan en el empleo. Este abordaje puede asumir dos modalidades básicas. Una, que el cuidado de la salud no dependa del empleo. La otra, que se opte por sistemas de valoración alternativos. En el primer caso, en un mundo en que, sea por elección o por necesidad, la gente busca combinar diferentes formas de ocupación para ganarse el sustento –trabajo a tiempo parcial, a destajo, temporario, por cuenta propia–, se ha vuelto un tanto anacrónico tener un único empleo, cosa que seguramente será cada vez menos común. Por lo tanto, la regulación de la protección social debería cambiar junto con esas transformaciones. Serán necesarios nuevos modelos no necesariamente atados al empleo, como los seguros universales de salud.

En cuanto a la segunda modalidad, no es impensable que el modelo basado en los ingresos del empleo y su aplicación a atender los costos de vida, pueda verse seriamente alterado por la pérdida de empleos debida a la innovación tecnológica. La mera asignación de beneficios sociales para compensar esta situación será a todas luces insuficiente para evitar la pérdida de dignidad y de auto respeto de quienes se vean privados de la posibilidad de emplearse productivamente. Habrá que hallar nuevas formas de ocupación que resulten individual y socialmente valorables, aun cuando no dependan de la ocupación tradicional de un puesto de trabajo. Se ha llegado a vislumbrar, inclusive, la posibilidad de que las propias innovaciones tecnológicas asociadas al *Big Data* y los algoritmos podrían servir para desarrollar una métrica para administrar un sistema que otorgue puntajes y establezca rankings según las contribuciones socialmente valiosas que produzcan los individuos (v.g. trabajo tradicional y voluntario, actividades de cuidado, invenciones creativas, buenas acciones). Son difíciles de imaginar pero, ciertamente, no descabelladas.

En igual sentido, Marchant *et al*. (2014) han sugerido establecer "cuentas de actividad", que podrían financiar la educación a lo largo de todo el ciclo de vida o el voluntariado por causas nobles, así como ex-

pandir las actividades artísticas y culturales para aprovechar el ocio y el tiempo libre. También, al respecto, se han desarrollado argumentos extra-económicos para la adopción de este tipo de medidas. Por ejemplo, se ha señalado que "parte importante de nuestro trabajo no puede medirse en términos de ingresos sino en los viajes que no emprendemos, en las horas y minutos que la gente consigue pasar con los suyos y en la confianza que construimos cuando creamos espacio para que la gente acceda a conexiones con sus familias, con sus vidas o con las cosas que realmente importan" (Auerbach, 2019). Según esta especialista, si bien buena parte de las tareas cotidianas que nos ocupan tenderán a ser automatizadas, la gente piensa menos en aquellas otras que no serán automatizadas. En su expectativa, dentro de una década gran parte del tiempo que hoy se dedica a trabajo que importa poco, creará espacio para el trabajo que realmente importa (v.g., más diversión, más trabajo significativo, mayores posibilidades para cosas que requieren mucha inteligencia emocional, visión, estrategia, liderazgo, calidad ejecutiva).

También tenderán a disolverse las barreras geográficas al trabajo. Las descripciones de puestos, usualmente atadas a una localización, verán desaparecer esta referencia en la medida en que el desarrollo tecnológico y el trabajo a distancia hagan que la localización de un puesto pierda sentido. Cambiará radicalmente la realidad física de las oficinas y los lugares en los que se trabaja. Se volverá obsoleta la idea de que el trabajo se realiza en complejos de oficinas y se instalarán modalidades colaborativas y geográficamente dispersas de toma de decisiones.

La flexibilidad y la transparencia serán dos poderosas fuerzas transformadoras del empleo. Las distintas generaciones de empleados (*baby boomers, millenials* o la nueva Generación Z) exigen, cada vez más, mayor flexibilidad en su trabajo, la que tenderá a transformarse en una parte del contrato con sus empleadores. Ello podrá incluir flexibilidad horaria, trabajo a distancia, pausas para diversificar ocupaciones, etcétera. En cuanto a transparencia, hoy es posible consultar la política salarial de las empresas a través de portales como Glassdoor, pero probablemente las nuevas generaciones exijan ir más lejos. Ya hay empleados que utilizan Blind y

otras aplicaciones para compartir información sobre sus respectivos empleadores, salarios o culturas propias de una determinada organización.

El futuro del trabajo como responsabilidad colectiva

A mediados de la década de 1990, Rifkin (1995) pronosticaba en su influyente libro que los avances tecnológicos y los nuevos procesos productivos tenderían a la gradual eliminación de puestos trabajo y a un desempleo estructural profundo. Si bien, ya por entonces, la convergencia de la revolución digital, la inteligencia artificial y la robótica comenzaban a producir en parte los impactos anticipados por Rifkin, los desarrollos verificados desde la aparición de su trabajo confirman la irreversibilidad de esa tendencia. El autor señalaba que ni la teoría tradicional del capitalismo industrial ni los actores sociales relevantes (Estado, empresarios, organizaciones sindicales, ONG) ofrecían soluciones eficaces para enfrentar el probable fin del trabajo. Rifkin llega a referirse en su obra a la "tercera revolución industrial" y a la era posmercado. En pocos años, con la aceleración de la innovación tecnológica, hemos ingresado a la "cuarta revolución industrial" y a la era exponencial (o, para algunos, poshumana).

Las innovaciones en robótica no solo supondrán desafíos para los responsables de adoptar políticas públicas. También deberán enfrentarlos los líderes empresarios, la comunidad jurídica, las instituciones académicas y la ciudadanía, en tanto los robots se vayan incorporando progresivamente a la vida social. El alcance de las transformaciones que ya se vislumbran en este campo es de tal magnitud, y las decisiones requeridas para identificar sus potenciales ventajas y riesgos son de tal complejidad, que casi ningún sector o actor social puede quedar al margen del debate.

Soy consciente de que muchos de los argumentos que se plantean frente a este proceso, están fuertemente teñidos por los intereses económicos de las empresas que lideran la innovación tecnológica y por los análisis de sus consultores. Son escasas las tomas de posición de los gobiernos y el tema recién comienza a ser planteado sistemáticamente por los organismos multilaterales. Por eso, como resumen del análisis realizado, me pareció oportuno sintetizar las conclusiones de un reciente

trabajo (Lawrence et al., 2017) elaborado por la Comisión de Justicia Económica del IPPR[70], que reflejan plenamente mi posición sobre los desafíos que deberán enfrentarse:

1. El trabajo se verá transformado por la automatización, pero no eliminado. La automatización derivará en una gradual redistribución de las ocupaciones a lo largo de varias décadas, más que en una súbita eliminación del empleo. Evolucionarán los contenidos de las tareas de la mayoría de los empleos, lo cual modificará la naturaleza del trabajo. Es esperable que los efectos agregados sobre el empleo compensen sus impactos negativos. A medida que se vayan introduciendo tecnologías de automatización, la creciente productividad causará una reducción en el número de ciertos empleos y sectores. En cualquier sector, el impacto agregado dependerá de la elasticidad de la demanda de la producción de ese sector. Dentro del conjunto de la economía, el empleo será redistribuido, más que eliminado. Cambiará la composición de las tareas que llevan a cabo las personas. Se estima que un 60% de las ocupaciones tienen al menos un 30% de actividades que podrían ser automatizadas a través de tecnologías ya probadas. A medida que se automatice, el trabajo se verá redefinido, con foco en áreas donde existen ventajas comparativas respecto a las máquinas. Existe un serio riesgo de polarización entre trabajos "deseables" y trabajos "detestables". La automatización podría incrementar la demanda de trabajo en roles creativos, cognitivos, de planificación, toma de decisiones, *management* y cuidado, en que los humanos todavía se desempeñan mejor que las máquinas. Emergerán nuevos empleos y formas de trabajo, a menudo en asociación con máquinas. Sin embargo, algunas tecnologías emergentes corren el riesgo de reducir la autonomía en el

70 El Institute of Public Policy Research (IPPR) es un *think tank* británico, tal vez el más progresista, que tiene por objeto promover la investigación y difusión de investigaciones, así como la educación ciudadana en cuestiones económicas, sociales y políticas, la ciencia y la tecnología, el sector voluntario y las empresas sociales, la industria y el comercio.

trabajo e intensificar la explotación. Por lo tanto, el foco central de la política deberá colocarse en la calidad del trabajo.

2. En ausencia de intervención estatal, el resultado más probable de la automatización es el aumento de la desigualdad de riqueza, ingreso y poder. A medida que el ingreso se traslade del trabajo al capital y el mercado laboral se polarice entre empleos de alta y baja calificación, los dividendos económicos de la automatización tenderán a fluir hacia los dueños de las tecnologías, los negocios y los empleos altamente calificados. Si la automatización conduce a salarios promedio más bajos, a menos horas de trabajo o a pérdidas de empleo agregado, una porción significativa del ingreso nacional podría ser transferida desde el trabajo al capital. Aun si los salarios no declinaran, si la retribución del capital creciera más rápidamente, se incrementaría la porción de este último en el ingreso nacional. Los empleos con mayor potencial de ser automatizado serán, inevitablemente, los que reciban menores salarios. Es que en promedio, los empleos de bajos salarios tienen cinco veces mayor probabilidad técnica de ser automatizados que los de elevado salario. Es previsible que el cambio tecnológico incremente los ingresos de los empleados altamente calificados en aquellos roles que aumenten el potencial de las máquinas. La automatización variará según regiones y sectores. Por ejemplo, en ciertas zonas de un país podrá haber empleos más resilientes a la automatización que en otras. O ciertos sectores, como el transporte o el comercio mayorista y minorista, pueden llegar una mayor proporción de puestos automatizados que otros. Con la automatización se corre el riesgo de una mayor desigualdad de género y etnia. Las mujeres podrían tener una mayor proporción de empleos técnicamente automatizables en comparación con los de los hombres, además de representar una menor proporción de personas en ocupaciones de alta calificación susceptibles de ser automatizadas o complementadas por la tecnología. Algunos grupos étnicos tienen mayor riesgo de estar trabajando en ocupaciones de baja calificación automatizables. El impacto de la inequidad dependerá

del nivel de calificación de los nuevos empleos que se creen y de la capacidad de las personas para acceder a las oportunidades que surjan.

3. La aceleración de la automatización debe ser administrada para aprovechar los beneficios de la productividad global que se obtenga y así permitir mayores salarios. El mayor desafío se presenta en aquellos países caracterizados por bajas tasas de inversión, deficientes prácticas de gestión y gran número de empresas escasamente productivas, donde el problema no será la inminente robotización sino su ausencia, lo que los colocará en desventaja frente a los que lideren esta innovación tecnológica. Una más rápida adopción de tecnologías digitales, incluyendo la automatización, debería ser una misión central de la estrategia de industrialización de todo gobierno. Se plantea el establecimiento de una organización orientada a elevar el nivel de productividad de las empresas, que incluya mayor inversión en tecnologías de automatización. Su objetivo sería trabajar en los distintos niveles jurisdiccionales, dando apoyo a las empresas en tareas de diagnóstico, asesoría, entrenamiento y desarrollo de destrezas. Debería crearse un subsidio para el reentrenamiento de personal empleado en empresas y sectores en declinación o transición, o cuyos empleos resulten redundantes.
4. También debería crearse una autoridad para el uso ético de la robótica y la inteligencia artificial, para regular el uso de estas tecnologías. Este marco normativo debería preceder, y no ser posterior al proceso de desarrollo tecnológico. Tecnologías de automatización cada vez más poderosas y diseminadas crearán profundas y complejas cuestiones éticas. Si no se adoptan acciones oportunas, las normas éticas y sociales que encuadren su utilización, serán determinadas por las compañías tecnológicas, que no rinden cuentas a la sociedad. Esta Autoridad debería hacer recomendaciones a los gobiernos y las empresas acerca de la gobernanza del uso de robots e IA.
5. Por último, serán necesarios nuevos modelos de propiedad del capital para asegurar que la automatización ensanche la prosperidad en lugar de concentrar la riqueza. La redistribución de la propiedad del capital

ayudaría a que la automatización genere una economía en la que la prosperidad esté basada en la justicia. Si crece la porción del ingreso nacional que fluye hacia los dueños del capital, los niveles desiguales de propiedad del capital acelerarán la desigualdad. Para asegurar una mejor distribución de los dividendos de la automatización, serán necesarios nuevos modelos de propiedad que democraticen su acceso a los sectores que resulten excluidos. Por ejemplo, un Fondo Ciudadano de Riqueza que sea poseedor de un amplio portafolio de activos administrados en nombre del público y pague un dividendo de capital de alcance universal. También puede incluir la formación de trusts de propiedad del personal, que otorgue a los trabajadores una mayor participación en las firmas en que estén empleados y un derecho a apropiar una parte del valor que ayudan a crear.

En definitiva, la automatización debería permitir trabajar mejor con menos esfuerzo. Las ganancias de productividad de la automatización deberían ser parte de un debate, no solo sobre cómo organizar el tiempo de trabajo de la mejor manera, sino también sobre la redistribución de la plusvalía generada por la mayor productividad tecnológica. Esto sería lo deseable. De lo que no cabe duda es que la intervención del Estado será decisiva para que ese futuro escenario sea posible.

