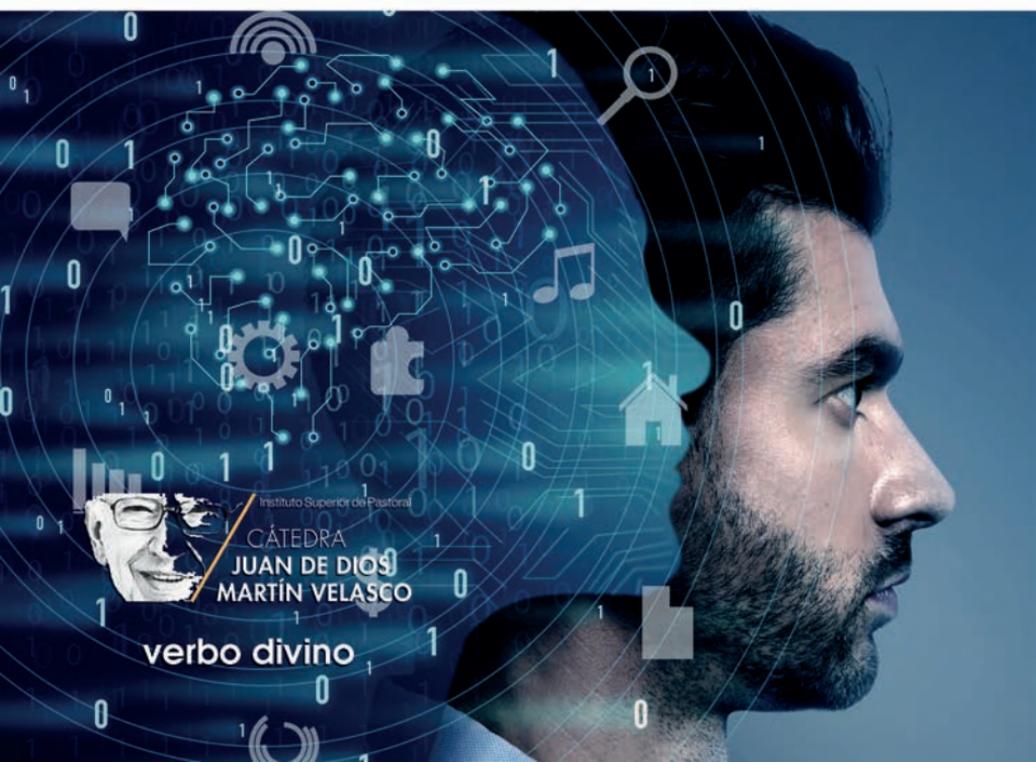


UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE SALAMANCA  
Instituto Superior de Pastoral

# El desafío de la revolución digital a la Iglesia

XXXII Semana de Estudios  
de Teología Pastoral

Acto Académico en memoria  
del profesor Juan Martín Velasco



**El desafío de  
la revolución digital  
a la Iglesia**

UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE SALAMANCA

Instituto Superior de Pastoral

# El desafío de la revolución digital a la Iglesia

XXXII Semana de Estudios  
de Teología Pastoral

*evd*

Editorial Verbo Divino  
Avenida de Pamplona, 41  
31200 Estella (Navarra), España  
Teléfono: 948 55 65 11  
www.verbodivino.es  
evd@verbodivino.es

© 2022, Instituto Superior de Pastoral

© 2022, Editorial Verbo Divino

Impreso en España – *Printed in Spain*

Impresión: Impresión: Gráficas Astarriaga, Abárzuza (Navarra)

Depósito legal: NA 2366-2022

ISBN: 978-84-9073-831-3

ISBN Ebook: 978-84-9073-832-0

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra ([www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com); 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

# Contenido

Presentación.....	11
Juan Pablo García Maestro, OSST	
COORDINADOR DE LA XXXII SEMANA DE TEOLOGÍA PASTORAL	

## I PONENCIAS

¿Caminamos hacia un futuro posthumano?.....	19
Sara Lumbreras	
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA, UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS (MADRID)	

Luces y sombras de la cultura digital.....	83
Jesús Rojano Martínez	
INSTITUTO SUPERIOR DE PASTORAL (UPSA-MADRID)	

El desafío de la revolución digital a la Iglesia. Análisis eclesiológico .....	127
Jesús Martínez Gordo	
FACULTAD DE TEOLOGÍA DEL NORTE DE ESPAÑA (VITORIA)	

## II MESA REDONDA

La revolución digital desde distintas culturas .....	163
Ester Palma	
COREA	

La revolución digital y la Iglesia hoy, una historia  
parroquial al sur de California..... 175

Juan Bernardo Navarro

ESTADOS UNIDOS

Semana Teológica Juan XIII..... 181

Fr. Lawrence Muthue, SVD

TANZANIA

Internet como modo de existencia ..... 189

Fray Abel de Jesús

ESPAÑA

### III

## ACTO ACADÉMICO EN MEMORIA DEL PROFESOR JUAN MARTÍN VELASCO

Presentación del Acto académico ..... 203

Lorenzo de Santos

DIRECTOR DEL INSTITUTO SUPERIOR DE PASTORAL

Saludo del arzobispo de Madrid..... 207

Cardenal Carlos Osoro

Palabras de Francisco García ..... 209

Francisco García

DECANO DE LA FACULTAD DE TEOLOGÍA UPSA

La oración como vida mística ..... 213

Miguel García-Baró

Juan Martín Velasco: una presencia inolvidable en el Instituto Superior de Pastoral .....	223
Felisa Elizondo	
Juan Martín Velasco: el ámbito fenomenológico.....	233
José Luis Corzo	
Juan: Iglesia-mundo .....	249
Felicísimo Martínez, O.P.	
Quehacer formativo y pastoral .....	283
Antonio Ávila	
Presentación de las Jornadas en Santa Cruz del Valle .....	313
Enrique Rodríguez González	
ALCALDE DE SANTA CRUZ DEL VALLE (ÁVILA)	

# Presentación

Juan Pablo García Maestro, OSST

COORDINADOR DE LA XXXII SEMANA  
DE TEOLOGÍA PASTORAL

En los días del 25 al 27 de enero de 2022 se celebró la XXXII Semana de Teología Pastoral, cuyo tema marco fue «El desafío de la revolución digital a la Iglesia». La actualidad de este tema queda más que suficientemente reflejada en los textos que aparecen en este libro de actas, que tan generosamente nos viene publicando la editorial Verbo Divino a la que, en nombre de los profesores del Instituto Superior de Pastoral, deseo agradecer.

