

# Diez retos tecnológicos, sociales y políticos: una visión regulatoria

Roger Montañola  
Ignasi Belda

**LLYC**

ROGER MONTAÑOLA  
IGNASI BELDA

**DIEZ RETOS**  
**TECNOLÓGICOS,**  
**SOCIALES Y POLÍTICOS:**  
**UNA VISIÓN REGULATORIA**

Prólogo de José Antonio Llorente  
Epílogo de Joan Navarro

**LLYC**

Edición no venal  
Licencia Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)

LLYC, octubre de 2021

Lagasca, 88 - planta 3  
28001 Madrid (España)

Dirección y coordinación: LLYC  
Edición: Punto de Vista Editores  
Diseño de cubierta: Ezequiel Cafaro  
[puntodevistaeditores.com](http://puntodevistaeditores.com)

# Contenido

<b>PRÓLOGO</b>	<b>7</b>
JOSÉ ANTONIO LLORENTE	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>DIEZ RETOS TECNOLÓGICOS, SOCIALES Y POLÍTICOS: UNA VISIÓN REGULATORIA</b>	
1. La inteligencia artificial y la singularidad	17
2. La modificación de la especie humana	35
3. El cambio climático y la sostenibilidad	45
4. La nueva movilidad	55
5. La economía colaborativa	71
6. Cambios en los patrones sociales	81
7. La alimentación global	91
8. Los nuevos materiales	103
9. La exploración espacial	113
10. Hacia la gobernanza global	121
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>129</b>
<b>EPÍLOGO</b>	<b>137</b>
JOAN NAVARRO	
<b>LOS AUTORES</b>	<b>141</b>
<b>LLYC</b>	<b>145</b>
Sobre LLYC	147
Organización	149

## PRÓLOGO

La capacidad de predecir cómo va a ser nuestro futuro ha sido siempre una de las cuestiones más complicadas a las que se ha enfrentado la sociedad. El infinito número de factores que hacen que las cosas vayan en una u otra dirección complican mucho el trabajo de todos aquellos que se aventuran a intentarlo.

En este libro de Roger Montañola e Ignasi Belda, se hace un atrevido ejercicio de proyección de las consecuencias económicas, políticas, sociales y regulatorias que las principales innovaciones científicas y tecnológicas podrán conllevar.

A lo largo de los últimos años hemos podido ver cómo la aparición y el incremento exponencial del desarrollo tecnológico y científico ha comportado un cambio de hábitos de enorme impacto en la sociedad. A modo de ejemplo, hoy parece muy difícil imaginarnos nuestra vida sin el uso constante de un *smartphone*. No obstante, no hace falta irse demasiados años atrás para ver cómo la vida podía transcurrir sin mayor dificultad pese a no disponer, en nuestro bolsillo, de un aparato que nos permitiera acceder a casi toda la información necesaria.

El libro que el lector está a punto de empezar sitúa diez grandes retos tecnológicos y sociales que las sociedades van a incorporar, de una u otra manera, a su vida en los próximos años. Por ello, la publicación describe todos estos avances desde una perspectiva técnica para, posteriormente, aproximar las consecuencias sociales, económicas o regulatorias que estos avances tendrán en nuestra forma de vivir.

Las derivadas éticas y morales de la popularización de la modificación genética, los nuevos modelos de transporte, la gobernanza de un mundo acechado por un reto climático de primera magnitud o los nuevos alimentos que consumiremos son solo algunos de los temas que trata este libro.

La gran pregunta que cabe plantearse, antes y después de la lectura, es: «¿Estamos preparados para vivir tantos cambios, en tantos frentes diferentes, en tan poco tiempo?». Ciertamente esta no es una respuesta de sí o no, sino que incluye múltiples matices que el libro intenta describir y detallar para ofrecer al lector, finalmente, un amplio margen para su opinión subjetiva.

Aventurarse en un campo tan complejo como imaginar el futuro es siempre un ejercicio de valentía e incerteza pero imprescindible para prepararnos, al menos un poco, para el futuro que nos espera.

**José Antonio Llorente**

Socio Fundador y Presidente de LLYC

# INTRODUCCIÓN

## **LAS OLAS INNOVADORAS DISRUPTIVAS Y SUPERPUESTAS**

Estamos viviendo el nacimiento de una nueva era de la historia de la humanidad. Toda revolución tecnológica viene motivada por la eliminación del coste de un factor de producción hasta entonces crucial. Por ejemplo, en la Primera Revolución Industrial, con el advenimiento del motor de vapor, la energía pasó a tener un coste marginal cero en comparación con la etapa previa, donde la principal fuente de energía era la animal o la hidráulica. Sin embargo, el transporte de esta energía tenía aún un coste significativo y, por ello, las industrias se debían establecer cerca de las fuentes de carbón.

En la Segunda Revolución Industrial, se desarrolla y populariza la electricidad, así como el motor de combustión interna. Con estas nuevas tecnologías, la energía ya puede transportarse con facilidad, tanto en su forma eléctrica como en su forma química (los hidrocarburos). En consecuencia, el transporte energético pasa a tener un coste marginal cero.

Lo mismo sucede en la Tercera Revolución Industrial, cuando el coste del transporte de la información pasa a ser marginal gracias a las redes de ordenadores. O en la Cuarta Revolución Industrial, cuyo surgimiento se debe a que es la inteligencia la que pasa a tener un coste marginal nulo respecto al valor añadido producido por la tecnología.

**TIEMPO EN LA QUE CADA UNA DE ESTAS TECNOLOGÍAS SUPERÓ  
LOS 50 MILLONES DE USUARIOS DESDE SU INICIO**

Aviación comercial	Automóvil	Teléfono	Electricidad	Tarjeta de crédito
68 años	62 años	50 años	46 años	28 años

Televisión	Cajero automático	Ordenador	Teléfono móvil	Internet
22 años	18 años	14 años	12 años	7 años

iPod	YouTube	Facebook	Twitter	Pokémon GO
4 años	4 años	3 años	2 años	19 días

En esta secuencia de revoluciones tecnológicas, el tiempo transcurrido entre una revolución y la siguiente se reduce siempre a la mitad. Del inicio de la Primera Revolución Industrial —en la década de 1760, con el nacimiento de la máquina de vapor— hasta el inicio de la Segunda Revolución Industrial —en la década de 1900, con la electrificación industrial y el desarrollo de las nuevas técnicas industriales— pasaron aproximadamente 140 años. Del inicio de la Segunda Revolución Industrial al inicio de la Tercera Revolución Industrial —en la década de 1970, con el desarrollo del ordenador personal y las primeras redes telemáticas— pasaron 70 años. Y, finalmente, del inicio de la Tercera



Revolución Industrial al inicio de la Cuarta Revolución Industrial —en la segunda mitad de la década del 2000, con el desarrollo de los primeros sistemas de *big data* e inteligencia artificial aplicada— pasaron, aproximadamente, 35 años, de manera que de nuevo vemos la cifra reducida a la mitad.

De hecho, hay quien sostiene que el ritmo de generación y popularización de tecnologías y paradigmas disruptivos ya es continuo. Por tanto, no podemos hablar de revoluciones tecnológicas concretas, sino de múltiples olas de innovación que van superponiéndose entre ellas. Citaremos algunos ejemplos recientes, aunque heterogéneamente desarrollados, como la computación cuántica, el 5G, el *cloud computing*, el *big data*, el *deep learning*, el grafeno o el CRISPR-Cas9, etc.

Así pues, teniendo en cuenta que lo que caracteriza al actual paradigma técnico-económico de la Cuarta Revolución Industrial es un coste marginal nulo de la inteligencia, el ritmo de las olas disruptivas superpuestas no hará más que acelerarse en las próximas décadas. El límite de todo ello es, hoy en día, difícilmente predecible.

## **EL RETO REGULATORIO**

La tendencia natural de un Estado social es tratar de regular cada nuevo fenómeno que genere o pueda generar un impacto significativo sobre la sociedad o la economía. En épocas anteriores, cuando el desarrollo tecnológico no tenía el ritmo actual, el legislador podía observar el impacto tecnológico sobre la realidad social y, a partir de estas apreciaciones,

crear una regulación bien reflexionada para tratar de evitar conflictos, desigualdades o injusticias. Por ejemplo, a mitad del siglo XIX, el Reino Unido promulgó la Locomotive Act, mediante la cual se establecía que los automóviles no podían superar la velocidad de 3 km/h en zonas urbanas y que siempre tenía que haber una persona, 60 metros por delante del automóvil, con una bandera roja advirtiendo del inminente paso del vehículo. Lógicamente, con la progresiva popularización de este medio de transporte, el legislador tuvo tiempo para reaccionar y se cambiaron las leyes para facilitar el desarrollo de la incipiente tecnología del automóvil.

Sin embargo, el ritmo actual de incorporación de tecnologías disruptivas dificulta la existencia de ciclos legislativos ordenados y adaptados al desarrollo tecnológico. De hecho, a veces se da el absurdo de que, cuando se aprueba una determinada legislación, la tecnología que va a ser regulada ya está en claro desuso o incluso en inminente obsolescencia. Por ello, el legislador, las empresas y, en general, la sociedad tienen por delante el gran reto de crear políticas regulatorias suficientemente flexibles y que puedan ser adaptables a múltiples supuestos, previstos o no en el momento de elaboración de la regulación.

En este informe, la firma LLYC, consultora de comunicación, marketing digital y asuntos públicos, ha seleccionado diez retos sociales, tecnológicos y políticos a los cuales la sociedad global tiene que hacer frente en los próximos años. Los retos abarcan ámbitos muy diversos, que van desde la

modificación del ADN humano —y, por tanto, la modificación de la especie humana— hasta el cambio climático o la evolución hacia una gobernanza global. Son los siguientes:

1. La inteligencia artificial.
2. La modificación de la especie humana.
3. El cambio climático y la sostenibilidad.
4. La nueva movilidad.
5. La economía colaborativa.
6. Los nuevos patrones sociales.
7. La alimentación global.
8. Los nuevos materiales.
9. La exploración espacial.
10. La gobernanza global.

**DIEZ RETOS**  
**TECNOLÓGICOS,**  
**SOCIALES Y POLÍTICOS:**  
**UNA VISIÓN REGULATORIA**

**RETO 1**

**LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL  
Y LA SINGULARIDAD**

## LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La mayor parte de las técnicas utilizadas hoy en día en el campo de la inteligencia artificial fueron desarrolladas en los años setenta al calor de la Guerra Fría. Sin embargo, este sector sufrió una gran depresión tecnológica al comprobar que la capacidad computacional del momento no permitía el desarrollo de una inteligencia artificial mínimamente útil en comparación con la inteligencia humana.

Por tanto, gran parte de estas técnicas fueron quedándose en el olvido hasta que, de forma exponencial —según la ley de Moore—, la capacidad computacional ha ido aumentando. Por ejemplo, la capacidad computacional que hoy existe en nuestros bolsillos, en cualquiera de nuestros *smartphones*, supera en varios órdenes de magnitud la capacidad computacional del ordenador que en los años sesenta llevó al hombre a la luna.

De esta forma, ya en la década del 2000, estas técnicas han ido recuperándose —bajo otras denominaciones— al poder ser utilizadas de forma competitiva

con la inteligencia humana para solucionar determinados problemas específicos de los diversos campos de la ingeniería. Existen numerosos ejemplos de ello, desde la máquina Deep Blue de IBM, especializada en el juego del ajedrez, hasta, más recientemente, el sistema Watson, también de IBM. De hecho, entre muchas otras métricas, Watson ya es capaz de superar, por ejemplo, la capacidad diagnóstica media de los médicos de cabecera. Por tanto, en términos tecnológicos, sería completamente factible sustituir al médico de atención primaria por una máquina hablante. Además, ello sería más eficiente tanto desde el punto de vista económico como para la promoción de la salud pública. Sin embargo, las leyes actuales no permiten —ni permitirán en el medio plazo— la adopción de esta disrupción tecnológica para sustituir al médico tradicional.

Cada día hay más sistemas de inteligencia artificial por todas partes. La mayoría de veces no nos damos cuenta de que existen ni de que están ubicados también en el interior de nuestros bolsillos, dentro de nuestro móvil. La legislación está claramente atrasada en este aspecto, y raramente adaptada a una nueva realidad tecnológica, siempre cambiante.

En este capítulo, analizamos los aspectos relacionados con la inteligencia artificial que, sin duda, van a plantear o están planteando grandes retos regulatorios en nuestro entorno legislativo.

## **LA SENSÓRICA Y EL *BIG DATA***

El *big data* es el estudio estadístico de grandes volúmenes de datos que, por sus dimensiones, hasta

ahora eran intratables con la capacidad de computación existente. De hecho, la frontera que separa la estadística tradicional de la que es procesada con inteligencia artificial es muy fina y, a menudo, borrosa. La gran diferencia consiste en la capacidad de cálculo invertida en una y en otra. Pero lo que se preguntan muchas personas es de dónde surge esa gran cantidad de datos.

La respuesta a esta cuestión está en «la explosión de la sensórica». La especie humana tiene nueve sentidos. Los cinco tradicionales —vista, tacto, gusto, olfato y oído—, más el sentido de la temperatura, el del dolor, el del equilibrio y el sentido kinestésico, es decir, saber dónde empieza y acaba uno mismo. Sin embargo, un teléfono móvil de gama media contiene más de 20 sensores electrónicos: giroscopios, sensores táctiles, sensores radioeléctricos, micrófonos, cámaras, GPS, sensores de temperatura, etc. Este avance en la miniaturización y fabricación en serie de sensores es lo que se conoce como «la explosión de la sensórica».

Por tanto, un dispositivo electrónico, como un teléfono móvil o una *tablet*, que llevemos siempre encima, puede llegar a saber más de nosotros que nosotros mismos. Este concepto claramente invade la intimidad del individuo, pero a nivel legal raramente genera problemas, ya que el usuario ha aceptado de forma previa y voluntaria, sin ningún tipo de lectura meditada, centenares de cláusulas legales que, si no son aceptadas, impiden que se pueda aprovechar la mayor parte de las actuales utilidades del teléfono móvil.



Este hecho se complica aún más cuando nuestro dispositivo móvil no solo atesora toda esta información, sino que, además, la envía a servidores externos para el análisis de millones de patrones como el nuestro de forma agregada —el *big data*—. La finalidad de este análisis estadístico consiste en predecir patrones de comportamiento individuales para poder ofrecer servicios y productos completamente adaptados a las necesidades en tiempo real de cada individuo.

## LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA

La computación «tradicional», la computación digital, se caracteriza por el uso de semiconductores que, ante determinadas condiciones, dejan pasar la corriente eléctrica y, ante otras condiciones, no la dejan pasar. Este concepto básico es lo que permite a los sistemas digitales realizar complejas operaciones matemáticas con un sistema binario: 0 no pasa la electricidad, 1 sí la pasa. Por ello, el esquema básico de computación digital es el bit: 0 o 1, y ocho bits componen un *byte*.

Sin embargo, con la progresiva miniaturización de la tecnología y la creación de nanodispositivos —que se analizarán en posteriores apartados— la ciencia actual no solo puede medir si por un circuito circulan electrones, es decir, si pasa la electricidad o no, sino que también puede medir en qué dirección gira un simple electrón. Por tanto, ahora ya es posible crear dispositivos electrónicos que no se basan en medir ceros y unos: si pasa o no electricidad, sino en cuál de las ocho direcciones posibles giran los electrones que circulan por los circuitos. Esto abre

las puertas a la computación cuántica, un nuevo paradigma que está revolucionando de forma disruptiva la computación. Para ilustrar lo que significa, se puede decir que pasar de un sistema digital a un sistema cuántico es equivalente a pasar del ábaco al ordenador.

Este nuevo paradigma de computación, el de la computación cuántica, no tiene relación por sí solo con la inteligencia artificial. Sin embargo, se ha decidido incluirlo en este capítulo porque, como se ha visto, los avances significativos en la inteligencia artificial han venido siempre acompañados de un avance significativo de la capacidad de cálculo. Y la computación cuántica, que en estos momentos está en un estadio incipiente de desarrollo, ofrece un enorme avance en la capacidad de computación.

De todo ello se deriva que, en los próximos años, la inteligencia artificial experimentará otro gran salto hacia adelante y será capaz de resolver cuestiones mediante maneras hasta ahora exclusivamente reservadas a la especie humana, como la creatividad artística, la capacidad empática, la inteligencia emocional, etc. Todo esto planteará, como no puede ser de otra manera, grandes retos regulatorios.

## **LA ROBÓTICA INTELIGENTE**

La robótica es otra disciplina tecnológica que también ha experimentado un notable avance en los últimos años. Hasta la actualidad, los progresos de la robótica han sido, sobre todo, cuantitativos y se han producido de forma rápida y progresiva, gracias a la mejora de la capacidad de cálculo, a las

nuevas técnicas industriales o, simplemente, a una mayor dedicación intelectual por la cada vez mayor robotización de la industria mundial.

Sin embargo, la combinación de la robótica con la inteligencia artificial, algo que hasta ahora no se había producido, está dando lugar a un salto cualitativo en la disciplina. Los robots del futuro próximo —humanoides o no— serán capaces no solo de realizar tareas manuales que sustituyan al ser humano, como hasta ahora viene pasando, sino que, al estar dotados de inteligencia, podrán dedicarse a tareas impensables hasta el momento, como servicios de restauración, servicios de limpieza doméstica, rescate en situaciones de emergencia o, incluso, uso militar. La gran potencia de este nuevo tipo de robots es que no solo podrán tomar decisiones de forma similar a como un humano lo haría en momentos críticos, sino que, además, podrán aprender de su experiencia para mejorar y proporcionar un servicio cada vez de mayor calidad.