Impresiones sobre qué hacer con la Impresión 3D

Veamos ahora cómo aprovechar las enormes ventajas de la impresión en tercera dimensión y cómo enfrentar los problemas que puede generar. Uno de los trabajos más minuciosos y recientes sobre impresiones 3D (Fan y Meixner, 2020), propone que para sortear la enorme incertidumbre que genera el desarrollo de esta tecnología, es necesario monitorear una serie de indicadores clave y explorar sus posibles consecuencias mediante una cuidadosa planificación. Esta responsabilidad le cabe tanto a las empresas como a las instituciones estatales y agencias internacionales.

El trabajo reconoce que la impresión 3D es un área tecnológica en continua expansión que está recibiendo creciente atención por parte de

líderes empresarios y tomadores de decisiones gubernamentales, quienes necesitan conocer a fondo el estado actual de esta tecnología, los futuros escenarios que se proyectan a partir de su amplia adopción y cómo realizar su seguimiento para anticipar sus consecuencias, tanto positivas como negativas. Ya tuve oportunidad de señalar sus ventajas al describir las características de esta tecnología, así como de adelantar que los mayores desafíos de su creciente desarrollo, se presentan en los planos ético y jurídico, exigiendo una firme e imaginativa intervención del estado.

Ilustraré este punto examinando una serie de cuestiones que han surgido a consecuencia de la utilización de las impresiones 3D y las formas en que los gobiernos intentan resolverlas. Para ello, he elegido diversos conflictos surgidos en materia de patentes y derechos de propiedad intelectual, impresiones de armas caseras e impresión de prótesis y medicamentos.

Sobre la primera cuestión, un buen ejemplo lo constituyen los esfuerzos del gobierno de los Estados Unidos para regular las patentes y derechos de propiedad intelectual. Si bien el derecho va casi siempre a la zaga del desarrollo CyT, este tipo particular de tecnología plantea serios problemas jurídicos, teniendo en cuenta que fabricante y usuario suelen ser la misma persona. Al respecto, Menell y Vacca (2016) exploran la relación entre las impresiones 3D y la legislación de ese país en materia de derechos de autor. En su opinión, la legislación existente proporciona un marco general bastante desarrollado para la protección de diseños creativos, sea fijados en archivos CAD o en objetos 3D. La ley protege las obras originales de sus autores –como música, películas o textos literarios– y prohíbe la distribución y exhibición pública de trabajos protegidos por la ley que no cuentan con permiso de los diseñadores.

Pero la impresión 3D genera nuevas cuestiones. La disponibilidad de impresoras, junto con las ventajas de diseño CAD, facilita la reproducción y distribución no autorizada por los diseñadores. Un archivo CAD consiste en una copia exacta y no contiene esfuerzo creativo alguno, por lo cual no puede beneficiarse de la protección que otorga la ley. La propiedad intelectual puede reclamarse cuando hay reproducción exacta o muy similar

de la obra protegida, así como cuando se producen trabajos derivados o adaptaciones del mismo sin permiso del autor original. El problema reside en las posibilidades reales de aplicación de la ley, frente a la facilidad con que pueden copiarse y distribuirse los archivos CAD que contienen diseños de impresión en 3D. Para los fabricantes, una de las principales consideraciones es determinar con precisión sobre quiénes deben recaer las regulaciones que protegen su propiedad intelectual.

En tal sentido, puede imaginarse una pirámide con diferentes capas, en cada una de las cuales, potencialmente, podría infringirse la ley. En el ápice aparecerían los principales proveedores de la funcionalidad de internet, seguidos en la capa siguiente por los fabricantes de *hardware*; a continuación, los proveedores de servicios digitales y, en la base, los usuarios. Decidir cuándo y cómo apuntar a cada capa de la pirámide, requiere considerar diferentes opciones de políticas. Menell y Vacca (2016) argumentan que, si bien podría ser efectivo fijar como blanco a los proveedores de la funcionalidad de internet, ello también podría impactar negativamente a los muchos beneficios que generan a la sociedad las prestaciones legítimas del servicio de internet. En el otro extremo, aplicar la ley sobre propiedad intelectual a los usuarios finales exige una enorme capacidad para detectar dónde se incumple la ley. Aun cuando ello fuera posible, identificar a los dueños de sitios web exige a menudo una orden de la Corte. La facilidad con que los infractores pueden crear nuevos sitios web torna inútil perseguirlos a uno por uno. Tratar de que los infractores no comerciales respeten los derechos de autor se justifica muy raramente, sobre todo cuando el infractor no tiene medios suficientes para afrontar un juicio que termine fallando en favor del titular de los derechos.

Los fabricantes de *hardware*, las imprentas en 3D y los sitios que comparten archivos CAD, ubicados en las capas intermedias de la pirámide, son un blanco más adecuado para forzar el cumplimiento de la ley, debido a la más amplia escala de infracciones potenciales que podrían facilitar. También son un buen blanco las empresas comerciales que proveen los medios para infringir, tales como los fabricantes de videocase-

teras que pueden utilizarse para hacer copias de materiales protegidos por *copyright*.

Por su parte, los fabricantes de impresoras 3D están protegidos por fallos de la Corte Suprema de los Estados Unidos, en tanto su responsabilidad es indirecta. Es decir, no se los puede culpar si el equipo puede ser usado para un propósito sustancial que no infringe las normas de *copyright*. Tampoco serían responsables sitios como YouTube, que alojan contenidos generados por los usuarios, aunque deben estar preparados para responder a solicitudes de eliminación de contenidos y adoptar políticas para tratar con usuarios que repetidamente suben materiales protegidos por derechos de autor.

En última instancia, el régimen regulatorio que resultará aplicable a este campo emergente de la impresión 3D, dependerá de consideraciones de política pública y de las estrategias que elijan los fabricantes y diseñadores. Desde el punto de vista legal, el desafío consistirá en monitorear el ritmo de la innovación en este campo tecnológico disruptivo.

Una cuestión mucho más crítica y controvertida es la facilidad con que la impresión 3D hace posible la fabricación de armas caseras. En 2013, Cody Wilson, auto-declarado anarquista, realizó un disparo con la primera arma impresa en el mundo con tecnología 3D. Era una elemental pistola de un solo tiro fabricada casi totalmente de plástico, a la que llamó Liberator, y posteó el manual para su impresión en línea bajo la forma de un código de software. Fue descargada 10 0000 veces de internet y reposteada en otros sitios. Cinco días después, el gobierno estadounidense le ordenó eliminar los archivos, cosa que hizo. Pero contestó la orden en los tribunales, luego de crear una organización todavía muy activa, denominada Defense Distributed. Siguieron años de litigación en los tribunales, hasta que, en 2018, el gobierno se allanó y cerró el caso en favor del demandado.

Para detener a Wilson, el gobierno federal adoptó una dudosa e inusual estrategia jurídica, acusándolo de violar leyes de control de exportaciones que prohíben difundir a extranjeros, datos técnicos sobre equipamiento militar y municiones. Pero una legislación diseñada para

impedir el espionaje en el área de la seguridad nacional no sirvió como argumento para este caso, dado que los manuales para la fabricación de armas ya eran de dominio público. La Corte dio la razón a Wilson y a Defense Distributed, dado que la orden gubernamental violaba su libertad de expresión. Aun si hubieran perdido el caso, ya otros sitios habían reposteado el manual.

Por supuesto, el acuerdo judicial no cerró el debate. Tanto Defense Distributed y otros defensores del derecho de publicar tecnología 3D para la fabricación de armas, como los partidarios de prohibirlo, siguen empeñados en sus respectivas posturas, demostrando la enorme dificultad que entraña regular la impresión casera de armamento. Para quienes se proponen prohibirla, la principal preocupación radica en que la trazabilidad y detección de estas armas es virtualmente imposible. El intento más reciente de los abolicionistas es la demanda presentada por los fiscales de 20 estados de los EEUU y el Distrito de Columbia contra el gobierno federal norteamericano, desafiando una regulación que podría permitir la publicación en Internet de planos y manuales para fabricar armas mediante impresoras 3D. Este es el último intento de impedir que la administración Trump facilite ese acceso, ya que podría conducir a un aumento de la violencia armada y poner armas en manos de criminales. Esta acción judicial, iniciada en 2020, es una clara respuesta a la decisión del gobierno federal de trasladar la responsabilidad de regular estas armas caseras, del Departamento de Defensa al Departamento de Comercio, lo cual entraña un claro intento desregulador.

El uso de impresión 3D en el campo médico y farmacéutico también está ganando una importancia creciente. Consideremos el caso de las prótesis, donde las soluciones estándar resultaban a menudo ineficaces e incómodas, especialmente para muchos niños. Esta circunstancia llevó a algunos padres a crear prótesis para ayudar a caminar a sus hijos (O'Sullivan y Thierer, 2018). Por ejemplo, e-NABLE, abreviatura de "habilitar el futuro", es una organización voluntaria que reúne a personas de todo el mundo para diseñar prótesis impresas en 3D para personas con deficiencias en las extremidades, sobre todo, niños. En varios sitios web,

los voluntarios comparten planos de código abierto y otras informaciones, usando luego sus propias impresoras para fabricar las extremidades. Otros empresarios están creando prótesis impresas en 3D personalizadas para ayudar a los niños con parálisis cerebral a caminar cómodamente y sin la ayuda de muletas.

Además de proporcionar una solución más efectiva, estas prótesis "aficionadas" ya se están generalizando y suponen importantes ahorros de dinero a sus usuarios frente a las prótesis "profesionales". Si bien en un sentido reglamentario convencional, las prótesis son dispositivos médicos, no es esperable que alguien acuda a un organismo oficial de control médico para obtener un permiso o el derecho de probar nuevas extremidades impresas en 3D. ¿Cuál debería ser, entonces, el papel de la regulación frente a este proceso de innovación "de abajo hacia arriba", impulsado por ciudadanos a quienes no los mueve un objetivo comercial?

En Holanda han habido respuestas a esta pregunta, para casos de fabricación aditiva de implantes metálicos utilizados en casos similares, igualmente difíciles de tratar, en los que el equipo médico interviniente halló que la legislación sobre implantes específicos en pacientes, complica la implementación de estas técnicas en la práctica diaria (Willemsen et.al, 2019). En dos casos de inestabilidad espinal y parálisis incompleta, debido a su naturaleza compleja y desafiante, los enfoques convencionales se consideraron inadecuados; en cambio, los implantes específicos del paciente fueron diseñados con el uso de tomografías computarizadas y software de diseño asistido por computadora, e impresos en 3D en titanio con impresión directa de metal. Para garantizar la seguridad del paciente, en cada implante se produjo un archivo técnico integral (que describe la justificación clínica, las consideraciones técnicas y de diseño, el análisis de riesgos, el proceso de fabricación y el etiquetado) en colaboración con un departamento universitario certificado para el desarrollo y la fabricación de dispositivos médicos.[71] Al reflexionar sobre estas experiencias,

71 Debido a que los implantes se clasificaron como dispositivos personalizados según el Reglamento de dispositivos médicos de la Unión Europea, no se

los autores señalan que en casos como éstos se requiere una interacción amplia y eficiente entre médicos e ingenieros médicos, a fin de establecer marcos bien diseñados, que permitan resolver los aspectos logísticos y regulatorios del desarrollo tecnológico, asegurando así la seguridad y validez legal de tratamientos específicos a pacientes.

Otro ejemplo interesante, en 2016, involucró a Amos Dudley, un estudiante universitario sin experiencia previa en odontología, que utilizó una impresora 3D y un escáner láser en su universidad para hacer su propia ortodoncia a un costo de sólo 60 dólares. Los aparatos de plástico de bricolaje de Dudley fueron un experimento peligroso que podría haberlo puesto en situación de riesgo, así como a otros que siguieran su ejemplo. No es claro todavía qué debería decir la ley sobre casos como el de Dudley o los de innovadores como eNable, que están creando sus propios dispositivos médicos especializados de manera abierta y no comercial.

Un grupo tecnoanarquista autodenominado Four Thieves Vinegar Collective, proporciona un ejemplo aún más radical, dentro del conjunto de prácticas de "innovación libre" (como las denomina el economista del MIT Eric von Hippel), es decir, innovaciones desarrolladas y puestas gratuitamente a disposición de los consumidores.[72] Este colectivo se dedica a la manufactura alternativa y distribución libre de medicamentos caros. Para ello, reúne los resultados de la investigación distribuida y combinada de químicos, físicos y técnicos programadores voluntarios, para compilar y publicar instrucciones que, paso a paso, explican cómo revertir los tratamientos ingenieriles para enfermedades como sida y anafilaxis. El grupo ofrece instructivos descargables sobre cómo crear lo que llama un Apothecary MicroLab (algo así como un micro-laboratorio de boticario). La FDA, agencia de control de los Estados Unidos, está al tanto y no le sorprende la

---

requirieron los procedimientos habituales para la revisión y aprobación de estos dispositivos por parte de un organismo certificante independiente, reconocido por la UC. También se realizaron análisis de elementos finitos, pruebas de resistencia a la compresión y experimentos cadavéricos para garantizar que los dispositivos fueran seguros de usar.