Una de las cuestiones centrales que emerge del desafío de la era digital a toda la sociedad y también a la Iglesia es esta: ¿caminamos hacia un futuro posthumano? A través de las de las nuevas herramientas podemos construir un mundo de seres humanos más libres o también de nuevos esclavos. Es imprescindible evaluar las antropotecnias desde la perspectiva de los valores, desde el para qué. Es posible que las nuevas antropotecnias abran nuevos caminos para la construcción de la propia vida de manera más plena, libre y responsable. Todo el rango de mejoras contempladas, desde las físicas hasta las morales, contiene un potencial positivo que debería aprove-

charse, pero también un reverso amenazante que un discernimiento cuidadoso individual y social podría evitar. Así, más que posthumanos, podríamos emplear los potenciales de la tecnología para ser más humanos (Sara Lumbreras).

La tecnología no es un mero instrumento para nuestros fines. Esta tentación pasa por no entender que el mundo digital es un mundo en relación, donde la persona tiene que abrirse a los demás y dejarse interpelar. Si convertimos la red en mundo volcado de ideas sin interrogantes por lo que vemos en otros, es que no hemos entendido que el mundo digital es un espacio de encuentro donde habitan personas.

Internet no puede ser considerado un medio de comunicación, sino una forma de existencia virtual que condiciona nuestra vida en todas sus dimensiones. Uno no usa internet, sino que vive de él. Y a su vez, no se trata de demonizar todo lo digital. Esta es la perspectiva de los fundamentalistas y supersticiosos. Como también otra forma de mal discernimiento que es considerar internet nuestra salvación. Esta opción cae en la ingenuidad de pensar que lo moderno y lo progresista es asumir todas las propuestas del avance tecnológico, sin matices.

Sin embargo, existe otra forma más ponderada: esta forma lleva el nombre de «astucia evangélica». El discernimiento, al tiempo y prudente, no desdeña lo nuevo, si de ello pueda sacar un beneficio, y no teme prescindir de aquello de lo que verse perjudicado. Esta doble valentía, la de la astucia y la renuncia, ha movido al cristianismo desde sus comienzos.

Ante la cultura digital no debemos ser ni apocalípticos ni integrados. La cultura digital ha llegado para quedarse. No hay que controlar a las máquinas; debe autocontrolarse el sujeto que utiliza las máquinas.

La Red no es un nuevo modo de evangelización, sino que es sobre todo un contexto en el que la fe está llamada a expresarse no por una mera voluntad de presencia, sino por la connaturalidad del cristianismo con la vida de los hombres (Antonio Spadaro). La cultura digital nos reta a no aislarnos con «los nuestros», sino a dialogar abiertamente con todos. En vez de relacionarnos solo con los que son igual que nosotros, debemos favorecer el ecumenismo en sentido amplio y evitar el complejo de sentirnos «fortaleza aislada».

Frente a la posverdad y a las *fake news*, es más urgente que nunca una de las propuestas pastorales de lo que se llama «ser honrados con la realidad» (Jon Sobrino) y, ante todo, educar para ello. En la cultura digital existe el riesgo de debilitamiento del pensamiento crítico. Y es muy importante la atención a los últimos para solucionar o mitigar el problema de «la brecha digital». En la era digital urge pasar de una pastoral de la transmisión a la pastoral del testimonio; de una pastoral de ideas a la pastoral de la narración. Pero sobre todo una pastoral atenta a la intensidad y a la interioridad (Jesús Rojano).

La pandemia ha demostrado con particular fuerza algunos de los aspectos positivos de la revolución digital: facilitando la comunicación entre los confinados y la interrelación entre las personas aisladas que hemos sido durante meses. Pero también nos hemos percatado de algunos límites, en particular para los mayores y los defi-

cientemente formados, los que no disponen de recursos suficientes y no son rentables; y que son lo que algunos denominan «la brecha digital doméstica».

Durante la pandemia el ministerio de la presidencia y de la animación de la comunidad quedó muy centralizado en los presbíteros, asumiendo, en ocasiones, casi todos los servicios que, hasta entonces, prestaban otros bautizados, vistas las dificultades del laicado para salir, de manera autorizada, a la calle.

Decía el hermano Alois de Taizé: «Es asombroso la capacidad que tienen los jóvenes para adentrarse en el silencio, gracias a las nuevas tecnologías». Pero matizó esa primera admiración indicando que creer en Cristo significa fortalecer la vida comunitaria y la unidad; lo cual quiere decir que internet no puede reemplazar los encuentros cara a cara.

Otro hecho real es el consumo de contenido proporcionado por blogs religiosos y sitios web reforzando las corrientes partidarias –tanto entre los seguidores de muchas de las nuevas espiritualidades como de la liturgia tradicional– de un anti-intelectualismo a la vez devoto y entusiasta. Son webs que, presentándose como católicas y visitadas por muchos seminaristas, sacerdotes y jóvenes y activistas eclesiales, practican un anti-intelectualismo militante anti-Vaticano II y neo-tradicionalista, a la par que pro Vaticano I (Martínez Gordo).

En las actas hemos querido incluir también las brillantes comunicaciones con motivo del homenaje más que merecido a nuestro compañero Juan de Dios Martín Velasco. Felisa Elizondo destaca la presencia inolvidable de Martín Velasco en el Instituto Superior de Pastoral.

José Luis Corzo desarrolla la aportación tan original de Juan en el ámbito fenomenológico. Miguel García Baró, lo místico en los escritos de Juan. El religioso dominico Felicísimo Martínez se centra en la relación Iglesia-Mundo. Finalmente, Antonio Ávila reflexiona sobre el quehacer formativo y pastoral.

Agradecemos la presencia de Francisco García Martínez, decano de la Facultad de Teología de la UPSA. También queremos agradecer a la Fundación Pablo VI, a los alumnos y a la asociación de antiguos alumnos del ISP que, con su apoyo, hacen posible que estas semanas sigan adelante.

I  
PONENCIAS

# ¿Caminamos hacia un futuro posthumano?

Sara Lumbreras

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA,  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS (MADRID)

La tecnología ha progresado espectacularmente, sobre todo en las últimas décadas. En las próximas páginas repasaremos algunos avances especialmente interesantes de la medicina o las ciencias de la computación, por ejemplo. Uno de los factores definitorios de estas nuevas tecnologías es su ámbito de aplicación. El objeto de la tecnología solía ser la naturaleza: el ser humano modificaba su medio ambiente para adaptarlo a sus condiciones de vida óptimas. Sin embargo, ahora el objeto de la tecnología es el ser humano mismo. Así, definimos las *antropotecnias* como las tecnologías que aplican al ser humano, su actividad y sus relaciones.