## **LA SINGULARIDAD**

Finalmente, antes de pasar a dirimir los retos regulatorios que se derivan de todos estos avances tecnológicos, procede hablar de la singularidad tecnológica. ¿Qué es la singularidad tecnológica? Es aquel momento en la historia de la humanidad (hipotético pero probable) en el que las máquinas serán capaces de automejorarse recursivamente, es decir, estarán capacitadas para diseñar y construir computadoras o robots mejores que ellas mismas. Se estima que las repeticiones de este ciclo probablemente puedan

dar lugar a un efecto fuera de control o, en otras palabras, que darían lugar a una explosión de inteligencia donde las máquinas inteligentes podrían diseñar generaciones de máquinas sucesivamente más potentes.

La consecuencia lógica de traspasar el punto de singularidad es que la creación de inteligencia artificial sería muy superior al control y a la capacidad intelectual humana, con todos los retos filosóficos, políticos, sociales y económicos que ello implica. Figuras de gran trascendencia social como Stephen Hawking o Elon Musk han advertido seriamente de los peligros que entraña superar este punto y los riesgos implícitos de la extinción de la especie humana.

## **LOS RETOS REGULATORIOS**

Vistas las tecnologías futuras relacionadas con la inteligencia artificial, ahora pasamos a analizar los retos regulatorios que se van a tener que afrontar en los próximos diez años en relación a estas. Hemos desglosado esta sección en cuatro apartados que, según nuestro punto de vista, recogen los temas más críticos y, a la vez, polémicos en este contexto. Lo son porque en torno a cada uno de estos temas existen grandes intereses, ya sean corporativos, sociales o relacionados a la defensa nacional.

### **Protección de datos de carácter personal**

Los datos son la base de la inteligencia de los sistemas cognitivos. Es decir, un sistema cognitivo avanzado no puede alcanzar ninguna utilidad ni inteligencia sin datos empíricos que formen la base

del conocimiento. Esta reflexión nos evoca el mito de la caverna de Platón, en el que un sujeto humano y, por definición, con un sistema cognitivo inteligente, solo conoce la realidad exterior a través de las sombras de los objetos que existen fuera de la caverna. En este caso, los datos del sistema cognitivo son datos distorsionados, con mucho ruido y, por tanto, poco fieles a la realidad. El individuo de la caverna tiene pocos datos empíricos y, como consecuencia, a su raciocinio le va a costar un gran trabajo llegar a conclusiones útiles e inteligentes.

De la misma manera, los sistemas artificiales necesitan datos empíricos para poder construir una inteligencia útil y práctica. Como hemos visto anteriormente, estos datos, cada vez más fieles a la realidad, provienen de los grandes avances de la sensorica. Pero, si queremos que nuestros sistemas inteligentes trabajen en el campo de lo humano, es decir, en la predicción de patrones de comportamiento individual o social, los datos que necesitan suelen entrar dentro de la categoría jurídica de los datos de carácter personal.

En este sentido, en los últimos años han saltado a la opinión pública diversos escándalos sobre sistemas digitales que trataban datos de carácter personal de forma poco ética. Dos ejemplos: el caso de Cambridge Analytics<sup>1</sup>, en que esta compañía usaba datos de carácter personal para predecir orientaciones políticas y, por tanto, focalizar de forma óptima las campañas electorales; o el caso de Strava<sup>2</sup>, donde

1 «Cierra Cambridge Analytica por el escándalo de la fuga de datos de Facebook» (*La Vanguardia*, 02/05/2018).

2 «Strava: cómo una aplicación de deportes dejó al descubierto secretos de bases militares de Estados Unidos» (*BBC Mundo*, 29/01/2018).

una red social para atletas reveló ubicaciones de bases militares secretas por el uso que su personal hacían de esta red social en sus entrenamientos.

En ambos casos, y en muchos otros, los usuarios ceden voluntariamente —y casi siempre de forma poco consciente— sus datos de carácter personal a razón de un servicio que a menudo es gratuito —acceso a una red social, uso de una plataforma digital, etc.— y que la empresa proveedora del servicio monetiza mediante la venta de los datos cedidos.

A pesar de que en los últimos tiempos se han dado avances legislativos importantes en esta área, como el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relacionado con la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos, y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento General de Protección de Datos), sin duda alguna el enfoque de este tema aún tiene que evolucionar en los próximos años y no solo en el ámbito legislativo, sino también en el ámbito social y educativo. En este sentido, podemos concluir que en los próximos años, las administraciones públicas deberán invertir cantidades sustanciales de recursos para educar a la ciudadanía en la protección de sus datos de carácter personal.

### **Sustitución digital en tareas con exclusividad legal para los humanos**

En la actualidad existen diferentes profesiones que, por imperativo legal, están reservadas a la especie humana. Por ejemplo, tenemos la profesión

médica, el notariado, la conducción de vehículos o la representación política. Sin embargo, gracias al notable avance de la inteligencia artificial y, en general, de todas las tecnologías de la información, estas profesiones ya pueden o podrán ser ejercidas por sistemas digitales. Siguiendo con los ejemplos anteriores, la profesión médica está empezando a ser sustituida por sistemas como Watson de IBM; el notariado, por redes de *blockchain*; la conducción humana, por la conducción automática con el vehículo autónomo; o la representación política, mediante sistemas inteligentes de toma de decisiones con trascendencia en lo público.

Por tanto, el reto regulatorio que se planteará en los próximos años será la (des)regulación de estas profesiones para que sean las máquinas o los sistemas digitales los que puedan ejercerlas, primero bajo supervisión humana, pero, más adelante, con completa autonomía. Este mismo proceso legislativo es el que han experimentado otras profesiones que, desde hace unos años, están siendo sustituidas por sistemas de inteligencia artificial, por ejemplo, el pilotaje de ferrocarriles y aeronaves, o el *trading* financiero.

El advenimiento de cada nueva revolución industrial ha acarreado debates sobre el impacto que las innovaciones podían tener sobre los trabajadores. En esencia, el miedo a ser sustituido por algún tipo de máquina viene de mucho tiempo atrás. No obstante, a día de hoy, el número de tareas o profesiones humanas que potencialmente podrían ser sustituidas por ordenadores es mayor que nunca.

Encontrar un equilibrio entre no quedarse atrás en la carrera tecnológica y poder garantizar puestos de trabajo a los ciudadanos va a representar el difícil camino que las sociedades y sus Gobiernos deberán afrontar en los próximos años. De hecho, si la inteligencia artificial demuestra una mayor capacidad de detección de enfermedades o una mayor seguridad en el manejo de vehículos la tendencia a ocuparse de estas profesiones será imparable.

Muchos Gobiernos han empezado a proponer medidas, como una renta universal que garantice a cualquier ciudadano los recursos necesarios para vivir. No obstante, estas primeras aproximaciones responden mucho más a la necesidad de cubrir situaciones de desempleo coyunturales que a dar una respuesta planificada y estructural a todos aquellos trabajadores que en los próximos años van a poder ser sustituidos por sistemas de inteligencia artificial.

Establecer un sistema de renta universal es, de por sí, un reto complicado. Los costes del mismo parecen, a día de hoy, inasumibles para la mayoría de países. Además, los incentivos o desincentivos que podría provocar la existencia de este tipo de políticas añaden más complejidad a la propuesta. En cualquier caso, parece claro que tasar el trabajo de los sistemas de inteligencia artificial que sustituyan a humanos es la única vía para equilibrar las cuentas públicas.

Imaginemos una sociedad donde la mayoría de sus ciudadanos no tengan ocupación alguna. Podría parecer un escenario de ciencia ficción. No obstante, esta posibilidad debería empezar a contemplarse, ya que, de ser cierta, los retos sociales y los cambios estructurales que ello acarrearía cambiarían



por completo el mundo y la sociedad tal y como la conocemos.

Pongamos, por ejemplo, una sociedad futura en la que los individuos tienen garantizados sus recursos sin tener que trabajar. ¿Cómo ocuparían su tiempo? ¿Vivirían en el mismo sitio donde residen actualmente? Probablemente no.

Un cambio de estas dimensiones tendría impactos de todo tipo, positivos, como disponer de más tiempo libre, pero también negativos, pues los afectados podrían sentirse como personas innecesarias e inútiles.

En cualquier caso, la sustitución de los humanos por sistemas de inteligencia artificial en diferentes sectores laborales representa un reto que los Gobiernos y la sociedad en su conjunto deben afrontar seriamente, analizando de forma acurada los pros y los contras de esta nueva realidad.

### **Medidas protectoras ante la singularidad**

La singularidad es un hito tecnológico al que está previsto que se llegue en los próximos 10 o 15 años. La singularidad tecnológica no solo marcará un antes y un después en la historia de la humanidad, sino que, además, supondrá un punto de no retorno. Por tanto, a nivel regulatorio se deberá estar preparado para tener un claro marco legislativo que estipule los límites de la inteligencia artificial para cuando este momento llegue.

Evidentemente, este marco legislativo no debe cortar las alas del progreso, pero, según los expertos mundiales, parece razonable empezar a prever

situaciones y nuevas casuísticas sociales, políticas y económicas que la nueva tecnología nos traerá.

Más allá de la necesidad de establecer las regulaciones más oportunas, responder al reto de la «singularidad» para evitar o gestionar que esta se produzca, cabe fijarse en quién tiene o tendrá la capacidad para desarrollar esta regulación. Parece obvio que los Estados, debido a su limitación, no serán capaces de ofrecer sino respuestas insuficientes a este reto en caso de que se dispongan a regularlo.

A día de hoy no parece que exista ninguna institución capaz de establecer normas de obligado cumplimiento para todo el mundo. Si esto no se produce (y el escenario no parece el más propenso a dibujar un horizonte alentador en este sentido), podría darse la circunstancia de que algunos territorios pequeños o Estados sin regulación concreta pudieran permitir, para obtener beneficios a corto plazo, el desarrollo de prácticas que, al fin y al cabo, tendrían un impacto global de abasto incalculable.

Esta contradicción entre necesidad de regulaciones globales en contraposición a la arquitectura institucional existente en el mundo dibuja un escenario muy complejo de cara a los próximos años. De hecho, podría producirse la paradoja de que cuando los Gobiernos nacionales o las entidades supranacionales (como la UE) intentaran impulsar regulaciones globales bajo el mandato de algún organismo, posiblemente la ONU, fuera ya demasiado tarde, y sus planteamientos fueran incapaces de poner coto al desarrollo que se podría producir.

Este libro tratará diferentes aspectos que, de forma recurrente, conducirán a la pregunta ¿quién se ocupa de regular esta cuestión? Precisamente, la incapacidad mostrada hasta el momento, por parte de los Estados y las instituciones internacionales, de dar respuestas claras, comunes y eficaces a grandes retos dibuja un escenario futuro pesimista. El caso de la singularidad es, solamente, uno más de estos aspectos.

## **Defensa**

En la actualidad —y más aún en el futuro próximo—, las contiendas militares no se deciden principalmente en el terreno físico, sino en el ámbito digital. Por tanto, las armas defensivas más utilizadas en este contexto son las herramientas criptográficas que permiten hacer inexpugnables los sistemas digitales que controlan las infraestructuras de un Estado (distribución eléctrica, navegación aérea, telecomunicaciones, etc.). De hecho, hoy en día, la exportación de técnicas criptográficas desde los Estados Unidos, «U.S. non-military exports are controlled by Export Administration Regulations (EAR), a short name for the U.S. Code of Federal Regulations (CFR) Title 15 chapter VII, subchapter C.» está fuertemente regulada y vigilada, precisamente por este motivo.

Por otra parte, la computación cuántica, cuyo desarrollo ahora mismo está en sus inicios, se generalizará y popularizará de una forma hegemónica en los próximos años. De hecho, la mayoría de las predicciones apuntan a que, en los próximos diez

años, todos los dispositivos electrónicos, incluidos los domésticos, ya no serán digitales sino cuánticos. Esto tendrá grandes consecuencias en campos como el de la defensa nacional de los Estados.

La relación entre los dos mundos, el de la criptografía y la computación cuántica, se basa en que, ahora mismo, los sistemas criptográficos hacen inexpugnables los sistemas digitales gracias a que no existe suficiente capacidad de supercomputación para descifrar las claves que protegen los sistemas. Sin embargo, con la popularización de la computación cuántica, la capacidad de cálculo —incluso en el ámbito doméstico— se multiplicará por varios órdenes de magnitud y los actuales sistemas criptográficos ya no serán capaces de proporcionar la seguridad que ofrecen ahora.

En suma, esta perspectiva plantea nuevos retos regulatorios que deben abordarse en el futuro próximo. A modo de ejemplo: al igual que en los Estados Unidos las técnicas criptográficas son consideradas un arma a efectos aduaneros, la supercomputación de altas prestaciones también lo es. Por tanto, los otros bloques políticos, como Europa o China, deben asumir el reto de establecer una regulación sobre estas nuevas tecnologías supercomputacionales.

**RETO 2**  
**LA MODIFICACIÓN**  
**DE LA ESPECIE HUMANA**

## **LA MODIFICACIÓN GENÉTICA Y EL TRANSHUMANISMO**

En los últimos años, se han desarrollado biotecnologías que posibilitan la modificación de la especie humana a través de la manipulación del ADN —o ingeniería genética—. Estas tecnologías, hasta el momento, se han desarrollado o se están desarrollando solamente con fines terapéuticos. Mediante la modificación del ADN, los científicos pueden alterar organismos para, por ejemplo, poder curarlos de forma definitiva. Enfermedades como el cáncer o la gran mayoría de las enfermedades raras podrían ser erradicadas.

Las biotecnologías han sido y están siendo utilizadas para el diseño de nuevas especies vegetales con propiedades innovadoras y capaces de resistir adversidades externas provocadas por el cambio climático, como el estrés hídrico, las plagas de insectos, las infecciones, etc. También, en el ámbito de la nutrición, pueden diseñarse especies vegetales con determinadas propiedades nutritivas, organolépticas o visuales: modular la cantidad de azúcar,

el color y el gusto de los alimentos, el tamaño de los frutos, etc. Se trata de técnicas que pueden ser aplicadas también a la manipulación de especies animales y no solo vegetales.

El siguiente paso podría consistir en la modificación de la especie humana, pudiendo diseñarse elementos estéticos (color de los ojos, piel, altura, etc.) o funcionales (como las prestaciones físicas, la resistencia a determinados factores ambientales, etc.), además de los terapéuticos citados al principio de este apartado. También se podrían aplicar estas técnicas para generar propiedades con valor militar (nuevos superindividuos con más fuerza o resistencia al dolor), valor laboral (nuevas razas humanas con gran capacidad para el trabajo físico) o híbridos interespecies (nuevas especies humanoides con sentidos propios de otras especies animales: percepción por ultrasonidos como los quirópteros, visión nocturna como determinados felinos, u orientación mediante campos magnéticos como las aves migratorias). Es lo que se conoce como transhumanismo.

## **CRISPR-Cas9 Y CAR-T**

Dos de las biotecnologías actuales que permiten manipular y modificar el ADN de los organismos vivos son el CRISPR-Cas9 y el CAR-T. El CRISPR-Cas9, descubierto por el investigador español Francisco Martínez Mojica, de la Universidad de Alicante, y perfeccionado por las investigadoras Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna, de Francia y los Estados Unidos, respectivamente, es una herramienta

que permite «copiar y pegar» ADN. De la misma manera que un procesador de textos permite copiar un párrafo de un documento y pegarlo en otro documento sin ningún esfuerzo, el CRISPR-Cas9 permite copiar una secuencia de ADN de una determinada especie o individuo y pegarlo en el ADN de otro individuo.

Así, por ejemplo, si una mutación genética en una familia provoca una determinada enfermedad —hemofilia, por poner un ejemplo— se puede copiar el gen «sano» de otro individuo que no sufra hemofilia y pegarlo en el ADN del enfermo no solo para curarlo a él o ella, sino también para que no transmita la enfermedad a sus descendientes.

Como hemos visto antes, esta técnica se puede usar con fines terapéuticos y puede ser usada además con otros fines, que suponen implicaciones éticas no exploradas. Por ejemplo, se podría llegar a copiar los genes responsables de conferir a los camélidos su resistencia a la falta de agua y pegarlo en el ADN de nuevas razas humanas que, desde entonces, desarrollarían esta resistencia propia de los camélidos. Además, la técnica permite hacer esto directamente, es decir, que no es necesario crear una nueva generación de individuos, sino que se pueden seleccionar individuos humanos adultos y reconvertirlos en nuevas razas sin necesidad de procrear.

La biotecnología del CAR-T, por lo contrario, no permite la transmisión de las propiedades genéticas a las futuras generaciones. La biotecnología CAR-T, acrónimo inglés de transferencia adoptiva de células T,



permite extraer células de un determinado paciente, modificarlas en laboratorio y reintroducirlas en el paciente para que este pueda luchar contra una determinada enfermedad (por ejemplo, el cáncer) con nuevas y mejores armas. Este proceso impide que estas «nuevas armas» sean heredadas por los descendientes del individuo tratado.

Sin embargo, no por ello, el CAR-T no deja de tener implicaciones éticas y morales inexploradas, ya que, de forma parecida al CRISPR-Cas9, la biotecnología podría llegar a usarse para modificar organismos vivos con fines diferentes a los terapéuticos.