72 También se conoce a estas prácticas como "emprendedurismo social".

actividad de estos "cuatro ladrones" (*Four Thieves*), pero tiene sus manos atadas por el hecho de que el grupo, según los derechos constitucionales de libre expresión, no ha hecho nada ilegal.

Al parecer, existe un importante movimiento de emprendimiento social, con innovaciones centradas en la fabricación aditiva "de base" o "doméstica". Como señalara Thierer (2018) en la medida en que este tipo de "emprendedurismo evasivo" se extienda, creará un creciente desafío a los regímenes regulatorios de los países, escasamente equipados para enfrentar el sorprendente ritmo de cambio que está ocurriendo en gran número de mercados tecnológicos. Inclusive, será necesario construir nuevos conceptos que permitan dar cuenta de estos procesos.

Al respecto, Thierer (2018) propone algunos conceptos clave que me permito traducir libremente:

- Empresarios evasivos: innovadores que no siempre actúan conforme a normas legales o sociales.
- Empresarios reguladores: innovadores dedicados a cambiar o rediseñar la ley, que operan estratégicamente dentro de una zona de legalidad cuestionable o quebrando la ley hasta que, tal vez, puedan modificarla.
- Tecnologías de la libertad: dispositivos y plataformas que permiten a los ciudadanos desafiar abiertamente (o simplemente ignorar) las políticas públicas que limitan su libertad de innovar.
- El "problema del ritmo": la brecha entre la creciente expansión de la frontera en las posibilidades tecnológicas y la capacidad de los gobiernos de ajustar sus acciones al ritmo de esos cambios.
- Desobediencia civil tecnológica: la acción de individuos, grupos o empresas que, con los recursos que les proporciona la tecnología, se niegan a obedecer ciertas leyes o regulaciones por hallarlas ofensivas, confusas, caras, ineficientes o, simplemente, por ser irrelevantes o molestas.
- Arbitraje de la innovación: el movimiento de ideas, innovaciones u operaciones hacia aquellas jurisdicciones que ofrecen un contexto legal y regulatorio más hospitalario a la actividad empresarial. También

puede ser considerado como una forma de "*shopping* jurisdiccional" y puede ser facilitado por un "federalismo competitivo".

- Innovación sin permiso: como concepto general, se refiere a la noción de la contra-almirante Grace Hopper según la cual, muy a menudo, "es más fácil pedir perdón que obtener permiso". Como visión política, se basa en la idea de que la experimentación con nuevas tecnologías y modelos de negocios, generalmente debería ser permitida por defecto. La innovación sin permiso viene a ser la aceptación general del cambio y la asunción del riesgo.

Claramente, todos estos conceptos trascienden el campo de la tecnología aditiva y pueden ser aplicados a, prácticamente, todas las demás áreas en que resulta posible que emprendedores domésticos decidan innovar transgrediendo, en mayor o menor medida, las normas vigentes. Tales tecnologías de la libertad, que facilitan una suerte de desobediencia civil, incluyen dispositivos tales como teléfonos celulares, computación ubicua,[73] y varias plataformas novedosas de medios, así como tecnologías más especializadas como criptomonedas y servicios de *blockchain*, drones privados, realidad virtual, "internet de las cosas" y plataformas de economía compartida, además de la impresión 3D.

¿Cuál debería ser la posición del estado frente al "emprendedurismo evasivo"? Tiendo a coincidir con Thierer (2018) cuando argumenta en favor de que debería aceptarse, y a menudo apoyarse, cierto grado de desobediencia civil en esta materia, en la medida en que los innovadores y consumidores utilizan estas nuevas herramientas y capacidades tecnológicas para procurarse medios de subsistencia, gozar de nuevas experiencias, mejorar su calidad de vida o la de otros, aun cuando ello pueda generar

73 Computación ubicua (ubicomp) es un concepto en ingeniería de software y las ciencias de la computación. Es entendida como la integración de la informática en el entorno de la persona, de forma que los ordenadores no se perciban como objetos diferenciados, apareciendo en cualquier lugar y en cualquier momento. Es el concepto que determina por primera vez que el hombre no se debe adaptar a la máquina, sino la máquina al hombre.

preocupaciones legales o éticas. Muchas veces, estos empresarios evasivos consiguen limitar el poder y las restricciones estatales, en áreas donde los principios legales o las normas sociales vigentes han perdido su utilidad o, simplemente, contradicen el sentido común.

Los responsables de formular políticas y establecer regulaciones deben comprender que muchas de estas innovaciones "ascendentes" son creadas o utilizadas por los ciudadanos porque satisfacen necesidades públicas insatisfechas. Probablemente, en lugar de volver a meter a esos "genios" tecnológicos dentro de sus "lámparas", los gobiernos deberán descubrir cómo convivir con ellos.

Criptomonedas y *blockchain* en el horizonte próximo

Las posibilidades y promesas de *blockchain*, llevaron 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*.

Es que, pese a sus aparentes ventajas, las criptomonedas y el *blockchain* son objeto de controversia, porque su utilización puede ser contraria a los objetivos de los estados nacionales, especialmente a raíz de la aparición de Libra[74], criptomoneda que ha generado la reacción de decisores

74 Libra es la moneda digital de Facebook, basada en blockchain, para pagar por internet. Estará disponible en 2020 y tendrá el apoyo de más de 100 grandes compañías financieras, como MasterCard, Visa o Paypal. Pero Libra es el soporte, la moneda digital en la que se basará el resto de servicios de pagos. Entre ellos el de Facebook, que se llamará Calibra y será una cartera digital que permitirá almacenar y utilizar la moneda digital Libra. Es interesante que Libra se publicita como

políticos en todo el mundo.[75] Algunos bancos centrales han comenzado a considerar a estos instrumentos en sus operaciones financieras (Huang, 2019). El primer caso piloto es el acordado por la Autoridad Monetaria de Singapur y el Banco de Canadá para ejecutar un *swap* bilateral monetario a través de la tecnología de contabilidad distribuida. Lo consideran una solución potencial respecto a efectuar pagos o *swaps* transfronterizos por parte de bancos centrales que no están tan establecidos en el sistema financiero global como los del G10. Sus mayores ventajas son la seguridad e instantaneidad de las transacciones, la rápida respuesta a situaciones de crisis y los ahorros en costos de administración, especialmente si se extiende la utilización de esta tecnología a la comercialización de valores y el cumplimiento de regulaciones.

Por otra parte, los grandes bancos centrales del mundo han comenzado a analizar la posible emisión de CBDC, moneda digital emitida por los propios bancos centrales como mecanismo de pago o mantenimiento de reservas, e incluso el FMI discute abiertamente sus ventajas e inconvenientes (Roubini, 2018). Un documento del Banco de Pagos Internacionales (BPI, 2018) muestra las distintas opciones que deberían analizarse en profundidad, antes de que esta posibilidad pueda concretarse: acceso (universal o restringido); grado de anonimato (desde el anonimato total hasta la ausencia de este); disponibilidad operacional (desde el actual ho-

una moneda legal sin tener respaldo de ningún gobierno o banco central, con lo cual ha generado toda clase de comentarios acerca del poder de las grandes corporaciones para pasar por encima de toda forma de regulación estatal.

75 Agustín Cartens, titular del BIS, ha desdeñado la primera ola de criptomonedas, viendo la afición por bitcoin y ethereum como instrumentos especulativos que no pueden ser descriptos como dinero, debido a la volatilidad de su valor frente a los más usados medios de pago estatales, como el dólar norteamericano o el euro. Y con respecto a los planes de Facebook de lanzar Libra, opina que las monedas respaldadas por los gigantes tecnológicos podrían establecer rápidamente una posición dominante en las finanzas globales, creando una amenaza potencial a la competencia, la estabilidad y el bienestar social. Su preocupación principal estriba en el uso que se dará a la información y cómo se preservará la privacidad de los usuarios, además del riesgo de lavado de dinero (Jones, 2019).

rario de funcionamiento hasta 24 horas al día los siete días de la semana) y generación de intereses (sí o no). Existen muchas variantes posibles de CBDC, cada una con distintas repercusiones para los sistemas de pago, la transmisión de la política monetaria y la estructura y estabilidad del sistema financiero. Además, se contemplan dos modalidades posibles: una moneda mayorista reservada a un grupo predefinido de usuarios o una moneda para uso general de acceso para todos.

Roubini (2018) abraza con entusiasmo la iniciativa de emitir CBDC, porque la mayoría de las innovaciones *fintech* están todavía conectadas con el sistema bancario tradicional y ninguno se basa en criptomonedas o *blockchain*. Los cripto-fanáticos saludan con entusiasmo la posibilidad de que incluso los bancos centrales, con la emisión de CBDC, admitan la necesidad de esta tecnología para incorporarse a la economía digital, pero según Roubini, si dieran ese paso sería el fin de los sistemas privados de pago digitales. Ello ocurriría sea porque estén conectados a la banca tradicional o a criptomonedas, que no son realmente descentralizadas, ni escalables, baratas o seguras.

El optimista panorama sobre las criptomonedas y *blockchain*, que se desprende de la descripción desarrollada hasta aquí, debe contraponerse a diversas opiniones críticas que esta tecnología también ha generado últimamente. Las promesas de bitcoin y *blockchain* son, para algunos, ejemplos de puro "solucionismo", es decir, la creencia de que esta tecnología puede resolver los problemas de concentración de poder en las grandes empresas de los países desarrollados y, a la vez, los derivados de la débil gobernanza que aqueja a muchas economías emergentes. Brett Scott[76], por ejemplo, admite que ciertos usos de bitcoin y *blockchain* en determinados contextos pueden empoderar a las personas, pero "si bien la comunidad en torno a esta tecnología es entusiasta y orientada

76 Véase el trabajo de Brett Scott (2016), preparado para el worshop de United Nations Research Institute on Social Development sobre el tema "Social and Solidarity Finance: Tensions, Opportunities and Transformative Potential", realizado en colaboración con la Friedrich-Ebert Stiftung y la Oficina Internacional del Trabajo, en febrero de 2016.

a la experimentación, todavía adhiere a la cultura elitista y la perspectiva *tech*-céntrica de la tecnología disruptiva propia de las *startups*" (Palmer, 2016). Sugiere, entonces, profundizar la investigación para determinar cómo puede aplicarse esta tecnología de una manera sensible a "los conflictos reales que la gente enfrenta cuando se pretende implementarla en contextos culturales y políticos diversos". En términos duros, critica a la comunidad bitcoin por su tendencia al "solucionismo tecno-colonial" y al "evangelismo tecno-libertario", cuando propone a la moneda digital como solución a los problemas del mundo en desarrollo. Si bien el autor admite que esta tecnología tiene importantes aplicaciones potenciales para las remesas de dinero, estructuras cooperativas y sistemas de micro-seguros, también plantea preocupantes aspectos conflictivos cuando sus proponentes intentan una "tecnificación desde arriba".

En principio, las criptomonedas se basan en principios colaborativos de código abierto y en redes P2P (*peer to peer*), lo cual sugiere un compromiso con la ayuda mutua y la solidaridad social, ya que permiten a personas físicas y jurídicas transferir valores de forma rápida, eficiente y de manera mucho más simple a las que se conocían en el sistema financiero global. Esto puede suponer un gran progreso desde el punto de vista de la inclusión financiera. Pero la imagen que se ha difundido de sus usuarios, los asocia con especuladores, empresarios rentistas, fundamentalistas libertarios de mercado y fetichistas tecnológicos (Yelowitz y Wilson, 2015). Más aún, al ser un mecanismo descentralizado de transferencia y depósito de valores, puede convertirse en una opción estratégica muy operativa que facilita la ilegalidad y el lavado de dinero.

Por ejemplo, los resultados de una investigación sobre el uso de criptomonedas por parte de organizaciones terroristas, brindados por la consultora Berlin Risk, decidieron al gobierno alemán a proscribir a la organización terrorista Hezbollah y a extremar la seguridad en el país. Según información filtrada de la seguridad nacional de ese país, miembros de Hezbollah trabajaban en la conformación de una red para operar con criptomonedas como modalidad de financiación de sus actividades terroristas en Europa y Oriente Medio, utilizar al mismo tiempo esa operatoria para

ayudar a Irán a evitar y saltar el bloqueo de las sanciones económicas existentes sobre Teherán. Pretendían a la vez centralizar las actividades de recaudación ilegal de fondos en Canadá, EE.UU., Venezuela y otros países de Latinoamérica lavando activos financieros.[77]

Se objeta, asimismo, que la viabilidad de bitcoin en el mundo en desarrollo tropieza con el limitado acceso a infraestructura, electricidad y servicios de internet, y la necesidad de crear confianza alrededor de esta tecnología. En los países desarrollados, bitcoin puede contrarrestar el poderío de los cárteles bancarios; en cambio, en los institucionalmente frágiles, existen problemas más prioritarios que "escapar hacia internet", como por ejemplo fortalecer la integridad del sistema bancario. Scott (2016) señala, al respecto, que la tecnología no opera en un vacío, de modo que no es esperable que las criptomonedas "desciendan sobre países empobrecidos para el empoderamiento de todos".