Las antropotecnias no contemplan, en general, una aplicación neutra de sus desarrollos, sino que se centran en la idea de «mejorar» la condición humana mediante la superación de sus límites, idea que en el mundo anglosajón se conoce como *enhancement*. Esta mejora se focaliza con fuerza en retrasar y potencialmente eliminar el enve-

jecimiento e incrementar de nuestras capacidades físicas e intelectuales. En algunos casos, se habla también de mejoras morales (a través, por ejemplo, de la administración de fármacos con efectos sobre el comportamiento). El resultado de este proceso de mejora será el posthumano, en el que la mayoría de las limitaciones que hoy día nos definen dejarán de hacerlo (incluso, según algunos, la muerte misma). El transhumanismo se define entonces, con relación al posthumano, como el movimiento intelectual y cultural que afirma no solo la posibilidad, sino la conveniencia de avanzar hacia ese posthumano, *mejorando la condición humana a través de tecnología*.

En la mayoría de los pensadores, la mejora del ser humano o *enhancement* se contempla desde dos puntos de vista: el individual (que permite que sea el individuo el que decida qué mejoras quiere aplicarse a sí mismo desde su libertad) y el colectivo, en el que la mejora de la especie humana se plantea como un imperativo moral en el que la evolución pasa de ser un proceso ciego a un acto colectivo consciente.

El transhumanismo es una forma de tecnooptimismo, en el que está implícita una confianza total en la tecnología no solo para trascender nuestros límites, sino para acabar con los males sociales. Este es, precisamente, el primer desafío del transhumanismo. Solo desde la prudencia y desde una esperanza consciente conseguiremos guiar el avance de la tecnología según los valores que escogamos como sociedad. El segundo desafío es que el transhumanismo asume que la tecnología es la que guía el avance de las sociedades. Es necesario un diálogo abierto entre saberes, especialmente con las humanidades, para

aprovechar el potencial humanizador de la tecnología. En este capítulo repasaremos brevemente la historia del transhumanismo, sus autores principales y las aristas más notables de la definición de mejora o *enhancement*, para intentar plantear de manera coherente la pregunta: «¿Caminamos hacia un futuro posthumano?». Parte de este texto aparece en las secciones de introducción del libro (S. Lumbreras, 2020).

## 1. Breve historia del transhumanismo

Como decíamos, el transhumanismo tiene como objetivo «mejorar la condición humana a través de tecnología», especialmente mediante la eliminación del envejecimiento y el incremento de las capacidades intelectuales y físicas. Según algunos autores, como Nick Bolstrom, desde que el hombre es hombre ha intentado luchar contra el envejecimiento y contra la propia mortalidad.

En el *Gilgamesh* mesopotámico (2100 a.C.), una de las primeras épicas escritas, ya se planteaba la búsqueda de la inmortalidad. El héroe Gilgamesh empieza a temer la muerte cuando su mejor amigo parece víctima de la enfermedad (que, por cierto, le había sido enviada por los dioses como castigo). Entonces, parte en busca de Utnapishtim, el único superviviente del diluvio, al que los dioses concedieron salvarse mediante la construcción de una gran nave y cuya obediencia premiaron con la inmortalidad. Después de un accidentado viaje, cuando Gilgamesh se encuentra cara a cara con Utnapishtim, este le revela que para alcanzar la inmortalidad debe vencer al sueño. Lejos de conseguirlo, tras solo unas horas, Gilgamesh cae rendido y duerme durante doce días seguidos.

Sin embargo, aunque la inmortalidad no esté a su alcance, sí que se le ofrece la manera de recuperar la juventud: Utnapishtim le da una planta con la capacidad de revertir el envejecimiento y restaurar la salud. Desafortunadamente, una serpiente le roba la planta, con lo que debe regresar sin haber conseguido su objetivo (Mitchell, 2004).

Gilgamesh es solo un ejemplo, aunque uno de los más tempranos, de la búsqueda de la inmortalidad y la juventud que aparecen en la mitología o la literatura. Desde el mito del ingeniero Dédalo desafiando a los dioses y su hijo Ícaro muriendo por volar demasiado cerca del Sol, a la alquimia medieval, sobran referencias tanto al deseo de trascender los límites de lo humano como a lo potencialmente perverso de esas ambiciones (el *hubris* que forma parte también de lo humano).

Aunque el objetivo del transhumanismo no sea nuevo, sin embargo sí lo es (al menos, relativamente) la idea de poder alcanzarlo a través de la tecnología, que es el concepto clave de este movimiento. En un interesante ensayo, Nick Bostrom (2005), autor del libro *Superinteligencia* del que hablaremos más tarde, realiza un estudio sobre las raíces del transhumanismo. Las encuentra en el humanismo de Pico della Mirandola, que pone el foco en la capacidad del ser humano para transformarse a sí mismo («criatura que no es ni del cielo ni de la tierra, ni mortal ni inmortal, que libre y orgullosamente da forma a su propio ser» (Della Mirandola, 2012), y en la fe en el método científico surgida en la Ilustración. Bostrom también encuentra curiosas referencias a tecnologías soñadas por los transhumanistas en pensadores muy anteriores, como por ejemplo un texto de Benjamin Franklin, en el que expresa su deseo de que se desarrolle tecnoló-

gicamente un medio para preservar a los muertos y poder devolverlos a la vida en un momento futuro.

Por otro lado, la palabra transhumanismo no es tan nueva como podía parecer. Aparece por primera vez en 1924, en un ensayo de Haldane, titulado, muy apropiadamente, *Dédalo: la Ciencia y el Futuro* (Haldane, 1924). En él, Haldane predice que la tecnología hará que en el futuro todas las sociedades sean ricas y dispongan de energía barata y eficiente, y que la genética hará que seamos más altos, sanos e inteligentes. También imagina que estos nuevos humanos llegarían al mundo por ectogénesis (la gestación externa en un vientre artificial) y que serían capaces de trasladarse a otros planetas. Su definición fue la siguiente:

La especie humana puede, si lo desea, trascenderse a sí misma, no solo esporádicamente, un individuo aquí de una manera, un individuo allí de otra manera, sino en su totalidad, como humanidad. Necesitamos un nombre para esta nueva creencia. Quizás «transhumanismo» sirva: el hombre sigue siendo hombre, pero se trasciende a sí mismo, al darse cuenta de nuevas posibilidades de y para su naturaleza humana.