## **LOS RETOS REGULATORIOS**

En el ámbito regulatorio, los retos que plantean las nuevas biotecnologías capaces de modificar la especie humana, así como otras especies animales y vegetales, parecen claros. Sin embargo, antes de iniciar el debate legislativo sobre esta temática, pensamos que es necesario desarrollar aún más el debate al respecto en el terreno de la filosofía, la moralidad y la ética. Solo una vez estén establecidos los criterios consensuados en estos campos, se debe empezar a legislar sobre lo que se puede permitir y lo que no.

En resumen, los debates deberían de tratar puntos como el uso de estas técnicas para fines terapéuticos, el diseño de nuevas especies vegetales y animales que permitan una mejora en la alimentación global, el diseño de nuevas especies vegetales y animales con otros fines diferentes a los alimentarios, la modificación de la especie humana

con fines estéticos y, finalmente, la modificación de la especie humana con otros fines diferentes de los terapéuticos y estéticos.

¿Quién podrá controlar la competición entre naciones? Por ejemplo, si un país avanza y tiene la capacidad de popularizar modificaciones genéticas a través de las técnicas mencionadas, los demás países, para no quedar relegados a una generación vista, deberán hacer lo propio.

Este escenario de creación de individuos producto de modificación genética puede parecer lejano e improbable, pero no lo es. Aparte, la obligación de cualquier regulador público es pensar en los diferentes escenarios que se pueden crear sobre esta cuestión.

Así, un escenario en el cuál un país tiene acceso y capacidad científica para modificar genéticamente a los ciudadanos que lo quieran (o a los que se pueda obligar a hacerlo) y su regulación lo permita, sabe que estará jugando a la geopolítica, así como en todos los campos, con ventaja o, en términos deportivos, con *dopping*.

Imaginemos que algunas de las capacidades descritas anteriormente y que pueden ser producidas a través de las tecnologías, CRISPR-Cas9 o CAR-T, se aplican a un conjunto amplio de ciudadanos. Mayor resistencia al agua, aumento de la capacidad muscular, mayor capacidad cognitiva, etc.

Más allá del debate ético y moral que acarrea, resulta necesario dibujar escenarios donde, al menos, un país o un actor regulatorio permitiera el desarrollo de todas estas cuestiones. ¿Qué podría

ocurrir? ¿Qué impacto habría en el corto plazo? ¿Y en el medio y largo?

Parece evidente que, en el caso que esto ocurriera, los retos que se crearían serían colosales. En primer lugar, podría producirse una posición de superioridad por parte de los individuos modificados genéticamente, que, imaginado a gran escala, podrían, por ejemplo, ganar todas las competiciones deportivas (mayor fuerza física), acceder a todas las posiciones de dirección y decisión en el ámbito empresarial (mayor capacidad cognitiva) y, en consecuencia, generar una brecha entre individuos y países, que dibujaría un nuevo orden mundial.

Uno de los problemas a consecuencia de esta cuestión es el efecto dominó. Es decir, si un gran actor político internacional (un Estado básicamente) decide, una vez contrastada la tecnología, llevar a cabo este tipo de acciones, los demás países, quizás con código éticos y morales más conservadores, se verán obligados a mantener sus criterios y saberse perdedores en unos años o permitir también este tipo de acciones.

En cualquiera de los dos escenarios, la situación que se dibuja desde una perspectiva social, económica y regulatoria es mayúscula.

En primer lugar, quién o qué entidad tendrá la capacidad de «pararle los pies» al país que primero empiece a poner en práctica estas cuestiones. ¿La ONU? ¿La OMS? Parece claro que no.

En segundo lugar, ¿cómo será el acceso a la modificación genética por parte de los individuos? ¿En función de sus capacidades económicas o de acceso universal patrocinado por el sistema público?

En tercer lugar, ¿aquellos individuos que gozan de capacidades hoy consideradas «sobrehumanas» como van a competir en el mercado de trabajo? Si es en igualdad, lo cierto es que siempre van a ser los que consigan los puestos de trabajo y las buenas posiciones, relegando, aún más, a todos aquellos individuos sin adiciones de modificación genética.

En este sentido, grandes crisis sociales y escenarios de conflicto podrían esperarse liderados, básicamente, por parte de aquellos que no tengan acceso a estas tecnologías.

**RETO 3**  
**EL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**Y LA SOSTENIBILIDAD**

## EL CAMBIO CLIMÁTICO

Existe un amplio consenso científico sobre la evidencia de un cambio climático. Sin embargo, para algunos científicos, el cambio de clima no viene provocado solo por la acción directa del hombre, sino también por razones «naturales»<sup>3</sup> y que, por tanto, en la lucha contra el cambio climático no solo se debe atender a las emisiones procedentes de las actividades humanas, también a otro tipo de causas que seguramente no son tan evidentes.

Un ejemplo no relacionado con la acción antropogénica son las emisiones provocadas por los volcanes. Se ha documentado que hace unos 1500 años ocurrió un cambio climático debido a la explosión del volcán Krakatoa; en el año 1883, se registró una nueva erupción de este volcán, tras la que descendieron las temperaturas globales 1,2 °C por las cenizas expulsadas. Se calcula que la explosión del siglo XIX fue 10 000 veces más potente que la generada por la bomba atómica lanzada sobre Hiroshima.

---

3 «El 97 % de los científicos está con Greta Thunberg. Hablamos con el 3 % restante» (*El Confidencial*, 29/09/2019).

## EL RETO ENERGÉTICO: LA FUSIÓN NUCLEAR

Uno de los aspectos científico-tecnológicos más interesantes desde el punto de vista de la reversión del cambio climático es el desarrollo de la fusión nuclear, que es un tipo de reacción física que se da en las estrellas y que genera una gran cantidad de energía. Al igual que ocurre con la fisión nuclear, la fusión puede ser usada para producir energía limpia desde el punto de vista de la emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, a diferencia de la fisión, la fusión no emite radioactividad ni genera residuos radioactivos. De ahí el gran interés por esta tecnología.

A pesar de que la fusión se da de forma espontánea en las estrellas (incluyendo el Sol), en la Tierra aún no se ha podido reproducir, más allá de experimentos aislados y muy costosos. El problema está en que la fusión solo se da en condiciones de presión y temperatura muy elevadas, como las que hay en el centro de una estrella, y en la Tierra aún no se ha encontrado la manera de reproducir este efecto de forma industrializable y eficiente. Las naciones del mundo occidental están invirtiendo cantidades ingentes de dinero para alcanzar este hito científico, que se conoce como fusión nuclear fría.

Con ese fin, los 35 países que colaboran en este proyecto (entre los que figuran los de la Unión Europea, Estados Unidos, Rusia, China, Corea del Sur y Japón) han invertido ya más de 23 000 millones de euros en el proyecto ITER, estando las oficinas administrativas centrales de esta agencia europea ubicadas en Barcelona, mientras que la central de

investigación se encuentra cerca de Marsella. Este proyecto ha superado ya el 65 % de su desarrollo.<sup>4</sup> Si en unos años más se consiguiera el ansiado objetivo de poder industrializar la fusión nuclear fría de forma eficiente, la humanidad dispondría de energía eléctrica a un coste marginal cero.

Esto puede provocar una auténtica revolución social y económica y, por supuesto, un positivo impacto sobre las causas del cambio climático. Con la fusión nuclear fría, las industrias y las familias podrían disponer de energía eléctrica sin depender de los combustibles fósiles u otras fórmulas de generación eléctrica menos eficientes que la fusión, como la solar o la eólica. Estas últimas energías, aunque sean renovables, presentan algunas ineficiencias que obligan a mantener cierta dependencia de los combustibles fósiles durante las próximas décadas.

Por tanto, se espera que, con la energía a bajo coste que la fusión nuclear fría debe proporcionar, la humanidad podría frenar de forma rápida las emisiones de efecto invernadero de origen antropogénico.

## **CAPTURA DE CO<sub>2</sub>**

En la actualidad, existen, a lo largo del planeta, diversos proyectos de captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que es considerado como el principal gas causante del efecto invernadero, aunque no es el único.<sup>5</sup> Se calcula que la contribución del CO<sub>2</sub> al efecto invernadero, en 2017, fue

---

4 «El ITER toma forma» (*Cadena Ser*, 24/07/2019).

5 «El CO2 en el cambio climático» (*El País*, 2019).



del 81 %.<sup>6</sup> Por tanto, poder capturarlo de la atmósfera y devolverlo a la superficie o al subsuelo contribuiría en gran medida a la reversión del cambio climático.

Sin embargo, la captura de CO<sub>2</sub> presenta dos grandes problemas. El primero es que resulta muy costoso desde el punto de vista energético. Por ello, si se utilizan energías no renovables para su captura, se puede dar la paradoja de que se generen más emisiones netas que CO<sub>2</sub> capturado. El segundo problema es que el CO<sub>2</sub> que se captura debe licuarse, por lo que se produce un líquido altamente contaminante que implica un manejo a gran escala de mucha complejidad. Para almacenar este líquido, se está experimentando con yacimientos agotados de hidrocarburos, pero se corre el grave riesgo de que el gas licuado se filtre a los acuíferos o que acabe emergiendo a la superficie, con el desastre ecológico que ello implicaría.

En conclusión, aunque sistemas de energías limpias como la fusión nuclear fría podrían servir para solucionar el problema del coste energético de la captura de CO<sub>2</sub>, son necesarios nuevos avances científico-tecnológicos para poder almacenar de forma segura el CO<sub>2</sub> capturado.

## BIODEGRADACIÓN

A pesar de la gravedad de los efectos del cambio climático, conseguir la sostenibilidad del planeta no pasa únicamente por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Existen otros

<sup>6</sup> «Emisiones de gases de efecto invernadero por país y sector» (*Noticias Parlamento Europeo*, 07/03/2018).

problemas que afectan también directamente al planeta, como la destrucción de hábitats naturales o la generación descontrolada de residuos.

En el caso concreto de los plásticos, existe una gran preocupación a nivel mundial por el volumen de residuos que se están acumulando en los mares. El plástico es un material fabricado a partir de hidrocarburos que no se biodegrada y que tarda muchos años en degradarse. Por ejemplo, se calcula que una bolsa de plástico tarda 150 años en descomponerse. La gran acumulación de residuos de este material ha dado incluso lugar a islas artificiales flotantes en el Pacífico, lo cual supone un grave peligro para la fauna marina.

En los últimos tiempos, las autoridades están tomando cartas en el asunto y han empezado a prohibir o desincentivar el uso de plásticos. Dos ejemplos recientes son el plan presentado por la Comisión Europea para prohibir la venta de pajitas, platos y cubiertos de plástico desechables,<sup>7</sup> o las tasas impuestas a las bolsas de plástico de un solo uso, habiéndose prohibido su entrega gratuita a los consumidores.<sup>8</sup>

Adicionalmente a las regulaciones en contra de estos elementos, hará falta en el futuro invertir en iniciativas que, por una parte, puedan servir para recuperar plásticos de los océanos y, por otra, puedan aportar nuevos materiales biodegradables en sustitución del plástico.

7 «Bruselas quiere prohibir la venta de pajitas, platos y cubiertos de plástico» (*El País*, 28/05/2018).

8 Real Decreto 293/2018, de 18 de mayo, sobre reducción del consumo de bolsas de plástico y por el que se crea el Registro de Productores.

## EL RETO REGULATORIO

El cambio climático y la sostenibilidad son retos globales, en el sentido de que las partículas contaminantes no conocen fronteras. Sin duda alguna, una política ambiental laxa de un determinado país afecta directamente a los países de su entorno y, en el mediano plazo, a todo el planeta. Por tanto, se deben implementar políticas medioambientales planetarias justas, con las que todos los países se comprometan para contribuir en la lucha por conservar nuestro planeta en las mejores condiciones para la vida humana, estando sometidos, si no lo hacen, a un régimen sancionador eficaz.

Eso no ha ocurrido con propuestas anteriores, como el Protocolo de Kioto de 1997, cuando países altamente industrializados como los Estados Unidos, Canadá o Rusia no suscribieron las prórrogas del acuerdo hasta el 2020. Además, se incluyeron cláusulas polémicas como la que posibilita a los países subdesarrollados vender sus derechos de emisión a los países industrializados, lo que según los críticos condena a los países subdesarrollados a no poder desarrollar su industria.

Con relación al Acuerdo de París, de 2015, cabe apuntar que Estados Unidos, que bajo la presidencia de Barak Obama suscribió los compromisos acordados por casi todos los países del planeta (solo 20 Estados, con bajo nivel de desarrollo, no los firmaron), ha decidido anular dichos compromisos a iniciativa del expresidente, Donald Trump.

En el futuro, las organizaciones supranacionales deberán abordar este problema global de manera más eficaz que hasta ahora, para que ningún país pueda excluirse y, además, asegurar el cumplimiento efectivo de los compromisos por parte de todos los países industrializados. Como consecuencia, los sectores implicados, como el energético, el del plástico y la gran industria en general, tendrán que transformarse.

**RETO 4**  
**LA NUEVA MOVILIDAD**

## **LA MOVILIDAD COMO GRAN RETO SOCIAL**

Uno de los grandes retos a los que se enfrenta la humanidad es la nueva movilidad, ya sea urbana o interurbana. Están surgiendo múltiples iniciativas privadas que tratan de abordar este tema desde las diferentes ópticas que nos brinda la tecnología actual: redes sociales para una movilidad compartida, inteligencia artificial para una movilidad autónoma, nuevos materiales para una movilidad supersónica o avances en la sensórica y la aviónica para la movilidad aérea autónoma. Veamos, pues, punto por punto cada uno de estos supuestos y los retos regulatorios a los que se va a tener que hacer frente.

## **LA MOVILIDAD COLABORATIVA**

Las redes sociales, desde hace ya una década, han abierto la puerta a muchos nuevos modelos de negocio. Uno de ellos es el de la economía colaborativa a gran escala. De hecho, en la Agenda Europea para la Economía Colaborativa se apunta que este tipo

de economía puede llegar en el futuro próximo a movilizar un volumen económico de entre 160 000 y 572 000 millones de euros, cifras del mismo orden de magnitud que las aportadas por estudios de la OCDE.

En el caso particular de la movilidad, hemos asistido en los últimos años a graves conflictos entre plataformas de economía colaborativa como Blablacar<sup>9</sup> o Uber<sup>10</sup> y los sectores tradicionales. Este tipo de conflictos se han observado también en otros sectores, como las plataformas tipo Netflix o HBO y los cines tradicionales, los servicios de mensajería electrónica y empresas como Correos o de telefonía tradicional, o la venta de producto fresco a través de Amazon y empresas como El Corte Inglés, Carrefour o Mercadona. Sin embargo, en estos otros conflictos, las partes no tienen la capacidad de presión que tienen los agentes de movilidad para obligar a la administración pública a legislar a su favor.

## LA MOVILIDAD INTELIGENTE Y AUTÓNOMA

Tal y como prevén los expertos, en los próximos diez años, la inteligencia artificial va a revolucionar todos los sectores empresariales, industriales y sociales. Uno de los que registrará un mayor impacto será el de la movilidad, especialmente con relación al vehículo autónomo, de cuyos niveles de desarrollo se ha realizado ya una clasificación estandarizada, compuesta por seis niveles:

---

9 «BlaBlaCar es legal: la plataforma de compartir gastos de transporte gana el juicio a Confibus» (*Expansión*, 03/02/2017).

10 «El taxi bloquea Barcelona contra el decreto de la Generalitat sobre VTC» (*El País*, 18/01/2019).

- Nivel 0: Existen diversos sistemas de aviso y alerta que pueden intervenir momentáneamente sobre el vehículo. Sin embargo, no se produce un control sustancial sobre el vehículo.
- Nivel 1: El conductor y los sistemas electrónicos comparten el control del vehículo. Por ejemplo, vehículos con asistencia para el aparcamiento.
- Nivel 2: Los sistemas de navegación automática tienen total control sobre el vehículo, pero se exige que el conductor esté atento para poder tomar el control ante cualquier situación de emergencia.
- Nivel 3: Los sistemas de navegación automática tienen total control sobre el vehículo y no se exige la atención inmediata del conductor ante una situación de emergencia. Por tanto, el conductor puede dedicarse a tareas como leer o ver una película mientras se conduce.
- Nivel 4: Idéntico al nivel 3, con la única diferencia de que, ante determinadas situaciones, como atascos o en áreas geográficas adecuadamente preparadas, nunca se va a requerir la atención de ningún pasajero. Si se sale de la situación de control y el conductor no tiene la capacidad de retornar su atención a la conducción ante una eventual emergencia, por ejemplo, porque está durmiendo, el vehículo estaciona automáticamente.
- Nivel 5: No hay ningún tipo de intervención humana.

En la actualidad, la mayoría de vehículos autónomos se sitúan entre el nivel 2 y el 4.



El desarrollo del vehículo autónomo, como se ha visto, es uno de los grandes hitos de la humanidad en los últimos años. En este sentido, la popularización de este hito tecnológico a las vidas cotidianas de los ciudadanos acarrea una serie de externalidades dignas de ser analizadas.

En primer lugar, el coche ha sido, desde su popularización, uno de los pilares fundamentales en la vida de los seres humanos. La capacidad de cubrir grandes distancias ha generado un modelo de urbanismo concreto o un modelo de interacción social concreto. Sin este, por ejemplo, la capacidad de establecer lazos de amistad o sentimentales con personas que viven a una cierta distancia nunca se hubiera producido.