En definitiva, parece indudable que estas tecnologías son capaces de generar importantes beneficios desde el punto de vista de la seguridad y celeridad de las transacciones, aunque también son susceptibles de ser utilizadas ilegalmente y se pone en duda quiénes se apropiarán de sus beneficios. Por ejemplo, si las criptomonedas serán solo un medio de intercambio o pueden afectar el ciclo completo de la creación de dinero, desde las finanzas hasta el intercambio; si permitirán la especulación, el acaparamiento y el lavado de dinero, o si por el contrario, promoverán la inversión en proyectos poscapitalistas y facilitarán la liberación de la explotación (Terranova, 2018).

También plantean otros interrogantes ¿Serán herramientas controladas por el Estado, por los grandes bancos, por las empresas tecnológicas

77 El peligro que el gobierno alemán percibió a través de información recibida de sus agencias de seguridad es que esa estructura descentralizada con tecnología de encriptación, asegura completa privacidad al usuario y es vulnerable al mal uso, tanto para el lavado de dinero como para la financiación de actividades terroristas. Véase Infobae, 14/05/20. https://www.infobae.com/america/mundo/2020/05/09/por-que-alemania-prohibio-toda-la-actividad-de-hezbollah-y-que-significa-tal-prohibicion-en-su-territorio/

más concentradas, por las cooperativas y organizaciones sociales? ¿Están preparados los países emergentes para incorporar estas tecnologías? ¿Qué cambios son necesarios en su legislación, en sus empresas, en sus registros nacionales, en la formación de especialistas? Las respuestas están todavía pendientes.

Cuando los vehículos conduzcan por nosotros

Como vimos en la primera parte del libro, los vehículos autónomos pronto circularán entre nosotros (o volarán sobre nosotros). El interés estatal por su desarrollo se ha venido extendiendo hacia un creciente número de países, dados los enormes desafíos que entrañará para la infraestructura y logística de calles y carreteras, así como sus impactos sobre la vida cotidiana de los habitantes. 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, que había anticipado esta promesa para el año 2019, no consiguió concretarla. 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.

Muchas de las predicciones sobre el tiempo restante para que los vehículos autónomos comiencen a ser un componente habitual de esta nueva era del transporte, son publicitadas por voceros interesados de la propia industria. Algunos trabajos son menos optimistas y sus estimaciones sobre la posibilidad de un tránsito totalmente automatizado se extienden a varias décadas. Litman (2019), por ejemplo, considera que si bien durante la década de 2020, estos vehículos estarán disponibles, sus usuarios serán, mayoritariamente, integrantes de sectores de altos ingresos. La tecnología será todavía imperfecta y los automóviles serán demasiado caros como para alcanzar un consumo masivo. Recién a fines de los 2030 o, incluso, durante los 2040, podrían ser adquiridos por sectores de clase media.

Según McBride (2018),[78] 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 Internet de las cosas 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 para el fabricante, que sabrá dónde se encuentra y a qué velocidad funciona; o para 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, a dónde se dirige o, incluso, empleando analítica predictiva, dónde irá al día siguiente.

Como la mayoría de las innovaciones que venimos analizando en este libro, los vehículos autónomos pueden producir incalculables servicios al bienestar humano, pero al mismo tiempo pueden generar devastadores efectos en ciertos sectores. Ya existe una extensa literatura dedicada a efectuar predicciones sobre estos posibles impactos. Se estima que permitirán salvar millones de vidas, porque su mayor seguridad producirá un notable descenso en las cifras de accidentes con vehículos en calles y carreteras. Los pronósticos oscilan entre un optimismo extremo (v.g. 90% menos de accidentes) y valores mucho más moderados (v.g. de 10% a 30%). Asimismo, que reducirán las emisiones de gases de efecto invernadero. Pero al mismo tiempo, es previsible que buena parte de la industria automotriz (o, al menos, las empresas que no consigan hacer la transición hacia la nueva modalidad tecnológica) sufra su impacto, arrastrando tras

78 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

de sí a las estaciones de servicio, garajes y playas de estacionamiento, taxistas, camioneros y sus organizaciones sindicales.

En sus conclusiones, Litman (2019) señala que hacia 2030, se espera que estos vehículos sean suficientemente confiables y asequibles como para desplazar a la mayor parte de los conducidos por humanos, generando grandes beneficios a los usuarios y a la sociedad en general. Pero también agrega buenas razones para ser escépticos. Existe gran incertidumbre sobre sus costos, impactos sobre la circulación, velocidades de desplazamiento y demanda de los consumidores. No es descartable que un aumento de la velocidad media de circulación, y la reducción de tiempos, incremente la propensión a una mayor utilización de vehículos. Habrá que ver, además, si la nueva modalidad tiende a aumentar la ocupación compartida de vehículos y si las políticas gubernamentales alientan esta modalidad, lo cual exigiría adoptar decisiones en materia de construcción de carriles exclusivos, circulación tipo "pelotón", peajes diferenciales, etcétera. Asimismo, las medidas de gobierno deberán cautelar los intereses de peatones y ciclistas, para que su seguridad y sus derechos de circulación no se vean afectados. También deberán establecer reglas para el período de transición en el que vehículos autónomos convivan con automóviles conducidos por seres humanos. A su vez, los órganos reguladores deberán establecer estándares en materia de certificación y normas de seguridad. Y los planificadores urbanos deberán considerar los impactos que la nueva modalidad de tránsito vehicular generará a la infraestructura y funcionamiento de las ciudades. Ya en Estados Unidos hay proyectos de legislación en curso.

Por otra parte, es probable que los vehículos autónomos produzcan importantes cambios urbanísticos. En los Estados Unidos, las estadísticas indican que los jóvenes (millenials y Generación Z) vienen abandonando continuamente las grandes ciudades del país durante los últimos cuatro años, especialmente New York, Chicago, Houston, San Francisco, Las Vegas y otras. En la década previa a 2015, la tendencia era inversa. Las principales razones de este éxodo, destacadas por las encuestas, son viviendas inadecuadas o demasiado caras, lugares poco adecuados para

constituir y hacer crecer una familia, escuelas mediocres para la educación de los hijos y una pobre y opresiva calidad de vida.

En su mayoría, quienes abandonan las grandes ciudades se establecen en sus suburbios o en los de otras grandes ciudades, para estar cerca de los beneficios que brinda la vida urbana, sacrificando el tiempo de desplazamiento. Pero se especula con que los automóviles autónomos acelerarán y decuplicarán el éxodo, promoviendo que todas las generaciones (no sólo las más jóvenes) vivan fuera de las grandes ciudades (Eliot, 2019). Este pronóstico considera a los vehículos de nivel 4 y 5, únicos que verdaderamente pueden denominarse "totalmente autónomos", o sea, sin conducción humana. Por ahora, las pruebas se realizan con autos de nivel 4, en forma experimental, en estrechas y seleccionadas carreteras, aunque existe controversia acerca de si estos tests deberían ser autorizados.

El mayor éxodo y la tendencia a vivir en zonas aún más alejadas de las grandes ciudades, se funda en el hecho de que los desplazamientos serán menos extenuantes. Los pasajeros podrán utilizar el tiempo de viaje para dormir, leer, trabajar, escuchar música, ver TV o incluso comentar con su familia, a la distancia, los temas cotidianos. La posibilidad de que el trabajo a distancia tienda a aumentar hará todavía más atractiva la posibilidad de establecerse lejos de la ciudad, utilizando los vehículos autónomos sólo esporádicamente. Y estas ventajas podrán ser aprovechadas por generaciones de todas las edades. Sin embargo, puede haber limitaciones. Una de ellas es el eventual costo de desplazamiento de los vehículos autónomos que, de resultar elevado, requerirá reconsiderar la ecuación distancia-costo. Otra, que todavía se desconoce cuándo existirá un sistema vehicular autónomo ni si será posible que conviva con automóviles conducidos por humanos. Además, habrá que tener en cuenta que, como ocurre con muchos barcos que vuelven vacíos luego de desembarcar su carga, largas distancias de las ciudades pueden suponer mayores costos para esos vehículos sin pasajeros de regreso. Por lo tanto, la mera existencia de automóviles autónomos podría llegar a ser una causa marginal de éxodo masivo de las grandes ciudades.

En cualquier caso, la irrupción de los vehículos autónomos trastocará profundamente la futura labor de los planificadores urbanos, quienes deberán evaluar no solamente su impacto sobre el transporte y la circulación en el espacio terrestre (¿y aéreo?), sino también sus consecuencias directas e indirectas sobre la infraestructura, la localización poblacional, los servicios urbanos y la distribución de competencias de regulación entre jurisdicciones políticas.

Internándonos en el Internet de las cosas

¿Qué rol deberían adoptar los gobiernos en materia de regulación del IdeC? ¿Son necesarias, acaso, normas para prevenir que sus aplicaciones no atenten contra la seguridad o privacidad de personas o bienes? Muchos de los dispositivos de IdeC, actualmente utilizados, tienen escasos o nulos componentes de seguridad incorporados. Y aunque no existe todavía una demanda sostenida de los usuarios, en la industria y en algunos círculos gubernamentales se plantea seriamente la necesidad de regulación. Una encuesta de la empresa de ciberseguridad Gemalto estableció que sólo la mitad de las empresas que proveen IdeC pueden afirmar que sus dispositivos no han sufrido algún tipo de violación, en tanto que el 95% de los encuestados apoyaron la necesidad de regulación.

La cuestión es si regular contribuirá a que los dispositivos sean más seguros, cuando los propios gobiernos se hallan expuestos al riesgo de ser *hackeados*, o si será la industria de IdeC la que resuelva la cuestión. Del lado del gobierno, quienes proponen regulaciones creen que sus beneficios implicarán que se apliquen estándares a cualquier dispositivo de IdeC para proteger la seguridad de los consumidores y se establezcan requisitos sobre “parches” que alteren la seguridad. El problema es que no hay certezas sobre las posibles consecuencias de estos dispositivos y la cuestión se vuelve circular: las empresas temen embarcarse en proyectos que, una vez implementados, pueden verse afectados por futuras regulaciones. Y los reguladores, presionados para proteger a los usuarios, no cuentan con el conocimiento suficiente como para establecer normas suficientemente sofisticadas como para contemplar todos los posibles

riesgos. O sea, los reguladores no toman decisiones debido a la incertidumbre propia de la tecnología; y las empresas no emprenden proyectos debido a la incertidumbre sobre la regulación.

De todos modos, varios países están proponiendo normas en torno a esta cuestión. En Australia, los legisladores han propuesto que se certifiquen todos los dispositivos de IdeC para que no contengan contraseñas modificables o que no puedan discernirse, que no expongan los puertos a Internet en general y que actualicen el software cuando se detecten vulnerabilidades. En los Estados Unidos, se analizaba un proyecto de ley para que, en las adquisiciones del gobierno federal, se exija que los dispositivos de IdeC sean parcheables, respeten los protocolos de la industria, sean construidos sin contraseñas de código difícil o vulnerabilidades de seguridad conocidas y ofrezcan requisitos alternativos de seguridad de redes en aquellos dispositivos con limitada capacidad de procesamiento de datos y funcionalidad del software. Además, se exigiría que todos los contratistas que provean dispositivos conectados al gobierno federal, publiciten sus políticas frente a la vulnerabilidad en materia de ciberseguridad (IEEE, 2019).

En la Unión Europea, la mayoría de las cuestiones relativas a la seguridad de datos es contemplada en la General Data Protection Regulation, según la cual cualquier empresa que posea datos sobre un ciudadano de la comunidad debe ofrecerle la opción de retirarle su derecho a compartirlos, con la misma facilidad con que les fueron autorizados. Además, los ciudadanos pueden restringir la forma en que sus datos son procesados o conservados y se espera la pronta entrada en vigencia de una nueva ePrivacy Regulation que dejará sin efecto toda regulación previa y se aplicará a cualquier proveedor de servicios de comunicación en línea, que utilice tecnologías de trazabilidad o haga negocios en el mercado digital electrónico. Para quienes producen IdeC, estas nuevas regulaciones significan mayores exigencias de seguridad en dispositivos que reciben y transmiten datos privados, así como ramificaciones legales si *hackers* acceden a esos datos. Finalmente, si bien el Reino Unido no cuenta con legislación específica sobre IdeC, exige que quienes venden esos dispo-

sitivos, indiquen claramente en los prospectos qué medidas de seguridad o posibles vulnerabilidades poseen.

También los países emergentes deben estar atentos a las posibilidades y desafíos que plantea esta tecnología. Muy probablemente, su propia experiencia como consumidores y desarrolladores podría resultar extremadamente útil para cumplir un papel de guía hacia su uso seguro y responsable, reservando su papel regulador especialmente para áreas en que puedan estar comprometidos, por ejemplo, los sistemas de salud, la infraestructura crítica o la privacidad y seguridad de los ciudadanos.