Algunos años después, el biólogo Julian Huxley popularizó el término «transhumanismo» en sus escritos. Huxley se interesó principalmente por la eugenesia, por controlar la evolución humana para intentar mejorar la especie. Huxley fue un brillante biólogo en un momento en el que las ideas de la evolución de Darwin acababan de ser asimiladas. Tras el choque inicial de sabernos solo una especie más entre millones, vivas o extintas, apareció rápidamente el deseo de utilizar de forma práctica el nuevo conocimiento y, con él, el interés por la eugenesia,

que se extendió como la pólvora a ambos lados del Atlántico. No conviene olvidar que, pese a que afortunadamente no se llegó a extremos como las tragedias vividas en el Tercer Reich, se fundaron sociedades en apoyo de la eugenesia tanto en los Estados Unidos como en varios países europeos, con grandes influencias políticas. Una de las primeras fue la británica (1907), que ya desde su fundación abogó por la esterilización de los «débiles» para mejorar la raza británica (no conviene olvidar tampoco que el concepto y el término mismo *eugenesia* se lo debemos a Francis Galton, primo de Charles Darwin). Julian Huxley llegó a ser presidente de la Sociedad Británica por la Eugenesia (Baker, 1976).

Además del deseo de inmortalidad y de transformación del ser humano, en el corazón del transhumanismo se encuentra la idea de crear consciencia artificial. Fue también en la mitología y la literatura donde apareció por primera vez la idea de crear a otro ser vivo: el *golem* judío se formaba partir de barro e, incapaz de hablar, nunca pasaría de ser la sombra de un ser humano. El Frankenstein de Mary Shelley, en el siglo XIX, sigue conmoviendo. La misma palabra «robot» apareció por primera vez en la literatura, en una obra del escritor checo Čapek (Čapek, 1923) para referirse a unos trabajadores autómatas: «robot» designa en su lengua el «trabajo pesado» (por cierto, la obra acaba mal, con los robots rebelándose contra sus creadores).

En paralelo a los avances en la comprensión de los mecanismos de la evolución, se realizaron desarrollos sorprendentes en las ciencias de la computación que llevaron, a mediados del siglo pasado, a concebir la creación de inteligencia artificial (IA). Uno de los padres de esta disciplina, Turing, se preguntaba ya en 1950 si sería posible

crear una máquina que fuese capaz de pensar (Machinery, 1950). En su ensayo, Turing se planteó primero qué entendemos por máquina y qué entendemos por pensar. Así, definió su conocido «Test de Turing»: decidiríamos que una máquina es capaz de pensar cuando pueda convencer a un ser humano, a través de sus comunicaciones, de que se trata de una persona. Muy pronto después de conceptualizar las «máquinas inteligentes» se concibió la «máquina superinteligente», una IA que fuese capaz de superar al ser humano en toda tarea posible. Esta máquina sería la última invención del ser humano, ya que el resto de ellas las realizaría la máquina directamente (Good, 1965).

Otra de las ideas clave del tecnooptimismo tiene su origen curiosamente el mismo año: la ley de Moore, que conceptualiza el crecimiento acelerado de la tecnología. Moore, uno de los fundadores de Intel, se dio cuenta de que el número de transistores que se podían instalar en un circuito de superficie dada se multiplicaba por dos cada dos años (Moore, 1965). Esta tendencia parece haberse mantenido hasta nuestros días y se da en una multiplicidad de procesos tecnológicos, inspirando el concepto de singularidad (la existencia de un momento futuro en el que el progreso será tan rápido que producirá una discontinuidad entre el mundo futuro y el que conocemos ahora).

Las décadas siguientes fueron testigos del desarrollo de los conceptos fundamentales del transhumanismo por dos vías distintas, pero mutuamente alimentadas: la tecnociencia y la ciencia ficción, con autores como Arthur C. Clarke e Isaac Asimov.

En la década de 1960 se formó el primer grupo de pensadores tecnooptimistas, los *Up-Wingers*. El grupo fue fundado por F. M. Esfandiary, que cambió su nombre a FM-2030. Según Bostrom, estos primeros pensadores concebían el transhumano de manera diferente a la actual y mencionaban como características definitorias vivir de manera cosmopolita, ser usuarios de cirugía estética o ser hermafroditas. Bostrom critica duramente esta visión temprana, aunque probablemente deberíamos entenderla como una toma de control sobre el propio cuerpo y los roles sociales más allá de los estereotipos.

En las décadas de 1970 y 1980 se crearon diversas asociaciones aisladas que se centraron en tecnologías concretas (por ejemplo, la criogenización o los viajes espaciales). Natasha Vita-More organizaba reuniones de transhumanistas en Los Ángeles y escribió y dirigió la primera película transhumanista, *Breaking away* (*Liberándose*, 1980), en la que el ser humano escapa de sus limitaciones físicas y pasa a vivir en el espacio. Vita-More comenzó a introducir elementos relacionados con las artes en la esfera transhumanista.

La *extropía* fue un concepto creado por estos pensadores como el antónimo de la entropía (desorden que va aumentando en el universo) y que define los valores y el marco tecnológico que llevan a la mejora de la condición humana. Poco después, los mismos pensadores fundaron el Extropy Institute. En 1998, Nick Bostrom y David Pearce fundaron la Asociación Transhumanista Mundial, que pretendía unificar los grupos dispersos bajo un mismo *Manifiesto Transhumanista*, que se puede encontrar en su versión en castellano en (<https://transhumanismo.org/manifiesto-transhumanista/>) y se reproduce a continuación:

1. En el futuro, la humanidad cambiará de forma radical por causa de la tecnología. Prevedemos la viabilidad de rediseñar la condición humana, incluyendo parámetros tales como lo inevitable del envejecimiento, las limitaciones de los intelectos humanos y artificiales, la psicología indeseable, el sufrimiento, y nuestro confinamiento al planeta Tierra.
2. La investigación sistemática debe enfocarse en entender esos desarrollos venideros y sus consecuencias a largo plazo.
3. Los transhumanistas creemos que siendo generalmente receptivos y aceptando las nuevas tecnologías tendremos una mayor probabilidad de utilizarlas para nuestro provecho que si intentamos condenarlas o prohibirlas.
4. Los transhumanistas defienden el derecho moral de aquellos que deseen utilizar la tecnología para ampliar sus capacidades mentales y físicas y para mejorar su control sobre sus propias vidas. Buscamos crecimiento personal más allá de nuestras actuales limitaciones biológicas.
5. De cara al futuro, es obligatorio tener en cuenta la posibilidad de un progreso tecnológico dramático. Sería trágico si no se materializaran los potenciales beneficios a causa de una tecnofobia injustificada y prohibiciones innecesarias. Por otra parte, también sería trágico que se extinguiera la vida inteligente a causa de algún desastre o guerra ocasionados por las tecnologías avanzadas.
6. Necesitamos crear foros donde la gente pueda debatir racionalmente qué debe hacerse, y un orden social en el que las decisiones serias puedan tomarse eficientemente.
7. El transhumanismo defiende el bienestar de toda conciencia (sea en intelectos artificiales, humanos, animales no humanos, o posibles especies extraterrestres) y abarca muchos principios del humanismo moderno. El transhumanismo no apoya a ningún grupo o plataforma política determinada.