Cabe plantearse, llegados a este punto, cómo la irrupción del vehículo autónomo podrá dibujar nuevas realidades aún hoy difíciles de imaginar.

El vehículo autónomo completo (niveles 4 y 5) será capaz de desarrollar todas las acciones necesarias sin la necesidad de influencia humana. En este sentido, el coche tal y como lo conocemos hoy, basado en el principio de que el conductor está al mando y debe controlar cualquier acción, pasará a la historia. Por ejemplo, el hecho de que el conductor deba estar en posición de comando y concentrado para conducir implica, necesariamente, que la distancia que necesita ser recorrida —de casa al trabajo y viceversa— siempre tiene en cuenta la fatiga que comporta el hecho de tener que conducir y no poder hacer nada más mientras tanto.

La irrupción del vehículo 100 % autónomo e inteligente puede variar esta idea, o al menos, matizarla.

Imaginemos que un individuo debe conducir diariamente una hora de ida y otra de vuelta para ir al trabajo. Esto parece, al menos en los estándares europeos, una cantidad de tiempo muy relevante. En este sentido, este individuo sabe que estas dos horas difícilmente puede dedicarlas a ninguna otra cosa. No obstante, ¿qué sucedería si este tiempo pudiera ser efectivo y productivo? Sin duda cambiarían muchas cosas.

Un vehículo 100 % autónomo e inteligente no debería, como imaginamos, tener una estructura similar a los coches de hoy en día. De hecho, podría ser un espacio multifuncional donde descansar, mirar la TV, navegar por internet, etc. En consecuencia, el hecho que el tiempo que se gasta transportándonos pueda ser dedicado a otras actividades implica infinidad de nuevas oportunidades. Veamos, en primer lugar, aquellas de carácter más estructural:

1. Cambio en el horario y posición de trabajo (dos horas al día consideradas de trabajo y, por ende, remuneradas, se producirían en el mismo tiempo del desplazamiento).
2. Capacidad de vivir más lejos de los centros de trabajo: Resulta más cansado conducir una hora que estar una hora y media dentro de un vehículo que no requiere nuestra atención ni concentración.
3. Menor número de accidentes. El margen de error de las máquinas suele ser mucho menor al de los humanos.
4. Repoblación o creación de nuevos núcleos urbanos, más alejados de las ciudades, donde el acceso a la vivienda sea más asequible.

5. Capacidad de transporte para gente que no sabe conducir (niños y gente mayor).
6. Posible cambio normativo para aumentar los límites de velocidad en vías rápidas. Por ejemplo, un límite de 160 km/h en autopista, ya que, con vehículos mucho más seguros e interconectados la posibilidad de accidentes sería mucho menor. Como consecuencia, se podrían cubrir mayores distancias en menos tiempo.
7. Impacto sobre los servicios que se prestan en la carretera o en el viaje, áreas de servicio u hoteles podrían ver disminuido su negocio debido a que la demanda de hacer una pausa podría ser menor debido una reducción del cansancio y el estrés dentro del vehículo.

## **LA MOVILIDAD SUPERSÓNICA**

La movilidad inteligente no acaba en la movilidad urbana. También se están desarrollando nuevas modalidades de movilidad interurbana, como es el caso de Hyperloop, un sistema de transporte de pasajeros y mercancías en tubos al vacío a altísima velocidad (1200 km/h). Ha habido una especial participación de España en este proyecto, siendo la Universidad Politécnica de Valencia uno de los centros académicos más implicados a nivel mundial. Además, en el bucle ferroviario de Antequera se realizaron pruebas para el Hyperloop, entre las líneas de alta velocidad de ADIF de Granada-Antequera y Córdoba-Málaga.

La importancia de las tecnologías de movilidad supersónica radica tanto en los avances tecnológicos

que incorporan como en los cambios sociales que conllevarán. Este nuevo tipo de movilidad permitirá a los ciudadanos poder desplazarse en muy pocos minutos entre grandes ciudades como Madrid, Barcelona, París o Londres con costes realmente bajos. A título de ejemplo, el libro blanco del Hyperloop sugiere que el desplazamiento entre Los Ángeles y San Francisco (620 km) se haría en aproximadamente 30 minutos y costaría 20 dólares.

Esto permitirá que determinados profesionales puedan, por ejemplo, trabajar en París y vivir en Barcelona, lo que abrirá el debate sobre aspectos sociopolíticos como la nacionalidad de origen o de elección, la capacidad de decidir las políticas de ciudades distintas a las de residencia, pero donde se pasa la jornada laboral, o consideraciones de tipo fiscal, entre otras.

Cabe recordar que, pese a que la velocidad que podría asumir, el Hyperloop es parecida a la de un avión comercial, su capacidad de capilaridad y su llegada a los centros urbanos puede generar un enorme ahorro de tiempo y, por ende, un nuevo y enorme impacto en la movilidad de personas.

En este sentido, el caso de Europa, y especialmente, Europa occidental, es el que mayor número de cambios puede vivir si una red de Hyperloop se convierte en realidad. La distancia entre grandes capitales europeas podría permitir hablar casi de un sistema de metro que las conectara y si eso se produjese el impacto social y también cultural, político o identitario, podría vivir cambios al

aumentar el nivel de interrelación entre ciudadanos de diferentes países.

Una supuesta popularización del Hyperloop podría generar, además, una importante remodelación urbanística, siendo aquellos puntos más cercanos a las estaciones, los de mayor demanda de vivienda, tal y como históricamente ha sucedido con estaciones de transporte de otro tipo. Por otro lado, las oportunidades de nuevo negocio derivadas de la popularización del Hyperloop resultan, a su vez, múltiples.

La proximidad, tanto desde la esfera digital como también física, ha sido y seguirá siendo, un factor de cohesión y, por ende, de promoción de la paz y estabilidad. Esencialmente, cuando los individuos tienen la capacidad de conocer o aproximarse a otras personas diferentes, su capacidad de cooperar y empatizar aumenta. Así, un escenario hipotético donde una red europea de Hyperloop fuera una realidad, la tan ansiada construcción de la identidad europea se vería muy favorecida. En este sentido, sorprende que hasta día de hoy las instituciones comunitarias no hayan sido grandes promotoras de este nuevo sistema de transporte, teniendo en cuenta que por la geografía del continente, la revolución que podría conllevar sería superlativa.

Los próximos años serán claves para ver si, finalmente, el desarrollo del Hyperloop llega a un buen puerto o se queda en proyecto. En cualquier caso, y a modo de apuesta, parece claro que su potencial implementación aportaría un sinfín de posibilidades y oportunidades para el mundo, pero, especialmente, para el continente europeo.

## LA MOVILIDAD AÉREA

Finalmente, cabe hablar de la movilidad urbana autónoma en el espacio aéreo. Es decir, sobre drones autónomos capacitados para el transporte de pasajeros. La aviónica es una tecnología que está experimentando grandes avances en los años recientes, lo que ha provocado que los drones se hayan popularizado y abaratado, tanto para uso industrial como recreativo. Las aplicaciones de los drones están teniendo gran repercusión en tareas que van desde las actividades militares y el control de fronteras hasta los trabajos agrícolas o el reparto de paquetería.

Con la popularización de este medio de transporte, sobre todo si se extiende al transporte de pasajeros, las leyes de tráfico y, en particular, del tráfico aéreo tendrán que actualizarse en función de esta nueva realidad tecnológica y social.

Cualquier cambio en este aspecto resulta siempre complicado, ya que saber delimitar bien las funciones y operaciones que se pueden o se deben permitir no es fácil. No obstante, los Gobiernos deberán plantearse, de nuevo, test regulatorios (*sandboxes*) que permitan ver, en cooperación con los sectores implicados cuál es el mejor modo para aprovechar estos nuevos sistemas sin que esto suponga ningún desbarajuste.

## LOS RETOS REGULATORIOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y POLÍTICOS DE LA NUEVA MOVILIDAD

A lo largo de esta sección, hemos ido ya apuntando algunos retos regulatorios que nos trae la nueva

movilidad. Recapitulamos ahora la entidad de esos desafíos.

Para empezar, tenemos los retos tributarios propios de la economía colaborativa que, en este ámbito, no hacen más que acentuarse. También son relevantes los retos tributarios que supondrá el transporte supersónico transfronterizo: se debe tener en cuenta que, en la actualidad, por norma general se determina la residencia fiscal de los contribuyentes en función del número de días que estos pasan en uno u otro país, pero las leyes tributarias no contemplan casos en que, sistemáticamente, un individuo pase parte del día en un país y parte del resto de la jornada en otro; por tanto, las normas para determinar la residencia fiscal tendrán que adaptarse para contemplar este nuevo tipo de casuísticas sociales.

Otro tipo de retos son los de naturaleza política, y estarían provocados por la reducción efectiva del tiempo necesario para recorrer grandes distancias, lo que suscitaría cuestiones relativas a los derechos políticos de los ciudadanos que comparten su día a día en dos o más Estados.

Otro reto será el de la elaboración de importantes ajustes en las leyes y reglamentos de circulación, tanto a nivel de tráfico rodado como de tráfico aéreo, para su adaptación al vehículo autónomo. Por ejemplo, la actual ley que regula en España el tráfico de aeronaves pilotadas por control remoto (drones), que es el Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, no permite, de forma general, poder sobrevolar zonas habitadas a una altura menor de 120 metros ni más allá del alcance visual del piloto.

Por tanto, por ejemplo, los negocios de reparto a domicilio de pequeña paquetería mediante este tipo de aeronaves no estarían autorizados.

En este punto, cabe poner sobre la mesa la necesidad de dibujar escenarios regulatorios que sean ágiles y adaptables en base al *cleavage* rural-urbano. Por ejemplo, la distribución de paquetería mediante drones resulta difícilmente aplicable en núcleos urbanos, pero, por el contrario, resultaría muy útil y práctica en entornos más rurales. Otro ejemplo de este tipo se refiere al de las aplicaciones de movilidad colaborativas donde las regulaciones de grandes ciudades, con servicios públicos (como el taxi) muy regulados, hacen imposible compaginarlos con modelos colaborativos puros. En este caso, modelos como el de UberPop, prohibido en casi toda Europa, podrían tener mucho sentido (y poca oposición) en entornos rurales.

A tenor de la necesidad de diferenciar la regulación en lo que se refiere a entornos rurales versus entornos urbanos, cabe desarrollar los activos sociales y económicos que esta diferenciación regulatoria podría proponer.

En primer lugar, el éxodo rural-urbano que ha sido constante durante los últimos 100 años puede empezar a invertirse, buena prueba de ello es contrastable a través del incremento de búsqueda de vivienda fuera de las ciudades como consecuencia de la popularización, entre otros factores, del teletrabajo. En este sentido, favorecer la desconcentración o masificación de las ciudades no es solo producto de la voluntad de los ciudadanos, sino también de



una apuesta clara, por parte de los Gobiernos, para repoblar el mundo rural. Así, favorecer que en estos entornos rurales se puedan desarrollar actividades de base tecnológica que faciliten la vida de sus ciudadanos y sus conexiones parece una buena alternativa.

Pongamos, por ejemplo, el caso de un municipio de la provincia de Cuenca, en España. Posiblemente, las razones por las que durante el último siglo este municipio haya ido perdiendo población han sido producto de la falta de oportunidades de trabajo, entre otras. Hoy, por el contrario, son muchos los trabajos que se desarrollan de forma remota, por lo que, de nuevo, estos territorios pueden ser un escenario de repoblación.

Aun así, por ejemplo, si el vuelo de drones de transporte de paquetería o la posibilidad de obtener servicios de *car pooling* entre particulares sigue la misma normativa en Madrid o en Fuentealbilla (Albacete) las posibilidades de repoblar el mundo rural serán menores. Obviamente, el acceso a buenas conexiones no solo de transporte, sino también telemáticas, jugarán un papel clave en este contexto. Esta cuestión se tratará en otros capítulos.

Coches autónomos, cápsulas supersónicas (Hyperloop), drones comerciales para mercancías y transporte humano. Estos son algunos de los retos que las próximas décadas nos traerán. Ante un reto de tal magnitud, los Gobiernos (de forma cooperativa entre ellos) deberán comprender el enorme potencial de posibilidades que estos productos pueden ofrecer a la sociedad y, sin duda, apostar por su

popularización. De hecho, aquellos que renuncien a desarrollar y promover todo este elenco de innovaciones verán reducida su capacidad competitiva en las próximas décadas.

**RETO 5**  
**LA ECONOMÍA COLABORATIVA**

## **LOS NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO**

Según la definición de la Comisión Europea, el consumo colaborativo o economía colaborativa es una interacción entre dos o más sujetos, a través de medios digitalizados o no, que satisface la necesidad de una o más de esas personas. La economía colaborativa no es un fenómeno nuevo —quizás sí el nombre, pero no el concepto—, ya que, en una u otra medida, toda sociedad y cultura ha desarrollado formas cooperativas y colaborativas de convivencia, desde la época de los cazadores recolectores hasta la actualidad. Otra definición, la de la Comisión Nacional del Mercado de Valores, dice que la economía colaborativa se caracteriza por ser un modelo de consumo que se basa en el intercambio entre particulares de bienes y servicios que permanecían ociosos o infrautilizados, a cambio de una compensación pactada entre las partes.

La gran diferencia entre la tradición y la actualidad es que la economía colaborativa ha estado tradicionalmente centrada en la familia y en el círculo más

íntimo del individuo. Sin embargo, gracias a las enormes posibilidades de expansión de la acción individual que nos proporcionan las redes de telecomunicaciones, y su coste marginal cercano a cero, la economía colaborativa se ha extendido hasta niveles nunca vistos. En estos momentos, en un proyecto colaborativo pueden colaborar individuos que no se conocían hasta aquella interacción y que, probablemente, nunca más en sus vidas volverán a coincidir. De hecho, como se recoge en anteriores secciones, según recientes estimaciones de la Comisión Europea, la economía colaborativa puede llegar en el futuro a significar un volumen económico de entre 160 000 y 572 000 millones de euros.

## **UNA VISIÓN DESDE LA FISCALIDAD**

La Agenda Europea para la Economía Colaborativa recoge que una de las cuestiones clave de este tipo de actividades es el tratamiento fiscal ante la fina línea que separa la economía colaborativa de la economía productiva. Por ejemplo, se puede utilizar una plataforma de economía colaborativa para compartir vehículos en trayectos frecuentes, pero alguien, de forma fraudulenta, puede usar la misma plataforma como herramienta de trabajo para captar clientes y montar un negocio de transporte de viajeros. Esta fina línea se puede traspasar también en otros campos, como el de la vivienda turística, en la compraventa de entradas para espectáculos o incluso en los conocidos como «bancos de tiempo».

En relación con la prestación de servicios entre pares, la CE ha publicado, en la Agenda Europea para

la Economía Colaborativa, algunas guías orientativas para los Estados miembros. En estas orientaciones, se recomienda evitar las prohibiciones absolutas y basar las interpretaciones en función de las «actividades habituales» y los «umbrales razonables de actividad», para lo que se deben considerar elementos como la frecuencia de los servicios, el fin lucrativo o el volumen de negocio.

También es fundamental hacer que las plataformas de la economía colaborativa colaboren con las autoridades tributarias para evitar la economía sumergida que a menudo se da en este tipo de negocios. En España, esto ya se da en el caso de las plataformas de apartamentos turísticos, según estipula el art. 54 ter del Real Decreto 1065/2007, de 27 de julio, por el que se aprueba el Reglamento general de las actuaciones y los procedimientos de gestión e inspección tributaria y de desarrollo de las normas comunes de los procedimientos de aplicación de los tributos. En el caso de las plataformas que operan sin establecimiento permanente en territorio español, se debería acudir a lo establecido en los convenios suscritos en la materia y, en particular, a lo que prevé la cláusula 26 del Modelo de Convenio de la OCDE sobre intercambio de información.

## **UNA VISIÓN DESDE LA PROTECCIÓN DEL CONSUMIDOR**

Los consumidores particulares o usuarios finales, de forma generalizada, disponen de una protección especial por parte del ordenamiento jurídico, que se plasma en multitud de leyes que regulan temas que

van desde las normativas de servicios financieros hasta la definición del contrato de adhesión y las cláusulas abusivas, entre muchos otros. En España, la norma principal en este campo es la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios, que establece, con carácter general, los distintos aspectos de la protección a los consumidores, así como los derechos de estos ante las empresas, nacionales o internacionales, que les proporcionan bienes o servicios.

Sin embargo, la actual Ley para la Defensa de los Consumidores y Usuarios no contiene ninguna estipulación sobre los nuevos formatos que introduce la economía colaborativa. Sin duda alguna, en un futuro inmediato se tendrá que legislar en esta materia para que los consumidores puedan obtener, de forma segura, bienes y servicios de otros consumidores.

## **UNA VISIÓN DESDE LA REGULACIÓN DE LA COMPETENCIA**

Finalmente, cabe tratar el tema de la regulación de la competencia, materia que se ha legislado en España a través de la Ley de Defensa de la Competencia. Pero, otra vez, la economía colaborativa queda fuera de este texto legal y, por tanto, procedería que se revise también esa normativa contemplando la nueva óptica.

En particular, se deberían tratar los principios constitucionales de neutralidad y libertad de empresa con relación a la defensa de la competencia en la economía colaborativa. Recientemente,

hemos asistido a enfrentamientos entre sectores tradicionales y esquemas colaborativos a los que se ha acusado de no respetar esos dos principios constitucionales. Por tanto, la ley debería ser más clara en este ámbito y no solo pronunciarse desde la perspectiva de la política fiscal.