• • •

DISRUPCIÓN TECNOLÓGICA: UN JANO BIFRONTE

Test de un futuro incierto: COVID-19

Hasta aquí, hemos pasado revista a las principales tecnologías que han comenzado a caracterizar una nueva era exponencial. Estas tecnologías ya están transformando irreversiblemente los diferentes planos de la vida social, las formas de comunicación e interacción entre seres humanos y las de éstos con los objetos de los que se valen para su existencia cotidiana. Comencé este libro examinando y actualizando algunos de los vaticinios acerca de cómo continuará este proceso acelerado de innovación que, según los futurólogos, pronto irrumpirá en nuestras vidas y, para bien o para mal, las afectará definitivamente. Y ahora me encuentro redactando este capítulo final en momentos de reclusión obligada a causa de la difusión planetaria del virus COVID-19.

Una primera observación general sobre los impactos de la pandemia, es la disrupción producida en la actividad económica, al cambiar abruptamente la situación de las empresas por efecto de dos situaciones complementarias: 1) la enorme reducción de la demanda de ciertos bienes o servicios (v.g. transporte, turismo, gastronomía) y 2) el inesperado crecimiento de la demanda de servicios de comunicación y comercio virtual. En consecuencia, mientras las alcanzadas por la primera situación vieron desplomarse sus ingresos y patrimonios, las plataformas y, en general, todas aquellas empresas especializadas en *apps*, experimentaron un crecimiento geométrico de su actividad.

Por ejemplo, Mercado Libre, una empresa argentina, vale hoy en el mercado alrededor de 40 000 millones de dólares, monto equivalente al doble del patrimonio conjunto de las 19 empresas argentinas que cotizan en Wall Street. Y Zoom, plataforma de comunicación, que en 2019 tenía 10 millones de suscriptores, pasó a tener en solo un mes 330 millones, con lo cual elevó su cotización bursátil a 48 000 millones de dólares, mon-

to superior al del conjunto patrimonial de las siete mayores compañías aéreas del mundo. Pero debido a la diferente naturaleza de su actividad, también se registraron fracturas dentro del mundo digital. Mientras Netflix sumó 16 millones de nuevos suscriptores en solo dos meses, Airbnb –la mayor empresa hotelera del mundo que no posee un solo hotel–, redujo sus ingresos a la mitad de los del año anterior, depidiendo además a la mitad de su personal.

En estos días, ha sido posible ver en acción las dos caras de este Jano bifronte que es la disrupción tecnológica. Su cara amable se ha manifestado en la posibilidad de enfrentar y resolver múltiples problemas logísticos, sanitarios, financieros y de seguridad generados por la pandemia. Es cierto que la tarea gubernamental se vio facilitada por un aliado inesperado: el propio virus COVID-19, que a raíz del temor generalizado que produce en la población por ser cada semejante un potencial portador, actuó como un verdadero disciplinador del aislamiento y el consentimiento social. Pero ¿qué hubiera ocurrido si, además, los gobiernos no hubieran dispuesto del arsenal tecnológico de la era exponencial? Una simple enumeración de hechos y situaciones típicas de estos días de incertidumbre, permite apreciar el crucial papel jugado por tales innovaciones en la resolución de muchos de esos problemas.

El fenómeno más evidente que ha producido la pandemia es la súbita (y absolutamente imprescindible) apelación al teletrabajo o trabajo a distancia, dado el confinamiento oblilgatorio de una alta proporción de los trabajadores, especialmente en el sector de servicios y comercio virtual. En el sector público, el coronavirus convirtió al teletrabajo en un masivo experimento social y laboral. Las administraciones públicas de todo el mundo debieron improvisar aceleradamente nuevas rutinas de trabajo a distancia, ya que a pesar de que en algunos países existían reglamentos y guías, nadie podía haber previsto que buena parte de la fuerza laboral del sector público debería confinarse en sus hogares y continuar trabajando desde allí. Esta circunstancia desbarató muchos de los criterios de eligibilidad, asignación de tareas, supervisión o determinación de condiciones para el trabajo remoto. Pero a la vez, la crisis produjo importantes enseñanzas

para anticipar y planificar, como es típico en la gestión de catástrofes, las normas y protocolos que deberían aplicarse ante la ocurrencia de un fenómeno de esta magnitud.

Al mismo tiempo, la masiva experiencia de teletrabajo durante la pandemia sirvió para llevar a cabo encuestas e investigaciones a fin de conocer no sólo cómo resultó la gestión pública bajo esas particulares condiciones, sino también para obtener datos que permitan, luego de superada la crisis sanitaria, extender el uso de esta modalidad laboral. Por ejemplo, realilzar análisis comparados entre el desempeño virtual y el presencial, conocer el grado de satisfacción relativa del personal en su trabajo a distancia, los déficit de capacidad institucional que pudieron haber afectado su actividad, el rol cumplido por jefes y supervisores en el seguimiento y evaluación de los trabajos, las reacciones de los usuarios o destinatarios de los servicios prestados bajo la nueva modalidad y así sucesivamente. De igual manera, las recomendaciones enumeradas en los reglamentos y guías de teletrabajo, pueden servir de *check-list* para compararlas con las condiciones reales en que debió realizarse el teletrabajo, de modo de identificar factores a tomar en cuenta en el futuro diseño de instrumentos normativos y protocolos operativos.

Plataformas gubernamentales de trámites a distancia han permitido a centenares de miles de personas imprimir al instante, o subir a teléfonos celulares, permisos que habilitan la circulación de quienes están eximidos del aislamiento obligatorio. Otras plataformas hicieron posible, en más de 50 países, realizar transferencias de dinero a millones de familias socialmente vulnerables para asistirlas en la emergencia. Esta solución tecnológica, conocida como G2P (Government to People transfers), puede aplicarse hoy para efectivizar salarios públicos, becas, pensiones, subsidios o transferencias no condicionadas a los pobres.

Pero hay muchos más ejemplos acerca de cómo, la tecnología resultó un inesperado aliado para enfrentar la pandemia. Por ejemplo, las impresiones 3D fueron utilizadas para imprimir en el hogar y la industria, máscaras, respiradores, hisopados para testeo y otros insumos médicos. También se utilizó esta tecnología para imprimir en tiempo récord, salas

completas de aislamiento incorporadas a dos hospitales construidos en China en 10 días. En varios países incorporaron cadenas de bloques o *blockchain* para ayudar a resolver problemas generados por la pandemia (v.g., plataformas basadas en *blockchain* que permiten a los usuarios rastrear la demanda y cadenas de suministro de implementos médicos o la trazabilidad en la distribución de alimentos). También se ha utilizado bitcoin y *blockchain* para recaudar dinero y efectuar donaciones con destino a víctimas del virus. Y hasta se ha fabricado un lavamanos inteligente que incorpora visión computarizada y tecnología de internet de las cosas, para ayudar a la gente a realizar un lavado de manos más eficaz.

En Túnez, un robot policial se utilizó para controlar el confinamiento y en España, se emplearon drones para patrullar las calles y enviar mensajes a la población. En otros países, también se utilizaron robots para el control remoto de los infectados por el COVID-19. En Hong Kong, pulseras inteligentes conectadas a Internet de las Cosas permitieron monitorear a residentes urbanos en cuarentena dentro de sus hogares. En Israel, las aplicaciones móviles geolocalizaron a los usuarios, advirtiéndoles si estuvieron en contacto con infectados o alertándolos sobre posibles focos de infección a evitar en sus recorridos; o sea, una suerte de GPS anti-coronavirus. Por su parte, la inteligencia artificial y el big data permitieron a decenas de laboratorios predecir cuáles de las drogas existentes, o nuevas moléculas que simulan drogas, tienen posibilidades de tratar más eficazmente el virus. Con el empleo de estas técnicas se reducen notablemente los tiempos de investigación a unos pocos meses, cuando normalmente puede demandar una década producir una nueva vacuna y, obviamente, a un costo muy superior. Como última ilustración, cito el caso de China y otros países asiáticos, donde durante la pandemia se utilizó reconocimiento facial y cámaras térmicas para detectar infectados.

Sin embargo, el rostro preocupante de Jano apareció en los fundados temores de que el férreo control social que, en mayor o menor medida, está ejerciendo el Estado durante la pandemia, se mantenga cuando la vida cotidiana vuelva a la normalidad. Al respecto, el despliegue tecnológico de China es, tal vez, el primer y masivo experimento social de la historia

en que, desde el Estado, se ha logrado escudriñar a fondo en la vida íntima de los ciudadanos. Con el atendible argumento de que las autoridades velan por la salud pública, el gobierno les exigió –en zonas cada vez más extendidas del país– utilizar en sus teléfonos celulares, un software que decide quiénes deben permanecer en cuarentena o pueden transportarse en subterráneos, circular por shoppings o lugares públicos. Con la asistencia de Alibaba, el gigante de e-comercio, las autoridades diseñaron un "código de salud", Alipay, que los ciudadanos deben obtener a través de Ant, una popular billetera electrónica, que les asigna un color –verde, amarillo o rojo– indicativo de su estado de salud. "Verde" significa ausencia de contaminación, "amarillo" exige una reclusión preventiva de siete días y "rojo" ordena ponerse en contacto con las autoridades sanitarias. El sistema se basa en big data para identificar y evaluar el riesgo de cada individuo en función de su historia de viajes, del tiempo de permanencia en lugares críticos y de su posible proximidad con personas contaminadas. Nadie está autorizado a circular sin mostrar su código QR.

No se sabe a ciencia cierta de qué modo el sistema clasifica a la gente, lo que ha causado temor y desconcierto entre aquellos obligados a aislarse sin saber por qué. Lo preocupante es que los datos son compartidos con la policía, incluyendo la localización de la persona, la ciudad de residencia y un código de identificación, que son registrados en un server. También en los Estados Unidos, el Centro de Control y Prevención de Enfermedades, que utiliza aplicaciones de Amazon y Facebook, comparte datos con las oficinas de policía locales, pero al parecer no existe allí una relación tan directa entre las empresas de software y el gobierno. En China, la propia policía participó en el diseño del software.

Human Rights Watch ha señalado que la crisis del coronavirus pasó a ser un hito crucial en la historia de la vigilancia masiva de una población. Los primeros días de la epidemia expusieron los límites del costoso fisgoneo computarizado, cuando la confección de listas negras de delincuentes y disidentes tropezó con la tarea de monitorear poblaciones enteras. Por ejemplo, el reconocimiento facial fue fácilmente disimulado por los barbijos, frente a lo cual, el gobierno recurrió a antiguos métodos de control,

como exigir que los ciudadanos dejen huellas digitales donde vayan o registrar datos personales en estaciones de trenes o sus teléfonos en una aplicación, antes de abordar un transporte público. De esta forma, fue posible una completa trazabilidad de los movimientos de cada persona. Muchos analistas advierten sobre el riesgo de que, una vez pasada la pandemia, estas innovaciones sean utilizadas para un mayor control ciudadano –tanto en China como en países que nadie tildaría como autoritarios–, lo cual entrañaría un serio peligro para la gobernabilidad democrática.

En América Latina, la mayoría de los gobiernos adoptó medidas que restringen una serie de derechos de los ciudadanos que, hasta la emergencia generada por la pandemia, estaban garantizados por las respectivas constituciones nacionales. Según Civic Space Guardian (2020), algunos de ellos limitan el ejercicio de la libertad individual de circulación, reunión y manifestación, en tanto la mayoría de los países, para prevenir males mayores, han establecido el aislamiento obligatorio en los hogares y, en varios casos, el toque de queda. El estado de excepción también se ha manifestado en otra clase de avances sobre los derechos cívicos, como la restricción del acceso ciudadano a la información pública o la prórroga indefinida de respuesta, por parte del Estado, a las consultas o pedidos de los ciudadanos. En otros casos, como en El Salvador, se adoptaron medidas para que las fuerzas armadas o de seguridad utilicen la mayor dureza para hacer cumplir las normas de confinamiento. Perú, por su parte, aprobó una ley de protección policial que exime de responsabilidad penal al personal de las fuerzas de seguridad que causen muertes o lesiones en el cumplimiento de su función. En Bolivia se dispuso el “ciberpatrullaje” de las redes sociales para identificar opositores que puedan generar desinformación. Y en Honduras una ley intentó suspender la prohibición de ingreso al domicilio de una persona sin su consentimiento, el respeto a la propiedad privada y la libertad de pensamiento sin censura, pero la oportuna intervención de la ONU, la OEA y la CIDH, redujo en parte este avance sobre los derechos ciudadanos. A todo esto, habría que sumar que muchos países han suspendido la actividad de sus parlamentos y, en

buena parte de ellos, el Poder Ejecutivo ha asumido superpoderes, lo cual completa un panorama ciertamente preocupante.

La tecnología no es más que una herramienta que abre nuevas oportunidades para que los Estados adquieran mayor capacidad y sean más eficientes. Pero al amplificar de modo exponencial el poder de los datos, su impacto sobre el bienestar de las sociedades y sobre la naturaleza del régimen político pasa a depender del uso de ese poder. A lo largo de toda la historia de la humanidad, la coerción, el dinero o la ideología han sido empleados como instrumentos de dominación y sojuzgamiento; hoy, la información –como recurso de poder– también puede serlo. En términos potenciales, la acelerada evolución de estas herramientas informativas hace posible utilizarlas –y ya hay suficiente evidencia de ello– para marginar poblaciones discriminadas en virtud de una "decisión logarítmica", para "guiar" las decisiones de consumidores y votantes conociendo sus gustos y preferencias, o para perseguir y encarcelar a opositores políticos.