Las siguientes personas han contribuido a este documento: Doug Bailley, Anders Sandberg, Gustavo Alves, Max

More, Holger Wagner, Natasha Vita-More, Eugene Leitl, Berrie Staring, David Pearce, Bill Fantegrossi, Doug Bailly Jr., Den Otter, Ralf Fletcher, Kathryn Aegis, Tom Morrow, Alexander Chislenko, Lee Daniel Crocker, Darren Reynolds, Keith Elis, Thom Quinn, Mikhail Sverdlov, Arjen Kamphuis, Shane Spaulding, Nick Bostrom.

Los últimos veinte años han visto cómo la tecnología sigue desarrollándose y se amplían los debates tanto en los círculos académicos como en la sociedad en su conjunto. Hace unos años, Fukuyama se refirió al transhumanismo como «la idea más peligrosa del mundo» (Fukuyama, 2004), debido a su potencial para incrementar las desigualdades, creando seres *mejorados* con más derechos que los que, por falta de medios o por voluntad propia, reciban esas mejoras.

En 2008, la Asociación Transhumanista Mundial cambió su nombre a Humanity Plus y se propuso aumentar su impacto.

El interés por algunas ideas transhumanistas, como la singularidad o la creación de una inteligencia artificial general, se ha visto recientemente reflejado de manera intensa en el cine y la literatura. Por ejemplo, en la película *Her* (Jonze *et al.*, 2014), el protagonista se enamora de su sistema operativo. En *Ex Machina* (Alex Garland, 2015) se describe al primer androide que pasa el test de Turing. Otra película, *Transcendence* (Pfister *et al.*, 2014), muestra el momento en el que sucede la singularidad, a partir de la primera vez en la que se consigue subir una mente a la nube con consecuencias impredecibles. Algunos autores han realizado análisis muy interesantes de la

presencia de ideas transhumanistas en el cine y la televisión actual (Ezpeleta y Segarra).

## **2. Las tecnologías de la mejora**

La primera disciplina que es necesario revisar es la medicina, que ha realizado avances asombrosos en el último siglo. Durante el Paleolítico, la principal causa de muerte eran los accidentes de caza o el impacto de las guerras, y la mayoría de los seres encontraban la muerte de manera violenta. Después de la introducción de la agricultura, la vida en grandes comunidades cambió esta dinámica: las muertes violentas bajaron en importancia, pero aparecieron enfermedades infecciosas que podían extenderse en forma de epidemias en los asentamientos. Esta situación se mantuvo hasta la difusión de los antibióticos y las grandes campañas de vacunación en el siglo xx, que prácticamente consiguieron acabar con plagas del pasado como la polio, la difteria o el tétanos. Hasta 1945, las infecciones fueron la mayor causa de muerte en todos los grupos de edad (según los datos de la Oficina Nacional de Estadística del Reino Unido, que proporciona datos completos y públicamente accesibles a través de su interesante página web [ONS, 2019]). Podemos tomar el Reino Unido como un ejemplo de país desarrollado, ya que, desafortunadamente, en muchas zonas del mundo infecciones perfectamente tratables como enfermedades gastrointestinales continúan siendo la principal causa de muerte. Ahora, son las enfermedades cardiovasculares y el cáncer las principales causas de mortalidad, mientras que el suicidio y las drogas originan la mayor parte de las muertes de los jóvenes.

En consecuencia, la primera línea de trabajo de la medicina es mejorar los tratamientos para el cáncer y reducir la mortalidad de esta enfermedad. A la vez, se estudia cómo tratar enfermedades que aparecen asociadas a la vejez, como la enfermedad de Alzheimer. Encontrar tratamientos para ellas haría posible extender la esperanza de vida considerablemente, mejorando a la vez la calidad de vida de las personas en general.

Sin embargo, esto no es todo. Se está avanzando rápidamente para comprender las causas del envejecimiento y poder retrasarlo de manera directa. Hoy en día sabemos ya que no existe una única causa del envejecimiento, sino que este proceso se debe a un cúmulo de causas que actúan de manera conjunta. En el principal trabajo científico sobre este tema (por cierto, firmado entre otros por los españoles Carlos López Otín, María Blasco y Manuel Serrano [López Otín, Blasco, Partridge, Serrano y Kroemer, 2013]), se mencionan las causas siguientes:

- *Acortamiento de los telómeros*: los extremos de los cromosomas que contienen nuestra información genética se van reduciendo con cada división celular (que ocurre para crecer o para reemplazar las células que van muriendo). Cuando los telómeros se han desgastado por completo, la célula no puede replicarse más.
- *Alteraciones epigenéticas*, que afectan al ADN celular sin modificar la información que contiene, pero que modifican sus partes activas o a cómo está almacenada la información. Estas alteraciones se van acumulando a lo largo de la vida.
- *Pérdida de proteostasis*, el equilibrio de las proteínas dentro de la célula.

- *Deterioro en la regulación del metabolismo.*
- *Disfunciones en las mitocondrias*, los orgánulos que se ocupan de generar energía en el interior de la célula.
- *Envejecimiento celular.*
- *Agotamiento de las células madre.*
- *Alteraciones en la comunicación intercelular.*
- *Inestabilidad genética* (acumulación de mutaciones).