Volviendo a la necesidad de generar una regulación que se adapte más al lugar concreto que al Estado en su conjunto cabría añadir que distintos modelos de economía colaborativa podrían florecer si los Gobiernos estuvieran dispuestos a realizar ciertos cambios de «regulación adaptada a la densidad de población».

Poniendo como ejemplo uno de los modelos de economía colaborativa más conocidos, como es Uber Pop (particulares sin licencia pueden hacer la función de conductores de terceras personas) las opciones de generar impactos positivos en zonas poco pobladas podrían ser importantes. En primer lugar, la poca oferta existente, en zonas rurales, de servicios de taxi hace muy poco habitual poder utilizar este servicio de forma regular por su alto coste. Por el contrario, si se permitiera que conductores particulares pudieran, como trabajadores autónomos, transportar personas que así lo requieran a través de una *app* el acceso al transporte en estas zonas mejoraría notablemente. Si a este se añade, por otro lado, la posibilidad de realizar *car pooling*, es decir, diferentes usuarios compartiendo una parte de su trayecto en un mismo vehículo, los costes de desplazamiento se reducirían mucho más



y provocarían, en consecuencia, un aumento de las facilidades del transporte a un coste reducido.

Algunos Estados ya han empezado a hacer *sandboxes* regulatorias en este sentido. Permitiendo, en esencia, que las oportunidades que pueden ofrecer las nuevas tecnologías puedan facilitar y abaratar el coste que supone no vivir en medio de urbes muy pobladas.

Por otro lado, el difícil encaje de estos modelos colaborativos en muchas ciudades no ha sido exitoso no porque el mercado no los usara, sino porque la capacidad de movilización de ciertos sectores tradicionales afectados por estas nuevas realidades de competencia han puesto, alrededor del mundo, en jaque a muchos representantes políticos, los cuales, a su tiempo, han cedido a las presiones por el miedo a las consecuencias, en muchos casos electorales, que conflictos de este tipo pueden acarrear.

En resumen, cabe esperar que nuevas regulaciones que puedan aparecer adaptadas a zonas rurales o menos pobladas permitan, en un momento como el actual donde las ciudades empiezan a perder habitantes, que el mundo rural que durante más de un siglo se ha visto vaciado, pueda florecer de nuevo.

A lo largo de esta sección, se han ido desgranando los retos regulatorios que suponen estos nuevos modelos de negocio llamados colaborativos. En resumen, hemos visto que existen retos en el ámbito tributario, en el ámbito de la protección del consumidor y en el ámbito de la regulación de la competencia. Por tanto, en los próximos años, las autoridades legislativas van

a tener que trabajar en normativas que regulen la economía colaborativa desde múltiples ópticas.

De hecho, tanto la OCDE como la UE llevan tiempo analizando el problema para elaborar propuestas que faciliten a los Estados miembros avanzar en esta dirección.

**RETO 6**

**CAMBIOS EN LOS**

**PATRONES SOCIALES**

## LA BURBUJA DE LAS REDES SOCIALES

En primer lugar, el hecho de que la interacción física vaya desapareciendo en favor de las alternativas digitales puede tener importantes impactos en elementos como la empatía, la solidaridad o la cooperación entre individuos.

Diferentes estudios, como el realizado por la Universidad de San Diego en 2017, muestran ya, a día de hoy, que la frecuencia de relaciones sexuales en los jóvenes de entre 16 y 25 años han ido disminuyendo a lo largo de los últimos años.

En este sentido, cabe pensar que todo el tiempo que actualmente se dedica a la utilización de los *smartphones* era anteriormente aprovechado para otros menesteres, por ejemplo, la práctica del sexo, entre otros. Entonces, resulta obvio que otras actividades, como una conversación profunda y pausada con un amigo o amiga, un paseo por el bosque o la práctica de un deporte son algunas de las cuestiones damnificadas por la irrupción de las nuevas tecnologías. A más tiempo dedicado a la utilización

de un *smartphone*, menos tiempo disponible para desarrollar otras actividades.

Si bien es cierto que el cambio forma parte del mundo y de la sociedad, la pregunta que cabe hacerse en este caso es la siguiente: ¿cuán grandes son los cambios que podemos asumir como individuos y como sociedad en un tiempo determinado?

Resulta complicado dar una respuesta concreta a esta cuestión, no obstante parece claro que como individuos no estamos preparados para asumir la velocidad y la dimensión de los cambios que estamos viviendo a la misma velocidad que se desarrollan las innovaciones tecnológicas que tenemos a disposición.

La irrupción de Instagram, Twitter o TikTok, entre otros, ha implicado que millones de personas que antes de su popularización dedicaban su tiempo a otras cuestiones, ahora lo dediquen a navegar por estas redes sociales. En este sentido, parece claro que este profundo cambio de dinámicas comporta importantes consecuencias. Mucho se ha estudiado y se ha escrito sobre el impacto emocional y psicológico de las redes sociales en los individuos: incremento de la depresión o de fijación por asimilarse a los referentes. No obstante, se ha analizado mucho menos el impacto que este estructural cambio en las dinámicas diarias de la mayor parte los jóvenes en el mundo tiene en la sociedad en general y en sus formas de colaborar o cooperar. Por ejemplo, el incremento del populismo y de las opciones políticas radicales no se podría entender sin un público cada vez más alejado de la interacción con aquellos

que son diferentes o que no forman parte de su contexto.

En resumen, las redes sociales nos sitúan cada vez más en una burbuja donde solo interactuamos con aquellos que nos son similares, que piensan de forma parecida y que son de nuestro círculo social. En consecuencia, la interacción con individuos de contextos diferentes cada vez es más escasa y esta disminución de interacción social física (producto de que pasamos más horas en casa y con los ojos en la pantalla de un dispositivo), sumada al hecho que nuestro contexto digital es muy limitativo en cuanto a interacciones con individuos de diferente procedencia, ideología o sustrato social, provoca que elementos como la empatía o la voluntad de cooperación con terceras personas o colectivos diferentes sea cada vez menor.

Vivimos en un mundo cada vez más segmentado, hoy más que nunca. Aunque podría parecer paradójico en un mundo globalizado, lo cierto es que cada vez dedicamos más tiempo a darnos la razón a nosotros mismos y a convencernos, a través de personas similares a nosotros, que estamos en lo «cierto» en nuestra forma de pensar. Por ende, cada vez nos resulta más complicado aceptar que existen posicionamientos diferentes al nuestro, y tendemos, sin darnos cuenta, a menospreciar cualquier visión del mundo que no sea la que nos hemos construido.

Esta dinámica de segmentación o por decirlo de un modo más simple, de autoafirmación basada en el uso de herramientas digitales que siempre nos ofrecen argumentos en favor de nuestras cer-

tezas, seguirá creciendo en los próximos años con infinidad nuevos productos que, cada vez más, nos alejarán de aquel que es diferente y nos acercarán a una falsa sensación de unanimidad hacia nuestra manera de entender el mundo.

La radicalización política irá *in crescendo* en nuestras sociedades producto de la gran fábrica de certezas que las redes sociales nos ofrecen. Así, la suma de un menor número de interacciones sociales físicas con personas y colectivos diferentes a nosotros y la casi infinita provisión argumentos favorables nuestro modo de ver el mundo, por muy minoritario que este sea, por parte de las redes sociales, nos dibuja un escenario futuro de un mundo tremendamente globalizado y tremendamente compartimentado.

Resulta relativamente fácil ver, *a posteriori*, cómo la aparición exponencial de nuevas herramientas digitales, como las redes sociales, han tenido un impacto directo en nuestro día a día. No obstante, dibujar escenarios certeros de como esta evolución y ampliación de la oferta digital es un reto bastante más difícil.

No sería honesto plantear, únicamente, las consecuencias negativas que estas herramientas han aportado a la sociedad. Si bien es innegable que su impacto ha cambiado o influenciado casi todos los ámbitos de nuestra vida, lo cierto es que ofrecen también potencialidades enormes, sobre todo, respecto a la capacidad de cooperación. En este punto, de nuevo, aparece el gran reto de los Gobiernos, y es que la velocidad de desarrollo y popularización de nuevas herramientas es mucho

mayor a la capacidad de analizar su impacto y, por último, de regular sus potenciales disfunciones.

La causa-efecto que se observa entre, por ejemplo, la popularización de redes como Twitter y el auge de nuevas propuestas políticas era muy difícil de imaginar (incluso por parte de sus creadores) en el momento en que estas aparecieron. No obstante, parece claro que destinar recursos y capital humano a analizar y proyectar las derivadas sociales que cada nueva innovación ofrece es una labor que la humanidad, en su conjunto, debe afrontar.

## **VIDEOJUEGOS**

Más allá de las redes sociales, otros fenómenos como los videojuegos, especialmente aquellos en línea, generan escenarios dignos de análisis. A día de hoy, cientos de millones de personas dedican una parte importante de su tiempo al uso de videojuegos. A partir de ello, han aparecido innovaciones tales como competiciones con gran capacidad de captación de públicos y con un negocio detrás.

A muchas personas, especialmente aquellas menos jóvenes, las derivadas que enmarcan el consumo o seguimiento de los videojuegos pueden parecerles lejanas. No obstante, su enorme popularización y capacidad de incidencia obliga a la propia industria a ser consciente que su rol en la sociedad es cada vez mayor y, por ende, su responsabilidad social tiene un impacto directo. En este sentido, los principales productores de videojuegos, así como las entidades que los representan, llevan años desarrollando, conjuntamente con los Gobiernos, políticas que



aproximan esta nueva realidad con el objetivo de que la industria, sabiéndose clave y esencial, tiene un importante compromiso con el desarrollo de un juego que sea educativo a la par que lúdico.

## **EL MUNDO EN NUESTRAS MANOS**

Pocas cuestiones escapan, a día de hoy, a un acceso rápido y sencillo desde nuestro terminal móvil. Toda la información está disponible en los buscadores, y casi todas nuestras gestiones cotidianas pueden realizarse de forma telemática. En esencia, el avance de la humanidad en la última década no puede, en ningún caso, explicarse sin los denominados *smartphones*. El uso de estos productos es, a día de hoy, global y muy democrático. No obstante, siguen existiendo sectores de la población que no tienen capacidad de utilizar estos productos o, simplemente, no están dispuestos a ellos.

La brecha generacional que existe para el uso de nuevas tecnologías o de aparatos conectados es, actualmente, un reto al que los Gobiernos deben hacer frente. Siempre sin limitar el progreso y conscientes de la necesidad de utilizar, al máximo, todas las potencialidades de estos productos, hay que tener en cuenta que millones de personas no pueden renunciar a un mundo donde los servicios existen «solamente» en nuestros teléfonos. Por ello, la educación y la formación en herramientas digitales se hace y debe hacerse, pero, al mismo tiempo, los Gobiernos y las empresas proveedoras de servicios no deben olvidar la importancia de no dejar atrás a todos aquellos individuos que, por

las razones que sea, no tienen capacidad para utilizar estos productos.

## **TECNOLOGÍA Y SISTEMA POLÍTICO**

El advenimiento de nuevas tecnologías ha abierto, a lo largo de los últimos tiempos, debates estructurales sobre la forma en la que los entes políticos deben ser gobernados. Si bien estos debates no son nuevos, lo cierto es que, entre las llamadas democracias liberales de Occidente existen hoy interrogantes —creadas por algunas minorías— alrededor de si este sistema será capaz de competir con otros modelos de Estado ante los retos que la ciencia y la tecnología podrán conllevar.

Esencialmente, más allá del paradigma del sistema democrático, han aparecido debates que cuestionan cómo estos sistemas son y serán capaces de planificar cambios estructurales en muchas vertientes de la sociedad cuando, a su vez, estos implicarán gran oposición por parte de muchos colectivos. En este sentido, la permanente y sana renovación de los liderazgos políticos choca, cuando se habla de políticas a largo plazo, con las dificultades que cada cambio de gobierno y, por ende, de prioridades, comporta.

Este debate no es únicamente importante en el presente, también lo fue en el pasado. No obstante, si se tiene como válida la idea de que el crecimiento exponencial de la tecnología y la ciencia es hoy mayor que nunca antes, este cobra aún más fuerza. Por ello, grandes instituciones como la ONU y la UE desarrollan, desde hace años, proyectos de largo

plazo que tienen como objetivo unir a los países y a sus diferentes facciones políticas alrededor de cuestiones que, en principio, no deberían generar grandes cuestionamientos. No obstante, es en este punto cuando aparecen nuevas propuestas políticas, a menudo muy escoradas ideológicamente, que utilizan estos debates para generar simpatía ante diferentes colectivos que, de un modo u otro, se ven afectados por estos cambios estructurales.

Los próximos años serán claves para observar si estas nuevas propuestas políticas: radicalismo ideológico, nacionalismo tradicional o antiglobalismo son capaces de obtener mayor incidencia y apoyo o si, por el contrario, su fuerza disminuye.

**RETO 7**  
**LA ALIMENTACIÓN GLOBAL**

## **LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y EL CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN**

En 1798, el pensador Thomas Malthus publicó su «Ensayo sobre el principio de la población», en el que sostenía la tesis de que la humanidad está abocada a una catástrofe al no poderse mantener un ritmo de crecimiento de la producción de alimentos parejo al crecimiento de la población. Más de 200 años después, ya se ha comprobado que Malthus, a pesar de la coherencia de sus argumentos, no estaba en lo cierto y que, desde que hizo esta predicción, no ha sucedido ninguna catástrofe de las ahora llamadas maltusianas.

El factor que ha provocado el desacierto de Malthus es el tecnológico. Malthus no fue capaz de predecir, a finales del siglo XVIII, las revoluciones tecnológicas que sucederían en los dos siglos posteriores y que han permitido un aumento exponencial de la productividad de la agricultura y la ganadería.

De hecho, en ningún momento han dejado de sucederse, durante estos dos siglos, los avances

en estos dos campos, aunque en la actualidad numerosos expertos sostienen que, aparentemente, la productividad tanto de la agricultura como de la ganadería intensivas estaría llegando al límite. Por tanto, sería necesaria la implantación de innovaciones disruptivas que permitan que siga aumentando el ritmo de crecimiento de la producción de alimentos en concordancia con el crecimiento de la población mundial.

### **CRÍA DE INSECTOS**

Una de estas innovaciones puede ser la cría, a gran escala y de forma intensiva, de insectos destinados al consumo humano. De hecho, los insectos proporcionan proteínas y nutrientes de alta calidad en comparación con la carne y el pescado, y según algunos estudios oficiales, las termitas, las orugas, los saltamontes, las moscas, las arañas y los gorgojos suponen mejores fuentes de proteínas que el pollo, el cerdo, el cordero y la vaca, ya que apenas tienen grasa.

Además, según datos de la FAO no se conocen casos de transmisión de enfermedades o parásitos a humanos por el consumo de insectos, a diferencia de lo que sucede con otras especies animales. Aunque también es cierto que los insectos pueden producir alergias similares a las que aparecen respecto de los crustáceos, que también son invertebrados.

### **CARNE ARTIFICIAL**

Otra innovación disruptiva en el contexto de la alimentación global es la producción y consumo de

carne artificial. Hoy en día, la biotecnología permite el cultivo celular *in vitro*, es decir, fuera de un organismo vivo. La madurez de estas técnicas se demuestra en el desarrollo del cultivo artificial de células de carne vacuna con el fin de elaborar hamburguesas.<sup>11</sup>

La primera hamburguesa completamente artificial fue presentada ante el público en agosto del 2013, de la mano del científico neerlandés Mark Post. En ese momento, el proyecto costó cinco años de trabajo y 290 000 euros. En estos momentos, el precio de estos alimentos ha caído casi 30 000 veces. La misma hamburguesa costaría hoy menos de diez euros. Además, existen múltiples iniciativas científicas para crear otros tipos de carne artificial, por ejemplo, de pollo o de origen vegetal.

Resulta previsible que en los próximos diez años sea muy habitual que haya carne cultivada artificialmente, sin necesidad de criar a un animal, en la comida de gran parte de la población mundial. Este hecho tiene grandes implicaciones sociales y medioambientales. En primer lugar, implica que profesionales que ahora se dedican a la alimentación, empezando por los ganaderos, se van a tener que reconvertir a perfiles mucho más especializados y de alta cualificación. Por tanto, harán falta, a nivel político, decisiones que ayuden a que estas personas no se queden desconectadas de la carrera tecnológica.

La segunda implicación se produce en el ámbito del calentamiento global. Según la NASA, cada vaca —hay 1500 millones en el mundo— libera entre 113

---

11 «De 250.000 a 10 €: tu próxima hamburguesa estará fabricada en un laboratorio» (*El Confidencial*, 06/06/2017).

y 189 litros de metano al día, a través de su sistema digestivo. Este es un problema de primer orden, ya que el metano es uno de los principales gases de efecto invernadero, que supone el 16 % del total sobre las emisiones mundiales,<sup>12</sup> y el metano que exhalan las vacas representa aproximadamente el 5 % de esas emisiones.<sup>13</sup> Por tanto, reducir en gran medida esta fuente de emisiones de gases de efecto invernadero podría ser una importante contribución a la lucha contra el calentamiento global.