Naomi Klein señaló con enorme intuición estos riesgos cuando las sociedades atraviesan situaciones límite, que ponen en duda certezas y valores que se creían imperecederos. En sus palabras, "…así funciona la doctrina del shock: el desastre original –llámese golpe, ataque terrorista, colapso del mercado, guerra, tsunami o huracán– lleva a la población de un país a un estado de shock colectivo. Las bombas, los estallidos de terror, los vientos ululantes preparan el terreno para quebrar la voluntad de las sociedades (…) Las sociedades en estado de shock a menudo renuncian a valores que de otro modo defenderían con entereza" (Klein, 2008). El shock del COVID-19 es altamente propicio para recrear situaciones similares a las que menciona la autora.

Este libro habrá visto la luz antes de que se disipen totalmente las consecuencias inmediatas de esta pandemia, por lo cual solo puedo expresar mi esperanza de que, entre los efectos perdurables de la crisis sanitaria, no haya que lamentar un serio deterioro de la calidad de la democracia. Al menos, en nuestra región.

Era exponencial: *¿Quo vadis?*

Los epidemiólogos coinciden en que una pandemia comienza a resolverse cuando se aplana la curva de contagios, es decir, cuando la tasa de nuevos infectados es menor a uno. Todo lo contrario del desarrollo tecnológico propio de la era exponencial, que como su nombre lo indica, es geométricamente creciente. Como desconocemos adónde puede conducirnos un proceso de innovación que es, a la vez, indefinido e ilimitado, no puede descartarse que en un futuro no muy lejano, debamos seguir numerando revoluciones industriales a intervalos de tiempo cada vez más breves.

Hasta ahora, pese a los cambios científicos y tecnológicos que se fueron sucediendo a través de la historia, era posible reconocer la vigencia de ciertas pautas de organización y funcionamiento de nuestra sociedades, que se venían reproduciendo desde tiempos remotos: la fisonomía de las ciudades, las reglas de sociabilidad, los modos de intercambio de bienes y servicios, el ejercicio de artes y oficios, la atención de la salud, las modalidades de enseñanza-aprendizaje, de producción y apreciación artística o de disfrute del ocio. Por supuesto, todos estos aspectos de la actividad humana sufrieron cambios, pero debido a su gradualidad, siempre fue posible observar su introducción e impacto incremental a través de las sucesivas generaciones.

Hoy, en cambio –y previsiblemente mucho más en un futuro próximo–, el cambio es disruptivo y su carácter exponencial puede tornar rápidamente irreconocibles muchos de esos rasgos que caracterizaron nuestra vida social durante siglos. Tengo edad suficiente como para recordar cuando debía optar entre enviar una carta por vía aérea para que llegara en pocos días, pagando un franqueo postal más alto, o por vía marítima, para que arribara, tal vez, un mes después. Luego debía esperar otro tanto para recibir una respuesta. O, si la comunicación era urgente, debía solicitar una llamada telefónica de “larga distancia” y, a menudo, esperar durante largas horas hasta que la conexión pudiera establecerse. En el lapso de solo una generación, no solo se ha logrado la instantaneidad del contacto, sino que

puede realizarse de muy diversos modos, con diferentes dispositivos y hasta tornando casi indistinguible la proximidad física de la virtual.

Puedo imaginarme el cambio que significa hoy, para el habitante de una aldea de la India, recibir un subsidio o una pensión a través de Aadhaar, un identificador biométrico. O para trabajadores de la salud en comunidades de Bangladesh, prestar servicios maternales utilizando teléfonos celulares. Kenia está experimentando una verdadera revolución del dinero móvil y en Nigeria, se entregan vales electrónicos a campesinos para proveerlos de fertilizantes. Otros campesinos, en zonas remotas de México, abren cuentas bancarias fácilmente. El uso de estos sistemas, dispositivos y aplicaciones, desarrollados en los últimos años, se ha extendido a todo el mundo. Cada innovación tecnológica tiene una historia y en este libro describí sucintamente los procesos que condujeron al desarrollo de cada una de las que fui analizando.

Desde la invención de la rueda o el descubrimiento del manejo del fuego, las revoluciones científicas y el desarrollo tecnológico han sido palancas fundamentales para la transformación de la civilización. La adopción de la contabilidad por partida doble, durante el Renacimiento, originó las modernas técnicas presupuestarias. La retención de impuestos en la fuente, durante la Segunda Guerra Mundial, fue una innovación crucial para viabilizar la recaudación tributaria. La innovación acompañó tanto el desarrollo del capitalismo como la modernización de la administración pública. Pero desde fines del pasado siglo, el ritmo de la innovación se ha acelerado. Y en el sector público, ha creado un doble desafío: decidir qué políticas adoptar frente a la multiplicación y vertiginosa transformación de sus desarrollos; y aprovecharlos para su propia gestión.

Las TIC revolucionaron las aplicaciones de inteligencia artificial, el *machine learning* y la interoperabilidad en la gestión pública. Sus avances transformaron el manejo del talento humano, la administración financiera integrada, el gobierno electrónico o las iniciativas de estado abierto. En cada uno de estos campos mejoraron las metodologías y procesos de generación de información, la calidad de los datos y las posibilidades de consolidación y procesamiento de la información. A su vez, el diseño de

novedosos sistemas de información gerencial permitió aprovechar los datos generados para realimentar los procesos decisorios.

El acceso ciudadano a repositorios de información pública, las encuestas de satisfacción de usuarios de servicios públicos, el uso de las redes sociales para la comunicación con el gobierno o la celeridad de la respuesta estatal a solicitudes de información por parte de la ciudadanía, serían imposibles o mucho más complejos y lentos de no ser por los soportes electrónicos que facilitan estas gestiones. La digitalización hizo posible reducir o eliminar las colas de personas frente a bancos o mostradores gubernamentales. Las posibilidades de error o fraude se han reducido visiblemente. Se están extendiendo las enormes ventajas de la Carpeta del Ciudadano, entre otras aplicaciones de las plataformas digitales en el sector público. Y pronto comprobaremos que todas estas innovaciones cada vez más familiares en los negocios y la vida cotidiana, empalidecerán frente a las que vaticinan quienes saltean y atraviesan fronteras inimaginables de la ciencia y la técnica. Nada parece interponerse a la tendencia de que el proceso de innovación en el Estado se acelere en el futuro y sea una fuente fundamental de transformación en la gestión pública. No sólo porque las nuevas TIC mejoran controles y reducen costos y tiempos de procesamiento, sino porque como en otros campos, la tecnología será un factor sobredeterminante de cambio en la cultura administrativa.

Pero en un contexto complejo y cambiante, la incertidumbre rodeará la gestión de lo público. Si alguna competencia resultará crucial en el futuro, para evaluar el desempeño de los gobiernos, la gestión del riesgo frente a la incertidumbre que genera un cambio de época figurará, seguramente, al tope de la lista. Hace dos o tres décadas, los especialistas en gestión pública mirábamos con cierto recelo esa nueva herramienta del *management* que surgía e intentaba infiltrarse en el repertorio de las tecnologías de gestión. Hoy, a la luz del lugar que esta especialidad pasó a ocupar en la estructura organizativa de organismos públicos y empresas privadas, y del creciente número de funcionarios y ejecutivos que asumen este tipo de funciones, ya no quedan dudas de su importancia.

Riesgo no implica, meramente, la amenaza de que cierto objetivo pueda no lograrse. Stanton y Webster (2014) han señalado que tal definición deja sin responder la pregunta acerca de cómo balancear riesgos que crean oportunidades con otros que generan amenazas, por lo cual proponen observar al riesgo como "incertidumbre que importa". En la medida en que los focos de incertidumbre que enfrentan los gobiernos, se extienden y ahondan, una gran cantidad de riesgos internos y externos puede conspirar contra el logro de sus objetivos y metas. Su naturaleza puede ser estratégica, cibernética, jurídica o reputacional, e incluye aspectos operacionales tales como seguridad informativa, capital humano, control financiero y hasta continuidad institucional (Chenok y Keegan, 2020).

Entre los riesgos externos se destaca el hecho de que los flujos globales de producción y distribución, las cadenas globales de suministro, aumentan los grados de dependencia de los países respecto del acceso a insumos o productos críticos. Incluso los países más poderosos, como Estados Unidos y China, dependen de un puñado de plataformas comunes para cumplir con casi todas las funciones críticas. Como nos recuerda un trabajo reciente (Levite y Jinghua, 2020), Boeing 737 y Airbus 320 dominan la aviación. Windows domina el mundo del sistema operativo computacional. La mayoría de los teléfonos celulares funcionan con Android o iOS. Amazon Web Services, Azure y Google Cloud tienen la mayor parte del mercado de computación en la nube. General Electric, Mitsubishi Hitachi Power Systems y Siemens dominan el mercado de turbinas de gas. Un mundo tan interconectado, aunque dependiente de un número relativamente pequeño de plataformas globales, es particularmente susceptible al riesgo de ataques cibernéticos maliciosos. Así como el coronavirus causó estragos en poblaciones interconectadas como nunca antes, también puede causarlos cualquier *malware* en los tejidos conectivos del mundo digital, en escalas sin precedentes. Como ocurre con eventos sanitarios localizados en poblaciones humanas, ciertos virus informáticos que cau-

san interrupciones localizadas en algunas redes de computadoras, pueden extenderse catastróficamente como reguero de pólvora.[79]

Si hay algo que caracteriza a los riesgos propios de la actividad gubernamental es su carácter dinámico. Casi nunca son estáticos, y menos aún en la era actual. Como los virus que mutan, se forman y transforman actualmente de manera nunca vista, y todo hace prever que esta característica será más crítica en el futuro, en un mundo cada vez más incierto, complejo e interconectado. Hemos podido apreciar que muchas de las transformaciones actuales (v.g., *blockchain*, IA, robótica o tecnologías inteligentes en general) tienen el potencial de mejorar el desempeño gubernamental, pero también comprobamos que cada una de ellas crea riesgos potenciales cuyo común denominador es que, en su mayoría, "son desconocidos e irreconocibles" (Chenok y Keegan, 2020).

El riesgo tecnológico conduce a creciente incertidumbre y exige a los líderes gubernamentales anticipar el futuro con visión estratégica. El ecosistema institucional del sector público es crecientemente complejo a raíz de la creciente interconexión e interoperabilidad de los organismos públicos, que comparten datos, sistemas y dispositivos que elevan los niveles de riesgo; y la natural renuencia de esos organismos a cooperar o coordinar acciones y su preferencia a funcionar bajo el formato de "silos", aumenta aún más los riesgos. Ello explica la proliferación de tecnologías de gestión, como las detalladas en el texto y Apéndice de este libro, que intentan mejorar la capacidad institucional de los gobiernos para alinear su desempeño con las exigencias de velocidad, complejidad y crecientes expectativas ciudadanas de recibir mejores, más rápidos y menos costosos bienes y servicios públicos.

Para finalizar, y apenas como muestrario de las múltiples cuestiones que previsiblemente engrosarán la agenda decisoria de la alta dirección

79 Por ejemplo, WannaCry, un programa dañino de tipo *ransomware*, causó en 2017 un ataque informático de alcance mundial, que afectó en pocas horas a cientos de miles de computadoras en más de 150 países.

pública gubernamental, dejo planteados algunos interrogantes a los que, tarde o temprano, tendrán que dar respuesta quienes conduzcan organizaciones estatales:

- ¿Cuándo y cómo reemplazar el antiguo equipamiento informático de muchos organismos, que todavía utilizan obsoletas tecnologías de desarrollo de sistemas, que no permiten correr los programas de software más actuales?
- ¿Qué posición adoptar frente a los vehículos autónomos –automóviles y drones auto-conducidos– que pronto recorrerán las calles y surcarán los cielos? ¿Cómo se regularán sus desplazamientos? ¿Cómo se enfrentarán los cambios requeridos en la infraestructura urbana?
- ¿En qué medida convendrá invertir en impresoras 3D ante la enorme cantidad de aplicaciones que permite esa tecnología y cómo regular su difusión frente a los problemas de patentes y derechos de propiedad?
- ¿Qué políticas adoptar frente a la generalización del uso de criptomonedas y *blockchain*, incluyendo reservas monetarias virtuales en la banca central? ¿Deberían asignarse mayores recursos a la investigación y bancos de pruebas en estas tecnologías?
- ¿Cómo prepararse para regular los desarrollos en biotecnología, educación o seguridad, entre otros campos de innovación?
- ¿Cómo diseñar una política en materia de robótica, frente a los cambios que producirá su difusión en el mundo del trabajo, al sustituir seres humanos, complementar algunas de sus tareas con robots o tener que diseñar formas de compensación frente al desplazamiento de la fuerza laboral?
- ¿Cómo reorientar la formación profesional en el sistema público de enseñanza, teniendo en cuenta las tendencias hacia el futuro reemplazo o desaparición de ciertos puestos de trabajo?
- ¿Cómo formar y reforzar los actuales elencos con puestos críticos en materia de inteligencia artificial, logística, ética aplicada, ciberseguridad y otros que demandarán las nuevas tecnologías?