En principio, sería posible diseñar tratamientos para neutralizar algunos de estos mecanismos o todos ellos. Por ejemplo, una de las vías que más se está estudiando es modificar el metabolismo para retrasar el envejecimiento. Sabemos desde hace casi treinta años que una dieta restringida aumenta la esperanza de vida en las ratas (Pitsikas, Carli, Fidecka y Algeri, 1990). La metformina, un fármaco que se receta a los diabéticos para ayudarles a regular el metabolismo, tiene un impacto en el organismo parecido al de una dieta restringida y consigue retrasar el envejecimiento en animales (Cabreiro *et al.*, 2013), así como la incidencia de algunos tipos de cáncer en humanos (Moiseeva, Deschenes-Simard, Pollak y Ferbeyre, 2013). Esta sería una vía prometedora para, al menos, retrasar el envejecimiento, a la que previsiblemente se irán añadiendo otras según vayan siendo descubiertas por la ciencia.

Muchos tienen puesta su esperanza en la terapia con células madre, que tendrían el potencial de reemplazar las células envejecidas (recordemos que el agotamiento de las células madre es otra de las causas conocidas del envejecimiento como se ve en la lista anterior). Por otro lado, las técnicas de fabricación aditiva (impresoras 3D)

pueden funcionar ya con materiales biocompatibles o con las mismas células, de tal manera que el resultado puede introducirse en el cuerpo con problemas mínimos de rechazo. Se han imprimido ya fragmentos de piel con todas sus capas, huesos, cartílagos o pedazos de tejido cardíaco (Murphy y Atala, 2014). Parece razonable pensar que, en un futuro no muy lejano, será posible imprimir órganos enteros que puedan sustituir a los originales, enfermos o envejecidos. Así, sería posible sustituir el cuerpo parte a parte, restaurando potencialmente su juventud.

Además, si la nanotecnología se desarrollase suficientemente podríamos tener máquinas que cambiasen la estructura de nuestro entorno o de nuestro cuerpo a nivel molecular, lo que abriría posibilidades infinitas. Después de todo, ¿qué hace a un diamante distinto del grafito o a una célula enferma diferente de una sana? Están formados por los mismos elementos; es la disposición entre sus átomos lo que hace que sean diferentes. Un dominio suficiente de la nanotecnología podría darnos respuestas también al problema del envejecimiento y la enfermedad.

Hay algunos autores que sostienen que no tendríamos por qué vernos confinados a un solo cuerpo. Si las interfaces cerebro-máquina fueran suficientemente potentes, sería posible «descargar» nuestra mente en un cuerpo cualquiera, que podría tener un sustrato biológico, tecnológico o híbrido. Es interesante que, si esto fuera posible, uno no estaría limitado a manejar un único cuerpo, sino que podría «materializar su consciencia» en varios cuerpos a la vez. Como el intercambio de cuerpos sería posible y sencillo, la muerte no sería necesaria, ya que en cualquier caso sería factible volver a «descargar» la misma consciencia en un nuevo cuerpo.

Sin embargo, este tampoco sería el paso final. Una vez la consciencia haya sido trasladada a un medio electrónico, la vida entera podría suceder en un sustrato meramente digital: una suerte de simulación en la que los límites físicos dejarían de tener sentido. Esta segunda vía hacia la inmortalidad, más digital que biológica, es defendida por una parte considerable de los pensadores transhumanistas, incluyendo por ejemplo a Ray Kurzweil (Kurzweil, 1999) como comentábamos anteriormente.

Sea por la vía biológica o por la digital, para los que piensan que la inmortalidad está cerca es crucial el desarrollo de la criogenización como tecnología que sirva de puente para los que morirían poco antes de que la humanidad haya derrotado el envejecimiento. Esta tecnología parece haber avanzado bastante en los últimos años.

Antes de continuar, se hace necesario mencionar que estos avances tendrían un impacto sobre nuestras sociedades difícil de comprender. Ni nuestro sistema económico, ni la estructura de nuestras familias estarían preparados para asumirla. Está claro, sin embargo, que extender la vida y la salud son objetivos indiscutiblemente positivos para la especie humana, y que no se debe escatimar recursos para investigación que pueda revertir en mejoras en la lucha contra la enfermedad y el envejecimiento.

Conviene no olvidar tampoco que cualquier mejora debería hacerse disponible para el mayor número de personas posible. La división de la humanidad entre un grupo privilegiado con acceso a las mejoras y otro apartado de ella (lo que se conoce en inglés como el problema de los *have* y los *have nots*, es decir, los que tienen y los que no) es inmoral como lo es cualquier forma de desigualdad.

Sin embargo, aunque una distribución desigual de la riqueza es injusta, lo es mucho más un acceso desigual a la salud y a la vida misma. Los modelos neoliberales no garantizan igualdad, ni siquiera en el acceso a unos mínimos de subsistencia, con lo que en un contexto en el que la extensión de la vida es posible (pero caro) resultan aún más problemáticos. Eso ha llevado a algunos autores a rechazar estas tecnologías, definiéndolas como inmorales.

Sin embargo, el potencial para incrementar las desigualdades de estas tecnologías se debe a su capacidad de beneficiar a los individuos. Nos resulta aborrecible un mundo en el que unos tengan acceso a una vida larga y otros no, pero vivimos en un sistema en el que algunos tienen acceso a la riqueza y otros no. En vez de frenar el desarrollo de tecnologías que son en sí mismas deseables, esto nos debería inspirar un trabajo profundo y honesto por la igualdad y la justicia. ¿Es razonable que el desarrollo de las tecnologías de extensión de la vida esté en manos de empresas privadas o deberíamos exigir un modelo en el que se financien desde el sector público, o al menos de manera mixta? El problema del acceso desigual debería distinguirse del de la determinación de si la tecnología misma es deseable.

Presentamos a continuación las promesas del tecnooptimismo desde la menos a la más intensa, comenzando por la de horarios de trabajo reducidos y acabando por la superación de la muerte.

### **3. Trabajo**

La primera de las promesas de la utopía tecnológica es acabar con la escasez material que, en muchos sentidos,

domina la existencia humana; hacer desaparecer el hambre y la pobreza y liberarnos de la maldición de Adán —«te ganarás el pan con el sudor de tu frente»— para poder disfrutar plenamente de nuestras vidas sin la obligación de trabajar. A esto se refieren los tecnooptimistas como la Era de la Abundancia.

La estructura global del trabajo ha sufrido cambios drásticos a lo largo de la historia que se han visto acelerados en las últimas décadas. En el Neolítico se pasó de un predominio de las actividades de caza y recolección al trabajo de la tierra. La agricultura resultó ser una actividad mucho más segura y predecible que la caza, pero implicaba intensas horas de trabajo diario durante la mayor parte del año. Investigaciones recientes sitúan las horas de trabajo de las sociedades primitivas en alrededor de 6 al día un par de días por semana (Voth, 2000). En comparación, la jornada de un agricultor era mucho más larga (Schor, 2008), con jornadas de entre 4 y 12 horas dependiendo de la estación del año, aunque con largos períodos de inactividad que se extendían a casi la mitad del año.