## **TRANSGÉNICOS DE SEGUNDA GENERACIÓN**

Ya hemos visto anteriormente las posibilidades que nos brinda la biotecnología con la manipulación del ADN mediante la tecnología CRISPR-Cas9. Queremos apuntar ahora que esto abre, también, una nueva etapa en la agricultura y la ganadería, en la que se van a poder diseñar nuevas especies transgénicas que optimicen los recursos naturales, aporten valores nutritivos a la carta y sean más resistentes a elementos exógenos como plagas, incendios u otros desastres naturales. En este sentido, y pese a los numerosos beneficios que esto puede implicar, resultará clave establecer dónde se encuentra el límite en estos procesos de modificación.

## **RETOS EN LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

El calentamiento global está generando cada vez mayores problemas para el acceso a los recursos

---

12 Año 2016.

13 «Metano y humanos: el mito de que las vacas están matando el planeta» (*El País*, 19/08/2019).



hídricos por una parte de la población mundial. Esto hará que, para poder continuar aumentando la producción de alimentos —sobre todo vegetales—, se tengan que implantar innovaciones disruptivas en la gestión de los recursos hídricos.

En este sentido, la hidroponía o agricultura hidropónica es una de esas técnicas innovadoras. Se trata de un método utilizado para cultivar plantas usando disoluciones minerales en vez de suelo agrícola. Las raíces reciben una solución nutritiva y equilibrada disuelta en agua, con algunos de los elementos químicos esenciales para el desarrollo de las plantas, que pueden crecer en una solución mineral únicamente, o bien en un medio inerte, como arena lavada, grava o perlita, entre muchas otras opciones. Combinando la hidroponía con un buen manejo del invernadero, se llega a obtener rendimientos muy superiores a los que se obtienen en cultivos a cielo abierto. Son técnicas agrónomas que ofrecen una forma sencilla, limpia y de bajo costo de producir vegetales de rápido crecimiento y, generalmente, ricos en elementos nutritivos. Un cálculo muy conservador sugiere que, usando hidroponía, se puede llegar a multiplicar por 80 el número de unidades vegetales que se logran en un mismo espacio usando los sistemas de siembra y cosecha convencionales.

Todo ello supone, además, un gran ahorro de agua. De hecho, uno de los países líderes mundiales en este tipo de técnicas es Israel, país que destaca en cuanto a la escasez de agua dulce en su territorio nacional.

## LOS RETOS REGULATORIOS

En relación con las múltiples opciones que nos brinda la ciencia para abordar el reto de la alimentación global, tal y como pasa en los otros ámbitos, existen diversos temas que tienen que ser abordados, desde un punto de vista legislativo, antes de su desarrollo definitivo.

Para empezar, se debe tener en cuenta que, aunque comer insectos es habitual en muchas partes del planeta, en otras (como Europa) no es una práctica común. La inexistencia de una regulación propia sobre la entomofagia —la ingestión de insectos— en nuestro marco regulatorio, derivada, hasta hace poco, de la prohibición<sup>14</sup> de la venta de insectos para el consumo humano en la Unión Europea, ha impedido que la moda de consumir insectos comestibles se haya extendido en nuestra sociedad.

Otro apartado se refiere a todo aquello relacionado con los transgénicos y la aplicación de la tecnología CRISPR-Cas9 para crearlos. En Europa, existen fuertes presiones sociales y políticas para la prohibición del cultivo de especies transgénicas. De hecho, la normativa europea sobre transgénicos —oficialmente, Organismos Modificados Genéticamente (OMG)— permitía, a través de la cláusula de salvaguarda, establecer moratorias en el cultivo de transgénicos si se encontraban evidencias científicas de riesgo. Las evidencias debían ser estudiadas por la EFSA.<sup>15</sup> Si se encontraban riesgos, el cultivo

14 «Carrefour lanza una gama de nuevos alimentos elaborados con insectos, entre ellos pasta y snacks» (*Europa Press*, 30/05/2018).

15 Agencia Europea de Seguridad Alimentaria

sería prohibido en la UE; si la información no era científicamente válida, el país tenía que levantar la moratoria. Todos los países europeos que prohibieron el cultivo de transgénicos antes de la primavera de 2015 lo hacían valiéndose de esta cláusula. Sin embargo, ninguno de ellos pudo presentar pruebas científicamente válidas. Por tanto, las prohibiciones fueron consideradas como indebidas. El caso más destacado fue el de Francia, cuya moratoria fue declarada ilegal por la justicia comunitaria y hasta por la propia Administración de Justicia francesa, sin que este país cambiara de posición al respecto.

En la primavera de 2015, entró en vigor una nueva normativa europea sobre los OMG, un texto creado tras la presión de los *lobbies* antitransgénicos que permite a los países prohibir los OMG por cualquier motivo que estimen pertinente. El nuevo texto ha legalizado las prohibiciones y ha dado plena libertad a los países para actuar contra la tecnología transgénica. Este contexto sociopolítico sugiere que las nuevas especies vegetales o animales que sean desarrolladas mediante la tecnología CRISPR-Cas9 no serán autorizadas en Europa. También se plantean serias dudas sobre las pertinentes autorizaciones a la producción y comercialización de carne artificial.

Finalmente, cabe destacar que en el futuro próximo también se tendrá que legislar para un uso más racional de los recursos hídricos en la agricultura. Esto implica que se deberá incentivar —o incluso forzar— por vía legislativa la utilización de la agricultura hidropónica, con el fin de optimizar el uso del agua en la producción de nuevos alimentos.

## RETOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y POLÍTICOS

Algunas de las innovaciones en la alimentación que se han descrito tendrán importantes implicaciones económicas, sociales y políticas.

En primer lugar, la popularización del consumo de insectos o de carne artificial tendrá un severo impacto en sectores de comercio, restauración o ganadería. En este sentido, y tomando como referencia la carne artificial, la hipotética popularización y democratización del consumo de este tipo de carne generaría enormes consecuencias sobre los ganaderos, hasta ahora los únicos generadores de este tipo de productos.

Un mundo donde la carne consumida sea, en parte o totalmente, producida de forma artificial en laboratorios puede tener, si no se toman las decisiones políticas oportunas, enormes consecuencias económicas y sociales para millones de personas que trabajan en el sector primario.

Anteriormente se ha comentado la incidencia que tenían las vacas en el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub>. No obstante, y pese a que su reducción tendría consecuencias positivas en la lucha contra el cambio climático, las derivadas sociales podrían tener un abasto inimaginable.

Territorios y países enteros fomentan su sistema económico en el sector primario. En este sentido, en el hipotético caso de que las innovaciones en el campo de la creación y producción de alimentos nombrados se popularicen, la incidencia sobre estos individuos y sobre regiones enteras es de una gran magnitud.

El escenario ideal para los Gobiernos es, nuevamente, saber encauzar la necesaria innovación y sus aspectos positivos con los escenarios económicos que estas puedan generar. Cabrá ver de qué manera la sociedad, sus Gobiernos y, especialmente, las personas afectadas por una potencial «marginalización del sector primario» sabrán diseñar las medidas más adecuadas. Si algo parece claro es que, en los próximos años, estos debates, que hoy pueden parecer muy teóricos, ocuparán y preocuparán a todos los Gobiernos del planeta.

**RETO 8**  
**LOS NUEVOS MATERIALES**

## LA IMPRESIÓN 3D

La revolución de la impresión 3D no ha hecho más que empezar. En la actualidad, la impresión 3D no deja de ser una tecnología casi exclusiva de los centros de fabricación avanzada o *early adopters*, que utilizan estos instrumentos para uso recreativo y particular. Sin embargo, es más que probable que en un futuro próximo todas las familias dispongan de una impresora 3D como un electrodoméstico más de la casa para poder imprimir elementos de primera necesidad. Por ejemplo, uno puede imprimirse su propio vaso, cubertería o alguna otra herramienta doméstica que se necesite en un momento puntual.

Ante este escenario, aparecen dos retos: el primero, sobre la propiedad intelectual del diseño de los elementos impresos; y el segundo, sobre la «tinta» usada por la impresora para construir los elementos 3D —de hecho, esta «tinta» en términos técnicos es un polímero; por tanto, usaremos este término en adelante—. En cuanto al primer reto, es evidente que existirán diseños *open source* (y, de

hecho, ya existen algunos) que son gratuitos si su finalidad es el disfrute personal. Pero también aparecerán diseños registrados en la correspondiente oficina de patentes y marcas, que solo se podrán imprimir previo pago de un *royalty*. Por ejemplo, un diseñador o diseñadora puede ofrecer una cubertería de diseño que cualquiera puede imprimirse en su casa si previamente ha pagado un canon en concepto de derechos sobre aquel diseño.

El segundo reto se centra en el suministro de los polímeros para la impresión. Si esta tecnología se democratiza tanto como se espera, en el futuro hará falta un suministro casi continuo de polímeros —de ser posible, biodegradables— que lleguen a los hogares de forma ininterrumpida. Quizá de la misma manera que hoy en día llega a los domicilios el agua corriente o la electricidad. Por tanto, podríamos imaginarnos un escenario, a diez años en el futuro, donde los polímeros de impresión 3D se conviertan en una *utility* que las empresas de suministro proporcionen de forma regular.

## LA NANOTECNOLOGÍA

Las nanotecnologías y las nanociencias son un conjunto de avances científicos que permiten desarrollar elementos extremadamente pequeños, en la escala de lo nanoscópico.<sup>16</sup> Este concepto tiene dos implicaciones muy relevantes. La primera es que, por primera vez en la historia de la humanidad, el ser humano puede diseñar y construir elementos, en la escala de lo invisible para su ojo, de forma

<sup>16</sup> Un nanómetro es la millonésima parte de un metro.



unitaria. Es decir, no solo se pueden construir elementos muy pequeños, sino que, a diferencia de las herramientas químicas tradicionales, ahora se pueden construir uno a uno. Esto tiene una gran relevancia, ya que se puede contar el número exacto de elementos construidos, y además presenta implicaciones tecnológicas muy relevantes, por ejemplo, para la computación cuántica.

La otra implicación significativa es que los materiales en la escala de lo nanoscópico no siempre se comportan igual que los mismos materiales en la escala macroscópica. Este factor está abriendo un mundo de nuevas posibilidades hasta ahora desconocidas por los científicos e ingenieros, ya que los nuevos materiales están posibilitando la construcción de artefactos con propiedades que no habían sido imaginadas. Por ejemplo, existen algunos que, al ser ensamblados y crear objetos macroscópicos, hacen que estos se convierten en invisibles, sean superconductores o tengan una resistencia mecánica inimaginable con materiales tradicionales.

Estos nuevos materiales van a suponer una revolución en la industria del futuro próximo, ya que algunos procesos que hasta ahora eran prohibitivos a escala industrial van a ser accesibles y, por tanto, se abrirá una nueva puerta en la fabricación avanzada.

## **NUEVOS TEJIDOS Y NUEVOS MATERIALES**

A partir de estos conceptos científicos básicos, en los últimos años hemos asistido al surgimiento de nuevos descubrimientos en torno a un material

sorprendente: el grafeno. Es una sustancia compuesta por carbono puro, con átomos organizados en un patrón regular hexagonal, similar al grafito. Es un material casi transparente. Una lámina de un átomo de espesor es unas 200 veces más resistente que el acero, siendo su densidad más o menos la misma que la de la fibra de carbono y unas cinco veces más ligero que el aluminio.

Las aplicaciones industriales y tecnológicas del grafeno son numerosas, desde cables de alta velocidad hasta superbaterías eléctricas o pantallas táctiles flexibles. También se han documentado otros usos industriales del grafeno, como material para desalinizar el agua y, en medicina, en la lucha contra el cáncer. Por supuesto, el grafeno también tendrá una gran presencia en aquellos elementos de seguridad que precisen una gran resistencia combinada con la ligereza que proporciona este material, como pueden ser chalecos antibalas o naves espaciales, y también en los elementos de seguridad pasiva de los coches.

Más allá del grafeno, las nanociencias también están creando nuevos tejidos que aportan propiedades físicas y mecánicas nunca vistas hasta la actualidad. Algunos ejemplos locales son gases inteligentes que contienen nanotecnologías para abordar el tratamiento del cáncer, o la impresión 3D con células, para crear órganos vitales. Estas últimas técnicas, combinadas con los avances de la biología molecular, abrirán un nuevo capítulo en el área del trasplante de órganos, ya que dentro de unos diez años puede no ser necesario acudir a donantes para

afrontar un trasplante de órganos, porque estos se podrán imprimir con células del propio paciente. Con ello, se eliminará el factor de rechazo al que ahora se tienen que enfrentar los pacientes.

## **LA NANORROBÓTICA Y LOS NANODISPOSITIVOS**

Las nanociencias también están avanzando en el campo de la nanorrobótica, es decir, en la construcción de robots de escala nanoscópica. Estos nanorrobots tendrán, en el corto plazo, tanto aplicaciones industriales —como en la depuración de aguas residuales— como para la medicina de precisión, ya que serán capaces de identificar las células enfermas, por ejemplo, las cancerígenas, y transportar hasta estas los fármacos pertinentes.

Un nanorrobot es una construcción química realizada mediante un pequeño conjunto de moléculas que, de forma coordinada, son capaces de desarrollar una tarea muy concreta. El caso más típico es un nanorrobot que contiene una molécula en forma de hélice, que rota para autopropulsar a todo el conjunto hasta llegar a un determinado objetivo. Evidentemente, con el paso de los años estas tareas se van a ir complicando cada vez más, y en un futuro próximo veremos nanorrobots capaces de realizar las tareas nanoscópicas más insospechadas, tal vez incluso con fines militares.

## **LOS RETOS REGULATORIOS**

Los retos regulatorios que entrañan los nuevos materiales son diversos y variados. En primer lugar, la impresión 3D tiene dos importantes aspectos a tener

en cuenta desde el ámbito regulatorio. Uno de ellos es la posible utilización de este instrumento para la fabricación de elementos vetados por la ley. No hablamos ya de armas u otros elementos ofensivos o peligrosos para la salud humana, sino de otros objetos que el legislador ha decidido prohibir por diversos motivos, como podrían ser las pajitas de plástico, platos, cubiertos, bastoncillos de algodón de un solo uso, etc. Recordamos que el legislador europeo ha decidido prohibir su fabricación a partir del año 2021. El segundo reto es el tributario, dado que existen ciertos elementos sobre los cuales se han cargado tasas especiales, por ejemplo, bolsas de plástico, que ahora el consumidor final podría llegar a fabricarse sin estar sometido al control del fisco.

A pesar de las bondades de las nanotecnologías, estas entrañan ciertos riesgos, tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Por tanto, procede establecer un marco regulatorio que determine y regule el alcance de los usos de estas tecnologías, en pro de la seguridad y protección de los usuarios.

A título de ejemplo, cabe señalar que, junto a las bondades del grafeno comentadas anteriormente, es también obligado destacar que la exposición a nanotubos de grafeno reproduce en ratones de laboratorio los síntomas provocados por el amianto, desde inflamación crónica o pérdida de las rutas supresoras de tumores hasta desarrollo eventual y esporádico de mesotelioma maligno. La exposición de humanos a este material supone, por tanto, un riesgo significativo para la salud. En consecuencia, si en el futuro el grafeno va a estar presente en nuestra

cotidianidad, será necesario crear una regulación marco que establezca un entorno de utilización seguro para los procesos industriales donde intervenga el grafeno, así como para los nuevos dispositivos fabricados a partir de este material.

No se han documentado aún riesgos para la salud humana de otro tipo de nanomateriales o nanodispositivos. Esto se debe a que estas tecnologías se encuentran en una fase temprana de desarrollo y, por tanto, aún no se ha procedido a estudiar los riesgos que pueden suponer para la salud. En consecuencia, cabría establecer un marco regulatorio que incorpore los estudios de (bio)seguridad pertinentes a los que todas estas tecnologías deberán someterse antes de llegar al gran mercado.

**RETO 9**  
**LA EXPLORACIÓN ESPACIAL**

## **LA CARRERA ESPACIAL**

La exploración espacial generó hace décadas un gran interés ciudadano que impulsó el proyecto con el que la humanidad solo había podido soñar: las primeras salidas al espacio exterior, la llegada del ser humano a la Luna, la construcción de estaciones espaciales, etc. Sin embargo, las prioridades políticas cambiaron las décadas posteriores y, a pesar de que nunca se abandonaron del todo los esfuerzos para explorar el espacio exterior, el ritmo disminuyó claramente.

En la actualidad, vemos que el interés por la carrera espacial se ha reavivado y podemos prever que esta será una de las prioridades para las grandes potencias en los próximos diez años.

## **LA CARRERA TECNOLÓGICA**

En sus primeras etapas, la exploración espacial era un tractor mundial de innovaciones y avances científicos. El resto de disciplinas se iban beneficiando del impulso que proporcionaba. Se puede citar el desarrollo de las cámaras digitales domésticas, los

avances en la microelectrónica que han conducido a la computación doméstica, el uso del velcro o el teflón que podemos encontrar en las sartenes caseras. En este sentido, la autora Mariana Mazzucato documenta en su obra *Start-up Nation* cómo al calor de la carrera espacial se creó la mayor región de innovación del planeta: Silicon Valley.

Sin embargo, la exploración espacial ha experimentado un significativo cambio de paradigma en los últimos 30 años. Ahora son otros sectores los que actúan de tractores de la innovación: la biomedicina, la telefonía móvil o la investigación militar, entre otros. Y es la exploración espacial la que se beneficia de sus avances. Como ejemplos, podemos citar casos como el del grafeno, que servirá para construir naves espaciales más ligeras y resistentes; los avances en la agricultura hidropónica y las nuevas formas de producir alimentos, que permitirán la construcción de colonias extraterrestres; o los avances en la inteligencia artificial, que permitirán tener sistemas de navegación autónomos también en el espacio exterior.