- ¿Cómo incentivar, mediante legislación, financiamiento o acuerdos público-privados, el desarrollo de innovaciones tecnológicas para evitar que se profundice la brecha de innovación frente a los países líderes?
- ¿Cómo promover el involucramiento cívico y el *crowdsourcing* (o inteligencia de las multitudes), o la creación de laboratorios de innovación?
- ¿Cómo generalizar y ampliar la utilización ciudadana de la web y la digitalización de los servicios públicos, ampliando el papel de los gobiernos como plataformas para brindar mayores servicios personalizados?
- ¿Cómo aprovechar en el sector público los múltiples y probados beneficios que podrían derivarse de una adopción generalizada de la tecnología de internet de las cosas?

En definitiva, en su carácter de compradores, inversores, promotores, productores, prestadores o reguladores, los gobiernos deberán fijar posiciones y adoptar cursos de acción frente a transformaciones tecnológicas que, para colmo, no son comprendidas totalmente ni en sus posibilidades ni en sus riesgos. La futura gestión pública deberá convivir, cada vez más, con una explosiva mezcla de complejidad e incertidumbre que pondrá a prueba la fortaleza y capacidad de sus instituciones.

• • •

BIBLIOGRAFÍA

Abramson, M. A., Chenok, D. J. y Kamensky, J. M. (eds). (2018). *Government for the Future: Reflection and vision for tomorrow's leaders*. IBM Center for the Business of Government.

Allcoat, D. y Von Muhlenen, A. (2018). Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology Journal*. https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2140

Australian Government (2018). *Digital Transformation Agency: simple, clear, and fast public services*. https://www.dta.gov.au/book/export/html/769

Beedham, M. (2019). Firms prioritize AI and IoT in transformation strategies. *The Next Web* https://thenextweb.com/hardfork/2019/04/03/internet-of-things-ai-blockchain/

Bullock, J. (2019). Artificial intelligence, discretion, and bureaucracy. *American Review of Public Administration, 49*(7), 751–761.

CAF (2019a). Consensos regionales, imprescindibles para impulsar la economía digital en América Latina. *CAF*. https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2019/05/consensos-regionales-imprescindibles-para-impulsar-la-economia-digital-en-america-latina/

CAF (2019b). Enfoques regionales y subregionales de la economía digital: lecciones de Asia Pacífico y América Latina. *CAF*. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1381

CERNA (2014, noviembre). *Éthique de la recherche en robotique*. http://cerna-ethics-allistene.org/digitalAssets/54/54000_38704_Avis_robotique_livret.pdf

Canazza, M. (2018). The Internet as a global public good and the role of governments and multilateral organizations in global internet governance. *Meridiano 47*, *19*. 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, M. (2019, 30 de marzo). La revolución 5G. *La Vanguardia*. http://contrahegemoniaweb.com.ar/la-revolucion-5g/

Chatfield, A. T. y Reddick, C. G. (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

Chenok, D. y Keegan, M. J. (2020, 13 de abril). Risk-based decision making: a key capacity for government today. *IBM Center for the Business of Government*. http://www.businessofgovernment.org/blog/risk-based-decision-making-key-capacity-government-today

Christensen, C. M. y Bower, J. B. (1995, enero-febrero). Disruptive Technologies: Catching the Wave. *Harvard Business Review 73*, 43–53.

Ciccatelli, A. G. (2017). Government and 3D Printing: A new line of innovation to protect. *IPWatchdog*. https://www.ipwatchdog.com/2017/11/16/government-3d-printing-new-innovation-protect/id=90116/

Civic Space Guardian (2020, abril). Derechos restringidos en tiempos de COVID-19. *Directorio Legislativo, 5*. https://mailchi.mp/directoriolegislativo/civic-space-guardian-2656489?e=6ed0c9b543

Culpepper, P. D. y Thelen, K. (2019, 11 de junio). Are we all Amazon primed?: Consumers and the politics of platform power. *Comparative Political Studies*, *1*(31). https://doi.org/10.1177/0010414019852687

Davies, A. (2018), The wired guide to self-driving cars. *Wired*. https://www.wired.com/story/guide-self-driving-cars/

Denning, P. J. (1990). *Saving all the bits* (Technical Report TR 90.44). RIACS, NASA Ames Research Center. https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19910023503.pdf

Dolfsma, W. y DongBack S. (2013). Government policy and technological innovation: A suggested typology. *Technovation 33*, 173–179.

Dormehl, L. y Edelstein, S. (2019). Sit back, relax, and enjoy a ride through the history of self-driving cars. *Mobility 21*. https://mobility21.cmu.edu/sit-back-relax-and-enjoy-a-ride-through-the-history-of-self-driving-cars/

Eliot, L. (2019, 1 de octubre). Millennials exodus from big cities will be accelerated via self-driving cars. *Forbes*.

Farías, P. y Zárate Moreno, A. M. (2018, 15 de noviembre). Regulación inteligente: ¿cómo construir las reglas del juego de la economía digital?. *Gobernarte*, División de Innovaciones para Servir al Ciudadano del BID. https://blogs.iadb.org/administracion-publica/es/regulacion-tecnologica-como-estan-evolucionando-las-reglas-del-juego-de-la-economia-digital/

Fan, Z. y Meixner, L. (2020, enero). *3D Printing: A Guide for Decision-Makers*. World Economic Forum; Mitsubishi Chemical Holdings Corporation. .http://www3.weforum.org/docs/WEF_Impacts_3D_Printing_on_Trade_Supply_Chains_Toolkit.pdf

Foote, K. D. (2018). A brief history of big data. *Dataversity*. https://www.dataversity.net/brief-history-analytics/#

Gartner (2019). Gartner top 10 strategic technology trends for 2019. https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/

Gordon, L. (2018). Networked Government: Managing Data, Knowledge and Services. En Abramson, M. A., Chenok, D. J. y Kamensky, J. M. (eds.), *Government for the Future: Reflection and vision for tomorrow's leaders*. IBM Center for the Business of Government. *op.cit.*

Gronlund, K. (2019). State of AI: artificial intelligence, the military and increasingly autonomous weapons. *Future of Life Institute*. https://futureoflife.org/2019/05/09/state-of-ai/

Guasti, G. (2018). AI social robot uses IBM Watson technology for customer service. *IBM Cloud Computing News*. https://www.ibm.com/blogs/cloud-computing/2018/05/11/ai-social-robot-ibm-watson/

Hendler, J. y Mulvehill, A. (2016). *Social Machines: The Coming Collision of Artificial Intelligence, Social Networking, and Humanity*. Apress.

Hill, S. (2019, 9 de enero). How to reign in big tech. *The Washington Post.*

Huang, R. (2019, 23 de junio). Central banks are using blockchain to stabililze global financial markets. *Forbes*. https://www.forbes.com/sites/rogerhuang/2019/06/23/central-banks-are-using-blockchain-to-stabilize-the-global-financial-system/#6b7a7b7559d5

IBM Center for The Business of Government. (2017). *List of Government Improvements Over the Last 20 Years* [Manuscrito no publicado]. Electronic Survey Questionnaire.

IBM Center for the Business of Government (2018). Transforming government through technology. http://www.businessofgovernment.org/report/transforming-government-through-technology

IEEE (2019) Should the government regulate IoT? Innovation at work. *IEEE Innovation at work*. https://innovationatwork.ieee.org/should-government-regulate-iot/

Jones, C. (2019, 30 de junio). Central bank plans to create digital currencies receive backing. *Financial Times*.

Kenny, C. (2019). Why are Apple and Google hosting an app that subjugates Saudi women? *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

Kernaghan, K. (2014). The rights and wrongs of robotics: Ethics and robots in public organizations. *Canadian Public Administration*. https://doi.org/10.1111/capa.12093

Kietzmann, J., Pitt, Leyland y Berthon P. (2015, marzo-abril). Disruptions, decisions, and destinations: enter the age of 3-D printing and additive manufacturing. *Business Horizons*, *58*(2), 209–215.

Knapp, R. (2018). The rise of government as a platform. *GCN*. https://gcn.com/articles/2018/10/08/government-as-a-platform.aspx

Levite, A. y Jinghua, L. (2020). Travails of an interconnected world: from pandemics to the digital economy. *Lawfare*. https://www.lawfareblog.com/travails-interconnected-world-pandemics-digital-economy

Litman, T. (2019, 25 de septiembre). Autonomous vehicle implementation predictions: implications for transport planning. *Victoria Transport Policy Institute*.

Marini, F. (ed.). (1971). *Toward a New Public Administration: The Minnowbrook Perspective*. Scranton: Chandler Publishing Company.

McBride, N. (2018, 11 de julio). Driverless cars could offer governments new forms of control. *Independent*. https://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/driverless-cars-travel-technology-government-control-autonomous-cars-a8413301.html

Marchant, G. E., Stevens Y. A. y Hennessy, J. M. (2014, 1 de febrero). Technology, unemployment & policy options: navigating the transitionk to a better world. *Journal of Evolution and Technology*, *24*(1), 26–44.

Mariani, J. (2017). Guiding the IoT to safety. *Deloitte Insights*. https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/internet-of-things/regulating-iot-technology-role-of-government.html

Menell, P. S. y Vacca, R. G. (2016, 26 de octubre). 3D printing and US Copyright Law. *UC Berkeley School of Law*. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2859737

Metzenbaum, S. (2018). The future of data and analytics. En Abramson, Chenok y Kamensky (eds.), *Government for the Future: Reflection and vision for tomorrow's leaders*. IBM Center for the Business of Government.

Muoio, D. (2016). 7 ways cities are going to change in 100 years. *Business Insider*. https://www.businessinsider.com/samsung-smartthings-report-on-cities-in-100-years-2016-2

Murphie, A. y Potts, J. (2003). Culture and Technology. Palgrave MacMillan.

OCDE. (2016). *Panorama de las Administraciones Públicas: América Latina y el Caribe 2017*. Éditions OCDE.

O'Neill, Jr., R. (2015, 9 de junio). Public Services and the Wonders of the Third Week of August. *Governing*.

O'Reilly, T. (2011). Government as a Platform. *Innovations*, *6*(1), 13–40. https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/INOV_a_00056

O´Sullivan, A. y Thierer, A. (2018). 3D printers, evasive entrepreneurs, and the future of tech regulation. *The Bridge*. https://www.mercatus.org/bridge/commentary/3d-printers-evasive-entrepreneurs-and-future-tech-regulation

Oszlak, O. y O´Donnell, G. (1976). *Estado y políticas públicas en América Latina*. Estudios CEDES.

Oszlak, O. (2006). Globalización, Internacionalización e Integración. En Oszlak (Comp.), *Los Miedos de los argentinos: ensayos sociopolíticos y culturales*. Editorial CEDES-ESPACIO. http://www.oscaroszlak.org.ar/images/articulos-prensa/Globalizacion,%20internacionalizacion%20e%20integracion.pdf

Oszlak, O. (2012, junio). El Rol del Estado: micro, meso, macro. *Aportes para el Estado y la Administración Gubernamental*, *18*(29).

Ott, M., Feldman, L. y McGallard, T. (2018). Leading the Cities of the Future. En Abramson, M. A., Chenok, D. J. y Kamensky, J. M. (eds.), *Government for the Future: Reflection and vision for tomorrow's leaders*. IBM Center for the Business of Government. *op.cit.*

Palmer, D. (2016, 12 de febrero). UN paper: Pushing bitcoin for third world issues can be "techno colonialism". *CoinDesk*. http://mostlybitcoin.com/article/23967/UN-Paper-Pushing-Bitcoin-for-Third-World-Issues-is-039-Techno-Colonialism-039

Peters, A. (2018, 12 de marzo). This house can be 3D-printed for $4,000. *Fast Company*.

Piper, K. (2019, 21 de junio). Death by algorithm: the age of killer robots is closer than you think. *Vox*. https://www.vox.com/2019/6/21/18691459/killer-robots-lethal-autonomous-weapons-ai-war

Pisa, M. (2019). El "próximo billón de usuarios": el estado frente a multinacionales voraces. *Revista Estado Abierto*, *3*(3) (en prensa).

Prakash, A. (2020). *The Age of Killing Robots*. Abishur Prakash (ed.).

Richardson, K. (2019). *Sex Robots: The End of Love*. John Wiley & Sons.

Rodríguez, E. (2018). Laboratorios de innovación pública: apuntes para una hoja de ruta en materia de buenas prácticas. *Revista Estado Abierto*, *3*(1).

Roubini, N. (2018) Why central bank digital currencies will destroy bitcoin. *The Guardian*. https://www.theguardian.com/business/2018/nov/19/why-central-bank-digital-currencies-will-destroy-bitcoin

Santiso, C. (2019). Cómo acelerar la transformación digital del sector público. *CAF (Banco de Desarrollo de América Latina)*. https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2019/05/como-acelerar-la-transformacion-digital-del-sector-publico/

Scharre, P. (2018). Ar*my of None: Autonomous Weapons and The Future of War*. Norton & Co.