La Primera Revolución Industrial (1760-1830) puso en marcha el sector secundario. Esta primera revolución resultó en un empeoramiento considerable de las condiciones de vida de la población: jornadas extenuantes, insalubridad y hacinamiento pasaron a ser la norma. Se industrializaron sectores tradicionalmente artesanales, como el textil, en los que los gremios habían garantizado unas condiciones mínimas exigibles, tanto a la calidad del producto como a las condiciones y a la formación del trabajador. El uso de maquinaria —la primera de las cuales fue el telar— posibilitaba contratar empleados menos cualificados, con jornadas laborales más largas y salarios más

bajos. Fue en estas condiciones en las que surgió el ludismo como protesta en Inglaterra, particularmente en el sector textil y en un contexto económico agravado por las guerras napoleónicas. Dado que no se habían formado aún los primeros sindicatos, los luditas recurrieron principalmente a la destrucción violenta de las máquinas como forma de lucha. El término *ludita* ha pasado, desde entonces, a significar la oposición no solo a la automatización, sino al progreso tecnológico en general.

Las largas jornadas y las condiciones insalubres resultaron en un incremento de la mortalidad debida a enfermedades infecciosas y a afecciones respiratorias derivadas de la contaminación en las ciudades. De hecho, empeoraron incluso algunos indicadores de bienestar importantes como la mortalidad en los partos (esto se debió a que los partos en hospital, que se convirtieron en la norma, eran mucho menos seguros que los partos en casa por culpa de las infecciones).

La Segunda Revolución Industrial, conocida también como la Revolución Técnica (1870-1940), trajo consigo avances en el diseño, como las partes intercambiables y la popularización del acero, una verdadera transformación de las comunicaciones de la mano del ferrocarril y el telégrafo, y cambios en el consumo de energía materializados en una electrificación incipiente. Se perdieron la mayoría de los oficios artesanales que aún persistían, absorbidos por la producción industrial y un nuevo sistema de consumo. Estos cambios llegaron simultáneamente a grandes mejoras en derechos sociales y salud pública. Muchas fueron el resultado de la lucha de los sindicatos; otras llegaron gracias a desarrollos científicos, como los antibióticos o las vacunas, que han conseguido

disminuir drásticamente la mortalidad de las enfermedades infecciosas y a terminar así (al menos, en los países desarrollados) con uno de los grandes males que había soportado la humanidad durante toda su historia.

Desde esta segunda revolución, los avances sostenidos en la automatización produjeron un desplazamiento continuado de puestos de trabajo desde la industria al sector de los servicios.

Sin embargo, la jornada laboral no se acortó: algunos estudios aseguran que las horas de trabajo semanales han aumentado considerablemente incluso tras la crisis financiera de 2008. Esto es especialmente llamativo sabiendo que está demostrado que la productividad del trabajador medio disminuye a partir de las 50 horas semanales y es prácticamente nula a partir de las 55. Son muchos los que denuncian la actividad frenética a la que nos obliga la sociedad actual, como Byung-Chul Han y su *Sociedad del Cansancio* (Han y Arregi, 2012), en la que encuentra en el capitalismo la causa de una auténtica epidemia de enfermedades mentales: depresión, trastorno por déficit de atención con hiperactividad, trastorno límite de la personalidad y síndrome del agotamiento (*burnout*).

La Tercera Revolución Industrial, que se encuentra aún en desarrollo, se refiere a la implantación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la fabricación y la prestación de servicios. Mientras que las dos primeras revoluciones desplazaron el peso del empleo al sector servicios, esta tercera revolución no producirá un desplazamiento sino una reducción permanente en las necesidades de mano de obra: no habrá trabajo para todos. Las necesidades de camareros, por ejemplo, se han

reducido sensiblemente tras la implantación de sistemas automáticos en la restauración. De igual manera, los sistemas de venta automática amenazan con acabar con los cajeros en los supermercados. Así, se espera que la automatización se aplique a tareas cada vez más complejas: los sistemas de conducción automática acabarán con los conductores y los robots cirujanos disminuirán a un mínimo los médicos que serán necesarios en una sala de operaciones.

Ante esta situación, Jeremy Rifkin y otros pensadores afines proponen varias soluciones (Rifkin, 1996). La primera de ellas, que sería aplicable de manera inmediata, sería exigir legalmente que se acortase la jornada laboral. Esta medida se justifica como una manera de contener el desempleo —y, de paso, sus consecuencias sobre el consumo— así como de mejorar la calidad de vida de los trabajadores. Otros beneficios de la jornada reducida incluirían un efecto limitante sobre las desigualdades, ya que los salarios percibidos serían, predeciblemente, más homogéneos. Además, permitiría una mejor conciliación con la vida familiar y los intereses personales, y sería probablemente un paso hacia la verdadera igualdad entre hombres y mujeres. Bien estructurada, podría llegar a convertirnos en mejores personas.

La jornada laboral reducida tiene, indudablemente, límites en su aplicación: solo puede trabajar menos horas aquel cuyo trabajo aún se demanda. Sin embargo, en este escenario futuro no sería posible emplear a los trabajadores cuya ocupación haya quedado completamente obsoleta. Para muchos de los trabajadores en paro, no sería posible encontrar una ocupación alternativa porque carecerían de la formación necesaria para los nuevos

puestos de trabajo. No solo estarán desempleados, sino que serán inempleables. Solo hay una solución posible para ellos: la renta básica.

Esta renta básica podría, según Rifkin, estar sujeta a ciertas condiciones. Una sociedad que no trabaje no es equivalente a una sociedad ociosa; la realización de trabajo voluntario no remunerado podría ser una condición necesaria para recibir esta ayuda. Como medio para realizar una transición suave entre el presente y este futuro sin trabajo, Rifkin propone que se comiencen a conceder sustanciosas deducciones fiscales por el trabajo voluntario, con el fin de hacerlo cada vez más parecido al trabajo remunerado ordinario.

Está claro que la renta universal supone retos considerables y que su factibilidad está lejos de estar garantizada. Sin embargo, en un contexto en el que la mayoría de los puestos de trabajo resultan absorbidos por las máquinas, podría ser la única manera de garantizar la sostenibilidad social. Según los pensadores más optimistas, la renta universal es la manera de socializar los beneficios de la automatización y conseguir que los robots trabajen no solo para unos pocos empresarios sino para la sociedad en su conjunto.