Por tanto, no es que la investigación en este campo se haya frenado, sino que hasta ahora las innovaciones han provenido de otros campos. En consecuencia, y visto el crecimiento exponencial de los avances científicos y tecnológicos que estamos experimentando, en los próximos diez años la actividad de la exploración espacial, probablemente, se acelerará de nuevo.

Esta segunda época dorada de la exploración espacial, con la llegada del hombre a Marte por



primera vez como gran hito, ha tomado un nuevo impulso gracias a diferentes factores. En primer lugar, la entrada en escena del sector privado el cual, al calor de las grandes fortunas de algunos billonarios han permitido desarrollos inimaginables hasta hace pocos años. La compañía SpaceX de Elon Musk, Blue Origin de Jeff Bezos o Virgin Galactic de Richard Branson son algunos de los ejemplos de la fuerte incorporación del sector privado en la exploración espacial.

Por otro lado, la consolidación de otra gran superpotencia como China ha comportado, de forma indirecta, la redifusión de la carrera espacial, donde, además de los dos grandes estados que lideraron la exploración —USA y la URSS—, se sumen China, India, Japón, Israel o la UE.

## **EL RETO REGULATORIO**

Ante la aceleración de la exploración espacial, la humanidad tendrá que plantearse la elaboración de nuevos acuerdos y tratados internacionales para regularla. Existen experiencias históricas en este tipo de tratados, como el Tratado de Tordesillas, de 1494, en el que las grandes potencias del momento se repartieron el Nuevo Mundo. O, más recientemente, el Sistema del Tratado Antártico, de 1959; el Tratado sobre el Espacio Ultraterrestre, de 1967; y el Acuerdo que Gobierna las Actividades de los Estados en la Luna y otros Cuerpos Celestes, de 1979, aunque firmado por muy pocos países sin significativa trascendencia en la exploración espacial (Marruecos, Filipinas, Perú o Kuwait).

En primera instancia, se deberá crear, en los próximos años, una regulación internacional para la limpieza, conservación y protección del espacio exterior próximo en las órbitas bajas terrestres. En estos momentos, en esa zona del espacio exterior existe un grave problema de «basura espacial» provocada por misiones previas. Esta basura se compone de partes de cohetes, satélites viejos, restos de explosiones, etc. Todos estos elementos constituyen un grave problema para futuras misiones, ya que el impacto de una nave con un simple fragmento de basura puede tener consecuencias desastrosas, poniendo en riesgo vidas humanas y el éxito de las futuras misiones. Un recuento de mitad del 2016 cifró el número de escombros en 17 729 elementos.

Otro reto regulatorio en este contexto científico-tecnológico es la reedición y actualización de los tratados sobre el espacio exterior que se elaboraron y firmaron hace 60 años, ante la evidencia de que las posibilidades que nos brinda la tecnología actual distan mucho de las que existían en los años sesenta del siglo pasado. Por tanto, se debería revisar estos tratados desde organismos supranacionales, con la óptica de las nuevas tecnologías, la perspectiva de las nuevas ambiciones espaciales —como la colonización de Marte— y con criterios modernos de protección y conservación del medio ambiente (entendiendo, en este caso, el medio ambiente como el espacio exterior).

Al debate técnico sobre las derivadas de la exploración espacial cabe nombrar una cuestión mucho más profunda o moral: la humanidad potencialmente

podrá, en los próximos años, convertirse en una especie interplanetaria en el caso de que se cree alguna colonia permanente en el planeta Marte. Si esto sucede, se podría afirmar que la generación actual sería testigo de la más importante efeméride de la especie humana en toda su historia.

**RETO 10**  
**HACIA LA GOBERNANZA GLOBAL**

## **DIPLOMACIA GLOBAL Y NUEVAS ARQUITECTURAS INSTITUCIONALES**

Cada vez existen más retos políticos de escala planetaria. En este documento, dedicamos apartados propios al análisis de algunos, como el calentamiento global, la singularidad tecnológica, la alimentación global o el comercio internacional. Ante desafíos como esos, la diplomacia ha de ser definitivamente global y se van a tener que reconstruir o redefinir las arquitecturas de las instituciones supranacionales.

De forma paralela, en los próximos años vamos a asistir a un resurgimiento de la ciudad-Estado, en detrimento del Estado-nación. El motivo de este proceso radica en que los problemas de escala planetaria no van a poder abordarse desde el Estado-nación, sino desde las nuevas arquitecturas supranacionales, mientras que las particularidades de cada región van a poder gestionarse más eficientemente desde el ámbito local. En este escenario, el Estado-nación podría ir quedando vacío de contenido político,

dentro de una tendencia que indica que puede avanzar paulatinamente hacia su desaparición.

También va a ser necesaria una mejora de la diplomacia a nivel global. Esta deberá estar bien coordinada y disponer de poder coercitivo, para prevenir conflictos armados latentes o intervenir en los declarados. Durante un tiempo se había afirmado que, en el futuro, las sociedades no iban a permitir delitos de lesa humanidad sin que la comunidad internacional no interviniera de forma contundente y, si fuera posible, de forma preventiva. No obstante, y como se ha tratado en el capítulo 5, lo cierto es que un mundo más globalizado no significa siempre un mundo más empático, pues la sobreinformación y las burbujas sociales pueden no dar ningún la atención ni generar el interés que estas cuestiones acarrear. No obstante, tal y como indica Hans Rosling, en su obra *Factfulness* (plagada de datos), el mundo de hoy es mejor que el de ayer y peor que el de mañana, con lo que cabe esperar que crímenes de lesa humanidad se produzcan con cada vez menos frecuencia o, simplemente, no se produzcan.

## **LOS RETOS MIGRATORIOS**

Uno de los mayores desafíos sociopolíticos a los que nos vamos a seguir enfrentando en los próximos años es el reto migratorio y, en particular, los movimientos migratorios sur-norte. Este fenómeno está presente en nuestras sociedades desde hace mucho tiempo, pero, a medida que las desigualdades entre el norte y el sur se agrandan, el proceso se acelera. De hecho, este movimiento se da en todos los

continentes, en una u otra medida, África-Europa; Latinoamérica-EE. UU.; Sudeste Asiático-Oriente Próximo o Australia (en este último caso, en dirección al sur). Por tanto, nos vemos frente a otro problema político de escala planetaria que va a tener que abordarse desde las instituciones y tratados supranacionales.

Los retos que plantean estos movimientos migratorios son múltiples. En primer lugar, la gestión de fronteras y los rescates humanitarios. En segundo término, la lucha contra las mafias de la inmigración. En tercer lugar, la prevención de las reacciones populistas que genera la inmigración en los países de destino. Y, de manera definitiva, abordar el problema de raíz que supone la desigualdad entre unos países y otros. En cualquier caso, las causas de la inmigración son conocidas por la mayoría de la población. En este sentido, imaginar un mundo donde la necesidad de emigrar no sea precisamente esto, una necesidad, podría ser un reto asequible en las próximas décadas.

Aunque esta última afirmación pueda parecer ingenua, un buen desarrollo de políticas públicas de todos los conceptos que este libro ha determinado podría comportar el advenimiento de un mundo donde todos y cada uno de sus habitantes tuviera acceso a una vida de calidad en cualquier lugar del planeta.

## **DESAPARICIÓN DEL DINERO FÍSICO**

Otro reto de magnitud planetaria es la desaparición del dinero físico. De hecho, a día de hoy algunos

países —u otras entidades políticas— ya se han atrevido con este reto, como sucede en Estados tan dispares como Suecia o Kenia, por motivos diferentes en cada caso. En Suecia, la motivación principal fue la de erradicar el fraude. En Kenia, fue la falta de infraestructura financiera, es decir, de oficinas bancarias distribuidas por su territorio nacional, lo que dificultaba enormemente su operativa monetaria.

En el futuro próximo, vamos a asistir a una tendencia imparable en este sentido, para la cual las empresas, las entidades financieras y, en general, toda la sociedad van a tener que prepararse.

La potencial desaparición del dinero físico es otro de los aspectos que, si bien puede comportar muchos más beneficios que problemas, cabe desarrollar de forma correcta. La razón, de nuevo, acecha a la brecha generacional y a la incapacidad, por parte de muchos ciudadanos, de utilizar estas nuevas alternativas. Esencialmente, pues, se prevé un tránsito del dinero físico al digital que puede durar varios años o varias décadas.

Otro elemento a tener en cuenta cuando se habla de dinero «no físico» es el peso y valor que las llamadas criptomonedas puedan tener en el futuro. A día de hoy, estas sirven como elemento de inversión y poco más. No obstante, es muy posible que la fuerza de estas, o al menos de las principales, pueda poner en jaque las principales instituciones monetarias y, por ello, afectar directamente a uno de los principales elementos que definen la soberanía de los Estados.



## INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y GOBERNANZA

En este libro comentamos cómo la inteligencia artificial adoptará de forma progresiva nuevos roles —muchos aún no previstos— en la economía real. Uno de estos roles, sin duda, afectará a la política y la gobernanza de las regiones. De hecho, ya existen tecnologías, basadas en la inteligencia artificial y el procesamiento de *big data*, tanto para predecir la evolución de los ciclos económicos como para adelantar las consecuencias de determinadas decisiones políticas. En este último ejemplo, destaca la iniciativa de la Universidad de Nicosia, que permite predecir las reacciones de los diferentes *stakeholders* con intereses en Chipre ante determinadas decisiones del Gobierno.

Por tanto, en una primera fase veremos cómo la inteligencia artificial asesora a los políticos en la toma de decisiones, pero en una segunda fase podría haber sistemas de inteligencia artificial tomando decisiones de ámbito político, primero en aquellos ámbitos más tabulados, como la política monetaria, la fiscal o la priorización de nuevas infraestructuras y, más adelante, en otros ámbitos más abiertos, como la Defensa, el social o el mercantil.

## LOS RETOS REGULATORIOS

Los retos regulatorios en este campo son de dimensiones considerables y se pueden agrupar en dos tipologías. De un lado, están los retos que van en la dirección de la construcción de una gobernanza global. Por otro, los que van en la dirección de ir

introduciendo, paulatinamente, la inteligencia artificial en los diferentes niveles de gobierno.

En la primera línea, es posible que en un futuro próximo asistamos a la construcción y redefinición progresivas de entidades supranacionales a las que se dotará de competencias legislativas sobre determinados temas de gran relevancia: gestión conjunta de fronteras, política monetaria mundial, diplomacia global, etc. Pero no se trata de una tarea sencilla, dado que, en la construcción de estas entidades, los Gobiernos estatales —y por ende sus políticos— deberán ir cediendo soberanía a estas nuevas entidades, y esto supone una importante barrera.

En el segundo tipo de iniciativas, volvemos a encontrarnos con ese mismo problema aunque, en este caso, en vez de que los políticos estatales tengan que ceder soberanía a otros políticos de ámbito internacional, lo deberían hacer en favor de sistemas informáticos. Es previsible, por tanto, que esto va a suponer un relevante obstáculo para que se instauren estos sistemas con la celeridad que permitiría el desarrollo tecnológico.

Adicionalmente, se pueden construir sistemas de democracia digital, para que los ciudadanos voten el sentido ideológico que deben implantar los sistemas de inteligencia artificial. Es decir, que la ciudadanía pueda escoger, cada cuatro o cinco años, la orientación de las políticas a desplegar por sistemas de inteligencia artificial, entre opciones como las actuales (de carácter liberal, socialdemócrata, democristiano, etc.).

## **CONCLUSIONES**

A lo largo del presente libro, hemos ido desgranando los diversos retos regulatorios que van a suponer los progresos científico-tecnológicos en curso. Hemos hecho un repaso de tecnologías y disciplinas científicas y sociales de muy diversa índole, desde la inteligencia artificial hasta la gobernanza de las instituciones, pasando por la alimentación global o las nuevas fórmulas de movilidad.

En los diferentes apartados, hemos mencionado los impedimentos regulatorios con que pueden encontrarse estas nuevas tecnologías, impedimentos que vamos a clasificar en dos categorías. En primer lugar, están los impedimentos provocados por una regulación obsoleta, es decir, impedimentos legales que surgen al crearse una nueva tecnología sin que la ley haya sido actualizada pertinentemente y, por tanto, se obstruye el paso a nuevos modelos de negocio o nuevos avances sociales. Un ejemplo de este tipo de retos es la obligatoriedad legal —por no estar contemplado lo contrario— de que un médico o un notario público sea una persona física en vez de un algoritmo inteligente. La segunda clase

de retos proviene de aquellas leyes que se han elaborado para obstruir, expresamente, el avance de algún sector tecnológico emergente. Entre los diversos ejemplos de este tipo de impedimentos, citaremos las trabas legales existentes en muchos municipios para imposibilitar la implantación de determinados tipos de movilidad compartida, o las leyes europeas sobre aviación no tripulada que impiden, de forma indirecta, el reparto por esos medios de pequeña paquetería en núcleos urbanos.

En otras palabras, existen retos regulatorios creados por omisión, donde el legislador desatiende la actualización de una regulación, motivado por determinados intereses; o bien por acción, donde el legislador obstruye activamente el desarrollo de nuevos sectores económicos o industriales, tratando de proteger los sectores tradicionales.

El motivo recurrente en ambas situaciones es la inquietud de la sociedad, cuyos máximos representantes son los políticos, ante determinados avances científico-tecnológicos. Por ello, LLYC propone la creación de los conocidos *sandboxes*, para poder experimentar a nivel social y regulatorio con determinados avances científico-tecnológicos. Estos *sandboxes* o entornos de prueba deben tener una naturaleza y configuración diferente según cada caso, dadas las diferencias entre experimentar con los nuevos conceptos *fintech* y probar nuevos conceptos de movilidad o robótica.

El mundo rural constituye un entorno adecuado para la implementación de este tipo de entornos

de experimentación. Como ejemplos destacados, tenemos a algunos países como Estados Unidos o Arabia Saudí, que están creando *sandboxes* regulatorios y geográficos para experimentar con el vehículo autónomo. En el caso de Arabia Saudí, se ha planificado la ciudad de Neom, una ciudad de nueva creación que se está construyendo en una zona fronteriza entre Arabia Saudí, Jordania y Egipto, de dimensiones similares a las de Bélgica, para poder experimentar en un entorno seguro con todos estos avances científico-técnicos.

Para concluir este dossier, nos referiremos a la cuestión de la ética de las nuevas tecnologías. En particular, queremos tratar dos temas que consideramos críticos y sobre los que aún no existe suficiente debate público para poder consensuar una respuesta.

El primero es la contraposición entre la ética local y la ética global. Esta contraposición se ve claramente en temas como el cambio climático: si una región tiene una política muy estricta de emisiones de partículas de efecto invernadero, pero la región vecina no, de (casi) nada servirá la estricta política de la primera, más allá de provocar el desplazamiento de la industria pesada —y de los empleos asociados a esta— de una región a otra. En el caso de la ética de las tecnologías sucede algo muy similar. Por ejemplo, en un entorno globalizado, ¿de qué sirve obligar a desarrollar algoritmos inteligentes con unos códigos de conducta ética muy estrictos si en otra zona del mundo no lo hacen y, al final, los que usan las corporaciones empresariales para

la prestación de sus servicios son los desarrollados en esa otra zona? Otro ejemplo de contraposición entre la ética y la globalidad se da en el ámbito de cultivos transgénicos: si en Europa se prohíbe este tipo de cultivos, pero en otros países no, esto pone en riesgo la competitividad y, por tanto, los ingresos de nuestros agricultores, dado que el ciudadano puede preferir adquirir alimentos más baratos, aunque sean transgénicos e importados. Se puede dar, por tanto, la situación paradójica de que la democracia política vete los transgénicos, mientras que la democracia de mercado los prime. Por consiguiente, puede ocurrir que lo que el ciudadano se ahorre con la compra de estos alimentos modificados genéticamente y cultivados en el extranjero, después se deba gastar a través de sus impuestos para compensar a los agricultores nacionales mediante transferencias y subvenciones públicas (como la Política Agraria Común Europea).

La segunda temática referente a la ética de las nuevas tecnologías es el incipiente debate sobre si a la tecnología (inteligente) se le debe exigir un nivel de ética igual, mayor o menor que a un ser humano. Pongamos el caso del experto humano que evalúa riesgos crediticios en un banco. Estos profesionales pueden tener prejuicios que le conduzcan a actuaciones poco éticas en la esfera pública, como ocurre si un analista de riesgos deniega un crédito hipotecario a una familia solo por sus orígenes étnicos o por residir en un barrio determinado. Podemos encontrar ejemplos similares en otros ámbitos de la actividad humana que podrían ser ejercidos por

algoritmos. Sin duda, no toleraríamos que una máquina inteligente fuera diseñada incluyendo ese tipo de prejuicios, lo que conduce a que se deba regular un código ético y moral de las máquinas y a que este sea de obligado cumplimiento. También a exigir niveles de transparencia elevados a un sistema inteligente, para poder certificar su nivel de ética.

Todas estas cuestiones deben ser objeto de una profunda reflexión por parte de los poderes públicos y, en general, por la sociedad. Una reflexión que ha de tener en cuenta la necesidad de hacer compatibles las exigencias que se hagan a la tecnología y el progreso social, político y económico.