Scott, B. (2016), How Can Cryptocurrency and Blockchain Technology Play a Role in Building Social and Solidarity Finance? *UNRISD*. http://www.unrisd.org/unrisd/website/document.nsf/s(httpPublications)/196AEF663B617144C1257F550057887C?OpenDocument

Sharkey, N., van Wynsberghe, A., Robbins, S. y Hancock, E. (2017). Our sexual future with robots: a foundation for responsible robotics consultation report. Foundation for Responsible Robotics. https://responsible-robotics-myxf6pn3xr.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/11/FRR-Consultation-Report-Our-Sexual-Future-with-robots-.pdf

Stanton, T. y Webster, D. W. (2014). *Managing Risk and Performance: A Guide for Government Decision Makers*. Wiley.

Suárez, D. y Abdallah, E. (2019). Public sector readiness in the age of disruption: Seven imperatives to navigate your journey to readiness. *World Government Summit and PWC*. https://www.pwc.com/m1/en/world-government-summit/documents/wgs-age-of-disruption.pdf

Terranova, T. (2018). Marx en tiempos de algoritmos. *Nueva Sociedad*, *277*.

Thierer, A. (2018) Evasive entrepreneurialism and technological civil disobedience: basic definitions. *The Bridge*. https://www.mercatus.org/bridge/commentary/evasive-entrepreneurialism-and-technological-civil-disobedience-basic-definitions

Toffler, A. (1972). *Future Shock*. Random House.

Wallach, W. (2011). From robots to techno sapiens: Ethics, law and public policy in the development of robotics and neurotechnologies. *Law, Innovation and Technology, 3*(2), 185–207.

Yanbo, W., Stuart, T. y Jizhen L. (2020). Fraud and Innovation. *Administrative Science Quarterly*. https://doi.org/10.1177/0001839220927350

Weller, C., Kleer, R. y Piller, F. T. (2015). Economic Implications of 3D printing: market structure models in llight of additive manufacturing revisited. *International Journal of Production Economics*, *164*, 43–56.

Willemsen, K., Nizak, R., Herke, S., Noordmans, J., Castelein; R. M., Weinans, H., Kruyt, M. C. (2019). Challenges in the design and regulatory approval of 3D-printed surgical implants: a two-case series. *The Lancet Digital Health*, *1*(4), e163–e171. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589750019300676

Wintermeyer, L. (2019, 26 de septiembre). Blockchain at The United Nations: Leading solutions to the global crisis. *Forbes*. https://www.forbes.com/sites/lawrencewintermeyer/2019/09/26/blockchain-at-the-united-nations-leading-solutions-to-the-global-crisis/#360795f0573c

Zimmermann, N. (2018). Hyping the future: our exponential era. *DW*. https://www.dw.com/en/hyping-the-future-our-exponential-era/a-44095883

APÉNDICE

Innovaciones incorporadas a la Gestión Pública entre 1998 y 2018

1. Computación móvil, que incluye comunicación móvil (datos, voz y video), *hardware*, *software* y servicios relacionados.
2. *Big Data*, fenómeno resultante del enorme volumen de información bruta generada socialmente y recolectada por organizaciones comerciales y gubernamentales para optimizar transacciones, crear valor y mitigar riesgos.
3. *Cloud Computing*, o entrega de servicios de computación, por demanda y desde localizaciones remotas, a través de Internet.
4. Sistemas de información geográfica, que capturan, almacenan, manipulan, analizan y presentan datos espaciales o geográficos.
5. E-Comercio, o sea, transacciones (compra o venta) en línea, que incluye actividades tales como e-compras, licitaciones gubernamentales y subastas invertidas.
6. Gestión según categorías, modelo de negocios para adquirir ítems o servicios diversos a través de distintas organizaciones, donde el gobierno actúa como un cliente único que colectivamente, contrata o compra a través de una misma categoría para incrementar valor o reducir costos.
7. *Benchmarking*, herramienta que compara procesos, desempeños y mejores prácticas de una organización con otras.
8. *Agile delivery*, habilidad para actuar rápida y fácilmente. Pero en el desarrollo de software, como veremos más abajo, “agile” se refiere a la capacidad de migrar de un enfoque linear a uno interactivo.
9. Planificación de reemplazo, proceso que permite identificar y desarrollar a nuevos líderes que reemplazarán a los que se retiren de una organización.

10. *Public-private sourcing*, o sistema de "competencia administrada" entre proveedores públicos y privados de funciones que, por naturaleza, tienen carácter comercial.
11. Redes sociales, tecnología asistida por computadoras que facilita crear y compartir información a través de comunidades y redes virtuales (v.g., Facebook, Twitter, wikis, realidad virtual y blogs).
12. Pago según desempeño, o vínculo entre un pago total o parcial a individuos, grupos u organizaciones, según su desempeño.
13. Contratación como servicio, o sea, la compra a un contratista de bienes o servicios según uso o necesidad, según la cual el usuario paga solo por lo que requiere, magnitud que puede ser aumentada o reducida.
14. *Data Analytics*, incluyendo procesos y técnicas, cualitativas y cuantitativas, utilizadas para incrementar la productividad o la ganancia.
15. Evaluación de desempeño basada en datos, o revisión periódica, estructurada e interactiva sobre avances y desempeño de un programa, una unidad o resultado, basada en datos duros.
16. Costos basados en actividad, herramienta que identifica las actividades de una organización y asigna el costo que insumen a las distintas unidades.
17. *Earned-value management*, herramienta que permite a los gerentes de programas, visualizar el estatus de un proyecto a lo largo de varios puntos de su ciclo de vida, y así gestionar más efectivamente los proyectos, programas y portafolios.
18. *Data visualization*, creación de representaciones visuales de datos, tales como gráficos estadísticos, infogramas e información gráfica en general.
19. *Performance budgeting*, enfoque presupuestario que utiliza información sobre desempeño para ayudar a realizar negociaciones informadas sobre cómo deben asignarse los recursos.
20. *Executive development*, una variedad de actividades dirigidas al desarrollo de habilidades y competencias de los líderes actuales o futuros de una organización.

21. Evaluación de programas, o sea, la recolección y análisis de información sobre los resultados de un programa, para su información a los tomadores de decisiones.
22. *Lean six sigma*, herramienta basada en el esfuerzo de un equipo colaborativo para mejorar el desempeño, a través de la sistemática remoción de recursos desperdiciados y la reducción de variación en su utilización.
23. Planificación de recursos humanos, o alineamiento de la gestión del capital humano de una organización con el plan estratégico elegido para el cumplimiento de su misión.
24. Tableros, o presentación gráfica de información clave sobre el desempeño de una organización.
25. Toma de decisiones basada en evidencia, o sea, aplicación de evidencia para adoptar decisiones informadas en el gobierno acerca de una política, programa o práctica.
26. *Crowdsourcing*, actividad participativa en línea, en la que un individuo u organización propone a un grupo que, voluntariamente, pongan en marcha una tarea o proporcionen información. Como ejemplos, idear herramientas o utilizar competencias y premios.
27. *Balanced scorecard*, herramienta de gestión proactiva que utiliza una variedad de medidas para evaluar la efectividad de una organización.
28. *Performance-based contracting*, herramienta de contratación orientada a resultados enfocada a productos, cantidades o resultados. Estos contratos pueden atar una parte del pago al contratista o la extensión del contrato al cumplimiento de estándares y requisitos de desempeño, específicos y mensurables.
29. Planeamiento estratégico y fijación de metas, proceso organizacional para la definición de su estrategia o dirección, que incluye el proceso de fijación de objetivos.
30. Co-producción, que incluye actividades tales como co-creación y co-suministro de servicios o programas. Por ejemplo, concursos *online, innovation jams*, talleres de diseño participativo y comunidades ciudadanas en línea.

31. *Customer-centric delivery*, consistente en organizar proactivamente el suministro de un conjunto de servicios relevantes que satisfagan las necesidades de un individuo.
32. Gestión del riesgo empresario, estrategia gerencial utilizada para anticipar los riesgos de la gestión, así como para considerar las potenciales consecuencias de tales riesgos.
33. Innovación, o mejora, adaptación o desarrollo de un producto, sistema o servicio, a través de nuevas formas de entrega de mejores resultados y de creación de valor público para los ciudadanos.
34. *Civic engagement*, acción individual o colectiva para identificar y resolver cuestiones socialmente problematizadas. Incluye participación popular, involucramiento público, democracia participativa, democracia deliberativa, gobernanza colaborativa, presupuesto participativo y mediciones y reportes ciudadanos.
35. Colaboración intergubernamental, estrategia similar a la colaboración intersectorial, pero ejecutada a través de distintos niveles de gobierno.
36. Partenariados público-privados, arreglos cooperativos, también conocidos como PPP o P3, entre dos o más organizaciones de los sectores público y privado.
37. Gobierno abierto, procedimientos que requieren que las organizaciones gubernamentales publiquen en línea información del gobierno, mejoren la calidad de la información pública, creen una cultura de datos abiertos y un marco de políticas para la apertura. El término incluye mayor transparencia, *e-reporting*, fuente abierta y ecosistemas de innovación abiertos.
38. Sustentatibilidad, asociada frecuentemente con el medio ambiente, pone el acento en la administración de los recursos naturales. Incluye programas ambientales y de la energía, producción verde y desarrollo de tierras baldías.
39. *Enterprise approaches*, estrategia para la racionalización e integración de servicios administrativos o sustantivos que atraviesan fronteras de agencias y programas, así como procesos y funciones que comparten elementos comunes.

40. *Incident response model*, modelo también conocido como "sistema de comando de incidentes" para el rápido establecimiento de una única cadena de mando en una situación de emergencia, caracterizada por estar formada por redes temporarias.
41. Gestión del riesgo de ciberseguridad, marco para la identificación, protección, detección, respuesta y recuperación de datos, en formato electrónico.
42. Gestión de la cadena de suministro, o flujo de bienes y servicio que incluye el movimiento y almacenamiento de materiales y el control de inventarios.
43. Colaboración inter-agencia, estrategia en la que las agencias eligen voluntariamente trabajar codo a codo hacia un objetivo compartido, compartiendo recursos y capacidades pero manteniendo su independencia organizacional.
44. Colaboración intersectorial, estrategia similar a la colaboración inter-agencia, pero ejecutada a través de vinculaciones entre organizaciones público-privadas/sin fines de lucro o sectores de la sociedad civil.
45. Servicios compartidos, modelo de negocios para el suministro de servicios de apoyo (*backoffice*) comunes, tales como recursos humanos, gestión financiera, compras y suministros o servicios geoespaciales.
46. *Integrated service delilvery*, o entrega de servicios al ciudadano a través de niveles y sectores de gobierno, en que dos o más niveles u organismos acuerdan proveer conjuntamente un servicio gubernamental.
47. *CXO positions*, novedosos puestos de trabajo, como Oficial Financiero en Jefe, Oficial de Capital Humano en Jefe, Oficial de Información en Jefe y Oficial en Jefe de Adquisiciones.
48. *CXO councils*, consistentes en consejos tales como el Consejo de Oficiales Jefe de Adquisiciones, el Consejo de Oficiales Jefe de Información, etc.
49. *President´s Management Council (PMC)*, consistente en el cuerpo de los responsables operativos titulares de las principales agencias gubernamentales (del gobierno federal norteamericano), que asesora al Presidente y al *Office of Management and Budget* (OMB) sobre inicia-

tivas de reforma y ofrece liderazgo en la gestión y desempeño a través del gobierno.

50. *Innovation Offices*, entidades gubernamentales dentro de un ministerio o agencia, responsable de promover y facilitar la innovación, tanto interna como externamente.

• • •

Nos encontramos frente a una nueva obra de Oscar Oszlak que nos permite analizar y reflexionar sobre el Estado en esta segunda década del siglo XXI, en donde se han catalizado una serie de cambios sociales que afectan a todas las esferas de la vida. La tecnología ha estado presente desde las bases del proceso de construcción estatal, y en nuestros días estos grandes saltos aparecen como una disrupción, portando nuevos desafíos que reconfiguran las capacidades del Leviatán. La presencia de la "internet de las cosas", la inteligencia artificial, o la robotización –por mencionar algunas aristas de esta cuarta revolución industrial– expresan una nueva dimensión ontológica con repercusiones en el plano de la configuración del trabajo humano y su responsabilidad colectiva.

A partir de la década de los años setenta del pasado siglo, la labor incansable de Oszlak representa uno de los aportes más originales de las ciencias sociales de América Latina, en continuo diálogo crítico con la producción de los principales centros mundiales del conocimiento. Este derrotero intelectual que comienza con la creación del Centro de Estudio de Estado y Sociedad (CEDES) de la mano de su "enfoque histórico-estructural", que abreva en el concepto de Estado abierto en la década pasada, hoy desemboca en esta nueva mirada sobre la política y la sociedad invitándonos a su lectura en un contexto de complejidad e incertidumbre.

Pablo Bulcourf

ISBN 978-987-9483-38-1

Secretaría de
Gestión y Empleo Público

Jefatura de
Gabinete de Ministros
Argentina