## EPÍLOGO

La multitud de cambios estructurales que se describen en este libro confirman que vivimos unos tiempos en que el mundo evoluciona a un ritmo jamás experimentado. La rapidez de los avances que se están promoviendo en la tecnología y la ciencia obliga a que las instituciones tengan que adaptar con gran agilidad el contexto regulatorio e institucional a las nuevas realidades que van apareciendo. Todo este nuevo encaje regulatorio de esta enorme ola de innovación debe hacerse con el objetivo último de incidir, de forma positiva, en la vida de los ciudadanos.

Después de repasar los múltiples aspectos que determinarán nuestro futuro podemos afirmar, sin la menor duda, que la diferencia entre nuestros días y otras épocas es que hoy es tarde y mañana, otro mundo.

El objetivo con el que se ha escrito este libro ha sido definir los enormes retos regulatorios, sociales y políticos que las instituciones, a nivel global, deberán afrontar durante los próximos años para adaptarse a los profundos cambios que se están

produciendo en ámbitos que van desde la Inteligencia Artificial o la nanorrobótica hasta la potencial modificación genética de los seres humanos o la exploración espacial, sin que ni la sociedad ni las instituciones parezcan ser demasiado conscientes todavía de las dimensiones de esos retos. De hecho, una de las grandes incógnitas que nos plantean estas páginas es saber hasta qué punto la sociedad, pero también sus gobernantes, será capaz de asumir el cambio social, político y regulatorio necesario sin que se generen enormes abismos diferenciales que puedan producir, como consecuencia, situaciones de injusticia, desigualdad o, esperemos que no sea así, de violencia.

A lo largo de este libro se han identificado lo que, a criterio de sus autores, son los diez principales retos científicos y tecnológicos de los próximos años, así como las ventajas y los riesgos que comportan. Con este trabajo se ha hecho un enorme esfuerzo de proyección de cuáles serán, a medio y largo plazo, los nuevos recursos que estarán a disposición de la humanidad en los próximos tiempos, así como alertar de la necesidad de que, sin demora, se adopten marcos regulatorios ágiles, adecuados y globales. En este sentido, cabe remarcar que en el momento en que los problemas de la sociedad son más globales que nunca, las instituciones internacionales o mundiales —especialmente la ONU— se encuentran en su punto más crítico, dotadas de poca capacidad de liderazgo ante los estados.

Compaginar un análisis detallado de cómo será la evolución de la ciencia y la tecnología en cuestiones

tan diferentes como la computación cuántica hasta la alimentación es, sin lugar a dudas, un ejercicio atrevido y delicado, pero absolutamente necesario para, al menos, empezar a poner luz sobre cómo podrán ser las próximas décadas de nuestras vidas.

Sin duda, el hecho que no exista un auténtico poder global, dificulta mucho abordar los retos que tenemos ante nosotros. Si esto no se hace, los problemas pueden ser de gran magnitud, ante lo que representa el mayor desafío cognitivo y vital de la historia.

**Joan Navarro**

Socio y vicepresidente de Asuntos Públicos en LLYC

## **LOS AUTORES**



## **ROGER MONTAÑOLA**

Director Senior de Asuntos Públicos en LLYC  
rmontanola@llorenteycuenca.com

Es especialista en tecnología e inteligencia política. Dirige el área de Asuntos Públicos en Barcelona, donde asesora a empresas especializadas en tecnología y movilidad principalmente.

En 2016 fundó la consultoría Diplolicy, y un año más tarde impulsó el espacio de debate Twenty50. Además, fue socio y cofundador de Diplodat Technologies, una agencia de análisis de riesgo político. Ha sido el diputado más joven del Parlamento de Cataluña, de la mano de Convergència i Unió. También ha colaborado como analista político en TVE, Radio Nacional de España y, actualmente, en 8TV, Rac1 y TV3.

Es licenciado en Ciencias Políticas y Gobierno por la Universidad Pompeu Fabra, tiene un posgrado de la misma materia en la Universidad Autónoma de Barcelona. Es alumni IVLP del State Department y 40 under 40 European Young Leaders 2019 según TT Friends of Europe.



## **IGNASI BELDA**

Senior Advisor de LLYC

[ibelda@advisors.llorentycuenca.com](mailto:ibelda@advisors.llorentycuenca.com)

El Dr. Belda es ingeniero informático, doctor en inteligencia artificial y doctorando en derecho económico y tributario. Actualmente es CEO de la empresa MiWEndo y senior advisor de LLYC. Ha sido durante dos años director general del Parc Científic de Barcelona, y ha fundado seis empresas biotecnológicas, nacionales e internacionales.

Por su carrera emprendedora, el Dr. Belda ha recibido 20 premios, entre los cuales destacan el Premio Princesa de Girona 2014 o el Healthy Longevity Catalyst Awards 2020 otorgado por la Academia Nacional de Medicina Americana.

Ha publicado más de 25 de artículos científicos, ha participado como ponente en más de 50 congresos científicos internacionales y ha escrito seis libros de divulgación sobre inteligencia artificial y telecomunicaciones, tres de ellos traducidos a múltiples lenguas extranjeras. Actualmente es también profesor de biomedicina y bioingeniería en la Universitat Internacional de Catalunya.

**LLYC**

## **Sobre LLYC**

LLYC es una firma global de consultoría de comunicación, marketing digital y asuntos públicos, que ayuda a sus clientes a la toma de decisiones estratégicas de forma proactiva, con la creatividad, innovación y experiencia necesarias, y a su ejecución minimizando los riesgos, aprovechando las oportunidades y siempre considerando el impacto reputacional. En el actual contexto disruptivo e incierto, LLYC contribuye a que sus clientes alcancen sus metas de negocio a corto plazo y a fijar una ruta, con una visión a largo plazo, para defender su licencia social para operar y aumentar su prestigio.

En la actualidad, LLYC tiene 20 oficinas en Argentina, Brasil (São Paulo y Río de Janeiro), Colombia, Chile, Ecuador, España (Madrid y Barcelona), Estados Unidos (Miami, Nueva York y Washington, DC), México, Panamá, Perú, Portugal y República Dominicana. Además, ofrece sus servicios a través de compañías afiliadas en el resto de los mercados de América Latina.

Las dos publicaciones líderes del sector sitúan a LLYC entre las compañías de comunicación más



importantes del mundo. Es la número 36 por ingresos a nivel mundial según el Global Agency Business Report 2021 de PRWeek y ocupa el puesto 46 del Ranking Global 2021 elaborado por PRovoke.

# Organización

## DIRECCIÓN CORPORATIVA

**José Antonio Llorente**  
Socio Fundador y Presidente  
jalorente@llorenteycuenca.com

**Alejandro Romero**  
Socio y CEO Américas  
aromero@llorenteycuenca.com

**Adolfo Corujo**  
Socio y Chief Strategy and Innovation Officer  
acorujo@llorenteycuenca.com

**Luis Miguel Peña**  
Socio y Chief Talent Officer  
lmpena@llorenteycuenca.com

**Juan Carlos Gozzer**  
Socio y COO América Latina  
jcgozzer@llorenteycuenca.com

**Marta Guisasola**  
Chief Financial Officer  
mguisasola@llorenteycuenca.com

**Cristina Ysasi-Ysasmendi**  
Directora Corporativa  
cysasi@llorenteycuenca.com

**Juan Pablo Ocaña**  
Director de Legal & Compliance  
jpocana@llorenteycuenca.com

**Daniel Fernández Trejo**  
Chief Technology Officer  
dfernandez@llorenteycuenca.com

**José Luis Di Girolamo**  
Socio y Global Controller  
jldgirolamo@llorenteycuenca.com

**Antonieta Mendoza de López**  
Vicepresidenta de Advocacy LatAm  
amendozalopez@llorenteycuenca.com

## **ESPAÑA Y PORTUGAL**

**Luisa García**  
Socia y CEO  
lgarcia@llorenteycuenca.com

**Arturo Pinedo**  
Socio y Chief Client Officer  
apinedo@llorenteycuenca.com

### **Barcelona**

**María Cura**  
Socia y Directora General  
mcura@llorenteycuenca.com

**Óscar Iniesta**  
Socio y Director Senior  
oiniesta@llorenteycuenca.com

**Roger Montañola**  
Director Senior Asuntos Públicos  
rmontanola@llorenteycuenca.com

**Muntaner, 240-242, 1º-1ª**  
08021 Barcelona  
Tel. +34 93 217 22 17

### **Madrid**

**Jorge López Zafra**  
Director General  
jlopez@llorenteycuenca.com

**Joan Navarro**

Socio y Vicepresidente Asuntos Públicos  
jnavarro@llorenteycuenca.com

**Amalio Moratalla**

Socio y Director Senior  
Deporte y Estrategia de Negocio  
amoratalla@llorenteycuenca.com

**Iván Pino**

Socio y Director Senior Crisis y Riesgos  
ipino@llorenteycuenca.com

**David González Natal**

Socio y Director Senior Engagement  
dgonzalezn@llorenteycuenca.com

**Ana Folgueira**

Socia y Directora Ejecutiva Estudio Creativo  
afolgueira@llorenteycuenca.com

**Carmen Muñoz**

Directora Senior Asuntos Públicos  
cmunoz@llorenteycuenca.com

**José Luis Ayllón**

Director Senior Contexto Político  
jllyllon@llorenteycuenca.com

**Paloma Baena**

Directora Senior de la Unidad Next Generation EU  
pbaena@llorenteycuenca.com

**Carlos Ruiz Mateos**

Director de Asuntos Públicos  
cruiz@llorenteycuenca.com

**Lagasca, 88 - planta 3**

28001 Madrid

Tel. +34 91 563 77 22

**Lisboa**

**Tiago Vidal**

Socio y Director General  
tvidal@llorenteycuenca.com

**Maria Eça**

Gerente de Asuntos Públicos  
meca@llorenteycuenca.com

**Avenida da Liberdade nº225, 5º**

Esq. 1250-142 Lisboa  
Tel. + 351 21 923 97 00

**APACHE**

**Jesús Moradillo**

CEO  
jesus@apachedigital.io

**Luis Manuel Núñez**

Director General US  
luis@apachedigital.io

**David Martín Muñoz**

Director General LATAM  
david@apachedigital.io

**Arturo Soria 97A, Planta 1**

28027 Madrid  
Tel. +34 911 37 57 92

**CHINA**

**Marta Aguirrezabal**

Socia Fundadora y Directora Ejecutiva  
marta.aguirrezabal@chinamadrid.com

**Pedro Calderón**

Socio Fundador y Director Ejecutivo  
pedro.calderon@chinamadrid.com

**Rafa Antón**

Socio Fundador y Director Creativo y de Estrategia  
rafa.anton@chinamadrid.com

**Velázquez, 94. 28006 Madrid**

Tel. +34 913 506 508

## **ESTADOS UNIDOS**

**Alejandro Romero**  
Socio y CEO Américas  
aromero@llorenteycuenca.com

**Juan Felipe Muñoz**  
CEO Estados Unidos  
fmunoz@llorenteycuenca.com

**Erich de la Fuente**  
Chairman  
edela Fuente@llorenteycuenca.com

**Javier Marín**  
Director Senior Healthcare Américas  
jmarin@llorenteycuenca.com

### **Miami**

**Juan Felipe Muñoz**  
CEO Estados Unidos  
fmunoz@llorenteycuenca.com

**600 Brickell Avenue**  
Suite 2125  
Miami, FL 33131  
Tel. +1 786 590 1000

### **Nueva York**

**Juan Felipe Muñoz**  
CEO Estados Unidos  
fmunoz@llorenteycuenca.com

**3 Columbus Circle 9th Floor**  
New York, NY 10019 United States  
Tel. +1 646 805 2000

### **Washington**

**Francisco Marquez Lara**  
Director Ejecutivo  
fmarquez@llorenteycuenca.com

1025 F Street NW, 9th Floor  
Washington, 20004  
Tel. +1 202-295-0178

## **REGIÓN NORTE**

**Javier Rosado**  
Socio y Director General Regional  
jrosado@llorenteycuenca.com

### **Ciudad de México**

**Mauricio Carrandi**  
Director General  
mcarrandi@llorenteycuenca.com

**Marilyn Márquez**  
Directora Asuntos Públicos  
mmarquez@llorenteycuenca.com

**Av. Paseo de la Reforma 412 Piso 14.**  
Colonia Juárez Alcaldía Cuauhtémoc  
CP 06600, Ciudad de México  
Tel. +52 55 5257 1084

### **Panamá**

**Manuel Domínguez**  
Director General  
mdominguez@llorenteycuenca.com

**Margorieth Tejeira**  
Directora Senior Crisis y Asuntos Públicos  
mtejeira@llorenteycuenca.com

**Sortis Business Tower Piso 9**  
Calle 57 Obarrio - Panamá  
Tel. +507 206 5200

### **Santo Domingo**

**Iban Campo**  
Director General  
icampo@llorenteycuenca.com

**Av. Abraham Lincoln 1069**  
Torre Ejecutiva Sonora, planta 7 Suite 702  
Tel. +1 809 6161975

### **San José**

**Pablo Duncan – Linch**  
Socio Director CLC Comunicación y Asuntos Públicos  
pduncan@clcglobal.cr

**Dan Schuster**  
Director Asuntos Públicos  
CLC Comunicación y Asuntos Públicos  
dschuster@clcglobal.cr

**Del Banco General 350 metros oeste**  
Trejos Montealegre, Escazú  
San José  
Tel. +506 228 93240

### **BESO**

**Federico Isuani**  
Co Founder  
federico.isuani@beso.agency

**José Beker**  
Co Founder  
jose.beker@beso.agency

**Av. Santa Fe 505, Piso 15, Lomas de Santa Fe**  
CDMX 01219  
Tel. +52 55 4000 8100

### **REGIÓN ANDINA**

**María Esteve**  
Socia y Directora General Regional  
mesteve@llorenteycuenca.com

### **Bogotá**

**Marcela Arango**  
Directora General  
marango@llorenteycuenca.com



**Luz Ángela Sánchez**  
Directora Senior Asuntos Públicos  
lsanchezc@llorenteycuenca.com

**Av. Calle 82 # 9-65 Piso 4**  
Bogotá D.C. – Colombia  
Tel. +57 1 7438000

## **Lima**

**Gonzalo Carranza**  
Director General  
gcarranza@llorenteycuenca.com

**Paola Fune**  
Directora Senior Asuntos Públicos  
pfune@llorenteycuenca.com

**Av. Andrés Reyes 420, piso 7 San Isidro**  
Tel. +51 1 2229491

## **Quito**

**Carlos Llanos**  
Director General  
cllanos@llorenteycuenca.com

**Juan Rivadeneira**  
Director Senior Asuntos Públicos  
jrivadeneira@llorenteycuenca.com

**Avda. 12 de Octubre N24-528 y Cordero**  
Edificio World Trade Center – Torre B - piso 11  
Tel. +593 2 2565820

## **REGIÓN SUR**

**Mariano Vila**  
Socio y Director General Regional  
mvila@llorenteycuenca.com

## **São Paulo**

**Thyago Mathias**  
Director General  
tmathias@llorenteycuenca.com

Rua Oscar Freire, 379, Cj 111  
Cerqueira César SP - 01426-001  
Tel. +55 11 3060 3390

### **Río de Janeiro**

**Thyago Mathias**  
Director General  
tmathias@llorenteycuenca.com

**Adelia Chagas**  
Directora Senior Comunicación Corporativa  
achagas@llorenteycuenca.com

Rua Almirante Barroso, 81 34º andar  
CEP 20031-916  
Rio de Janeiro

### **Buenos Aires**

**María Eugenia Vargas**  
Directora General  
mevargas@llorenteycuenca.com

**Daniela Prado**  
Directora Senior Asuntos Públicos  
mdprado@llorenteycuenca.com

Av. Corrientes 222, piso 8 C1043AAP  
Tel. +54 11 5556 0700

### **Santiago de Chile**

**Mª Soledad Camus**  
Socia y CEO  
scamus@llorenteycuenca.com

**Marcos Sepúlveda**  
Director General  
msepulveda@llorenteycuenca.com

**Francisco Aylwin**  
Presidente del Consejo Asesor  
faylwin@llorenteycuenca.com

**Soledad Pino**

Directora Senior de Asuntos Públicos  
spino@llorenteycuenca.com

**Avda. Pdte. Kennedy 4.700 Piso 5**

Vitacura. Santiago

Tel. +56 22 207 32 00

Tel. +562 2 245 0924

**BESO**

**Rodrigo Gorosterrazú**

Director General Creativo

rodrigo.gorosterrazu@beso.agency

**El Salvador 5635, Buenos Aires**

CP. 1414 BQE, Argentina

**PRESENCIA EN LA RED**

**Web corporativa**

[www.llorenteycuenca.com](http://www.llorenteycuenca.com)

**IDEAS LLYC**

<https://ideas.llorenteycuenca.com/>

**Fundación LLYC**

[www.fundacionllyc.org](http://www.fundacionllyc.org)

**Blog de Asuntos Públicos**

[www.blogdeasuntospublicos.com](http://www.blogdeasuntospublicos.com)

**LinkedIn**

[www.linkedin.com/company/llorente-&-cuenca](http://www.linkedin.com/company/llorente-&-cuenca)

**Twitter**

@LlorenteyCuenca

**Instagram**

@llorenteycuenca

**Facebook**

[www.facebook.com/llorenteycuenca](http://www.facebook.com/llorenteycuenca)

**YouTube**

[www.youtube.com/user/LLORENTEYCUENCA](http://www.youtube.com/user/LLORENTEYCUENCA)