Resulta imprescindible matizar las afirmaciones de Rifkin sobre la destrucción masiva de empleo: los luditas fueron los primeros que temieron las consecuencias que en el trabajo tendría la tecnología; sin embargo, sus predicciones jamás se materializaron. Cada ola de automatización, históricamente, ha llevado a la creación de puestos de trabajo diferentes y en muchos casos de mayor calidad que los anteriores.

Es posible que la Tercera Revolución Industrial lleve a una polarización del trabajo, con los nuevos empleos creándose o bien en la cima o en la base de la escala de salarios para detrimento de la clase media. Es más, parece haber evidencias de que este proceso lleva ya sucediendo desde la década de 1959 (Bárány y Siegel, 2014) y se ha agravado peligrosamente con la reciente crisis económica. Además, dado que la automatización solo resulta rentable si los productos o servicios ofrecidos son consumidos, ¿quién consumiría, si no hay quien disponga de un salario para gastar? La respuesta de Rifkin sería clara: que no haya un salario que gastar no significa que no existan consumidores, solo implica que el dinero debe salir de alguna otra parte: de nuevo, la renta universal.

Aunque el fin del trabajo llegase, está claro que los seres humanos no estamos condenados al aburrimiento: podremos, como proponía Marx, dedicarnos a la ciencia y al arte. Otros pensadores destacan que el único aspecto del trabajo humano que la máquina no podrá sustituir nunca es la atención y el amor. Podemos dejar que nos replacen en todo menos en los cuidados. Nos dedicaremos a cuidarnos dentro de nuestras familias, en nuestros círculos de amistad, sin necesidad de obtener una retribución por ello ya que estaremos cubiertos por la renta universal, dedicados por completo a desarrollarnos como mejores personas y a desarrollar a otros, a amar y a ser amados.

Sin embargo, esto solo será posible si los beneficios de la automatización se socializan. Este punto es especialmente importante: si los robots son bienes de producción que acaban en manos de unos pocos, la automatización solo destruirá ciertos empleos y aumentará la

precariedad de las condiciones de los trabajadores, acentuando así las desigualdades en vez de suavizarlas, incluso en horas trabajadas (podríamos tener ejércitos de pobres trabajando para un puñado de ricos). Cómo evitar que esto suceda es uno de los retos más importantes a los que nos enfrentamos como civilización.

A nivel individual, los retos son otros. Una vez desaparecida la obligación de un trabajo, las vidas quedarían libres para otros proyectos que podrían ser plenamente generosos y creativos. Es posible, además, que la falta de otras ocupaciones hiciese más fácil que los seres humanos fueran conscientes de en qué emplean su tiempo y su energía; de cuál es su propósito vital, evitando así la tristemente común tragedia de desperdiciar la vida propia en la inconsciencia de una existencia ocupada pero vacía.

Es posible que, en unos primeros años de transición, una gran parte de la humanidad sufra la falta de un propósito o el hecho de haber desperdiciado una buena parte de la vida en ocupaciones carentes de sentido. Parece estar tomando tracción el movimiento contra los *bullshit jobs* o trabajos basura, terminología propuesta por David Graeber (Graeber, 2013). Estos empleos, que según algunas estimaciones podrían ascender a un tercio de los totales, se definen como ocupaciones superficiales, inútiles y vacías de sentido que no tienen un impacto positivo sobre el mundo en general (y en ocasiones lo tienen netamente negativo). Por ejemplo, un enfermero se dedica a los cuidados y tiene un impacto positivo en la sociedad. Sin embargo, la mayoría de los trabajadores de oficina, según Graeber, se ven obligados a emplear su jornada laboral en tareas anodinas e inútiles sin ninguna

consecuencia visible. Esto resulta en un estado emocional de resignación interior en el que muere la pasión que el trabajador pudo haber sentido alguna vez. Si desaparecieran todos los *bullshit jobs*, la población mundial dispondría de al menos un 30% del total de horas trabajadas para la realización de otras actividades más importantes.

Si la automatización trabajase para todos y nos liberase del trabajo vacío, sería posible que los seres humanos se dedicasen a su propósito con todas las horas de la jornada. Esta posibilidad tiene, sin embargo, una contrapartida tenebrosa: algunos podrían entregarse a actividades inútiles con más intensidad que actualmente. Los sistemas de entretenimiento cada vez más sofisticados harán posible desperdiciar la propia existencia en un ocio virtual, una situación igual de dramática que la pérdida de tiempo de los trabajos basura descritos por Graeber. Es más: las horas que los adolescentes invierten en videojuegos siguen creciendo, lo cual no está exento de consecuencias (Parker, Taylor, Eastabrook, Schell y Wood, 2008).

¿Cuál de estos caminos tomará la humanidad? Es ya un hecho que la automatización está asumiendo tareas nuevas, principalmente en el sector servicios. Sin embargo, la predicción de los tecnooptimistas aún dista mucho de cumplirse. Keynes, en 1930, vaticinó que la jornada laboral se reduciría a 15 horas semanales antes de llegar al siglo XXI. Sin embargo, como explicamos anteriormente, ahora trabajamos más horas que en tiempos de Keynes. No parece tampoco que los robots estén trabajando para todos, puesto que está probado que las desigualdades continúan creciendo (Smith, 2001). Solo las próximas

décadas podrán mostrar si somos capaces de acercarnos a ese futuro en el que los robots trabajen para nosotros y nosotros, lejos de sumirnos en un entretenimiento vacío, nos dediquemos a una vida plena y disfrutada, a la ciencia, el arte y el amor.

#### 4. Abundancia

Es clásica la oposición entre *malthusianos* y *cornucopianos*. Los primeros advierten que, mientras la población crece exponencialmente, los recursos solo aumentan de manera aritmética (gracias, por ejemplo, a avances tecnológicos). Así, no es posible alimentar a una humanidad en crecimiento ilimitado, siendo preciso detenerlo. Los cornucopianos, por el contrario, confían en el potencial humano para superar las dificultades y creen que la Tierra siempre tiene capacidad suficiente para todos –solo hace falta encontrarla–. Así, al igual que la cornucopia, mítico cuerno de la abundancia, proporcionaba alimento y bebida ilimitados, la tecnología será la llave a la satisfacción de las necesidades crecientes de forma ilimitada.

Quizá el más representativo de estos pensadores cornucopianos actuales sea Peter Diamandis, ingeniero y emprendedor greco-americano conocido por ser uno de los primeros empresarios en apostar por los viajes espaciales. El optimismo permea toda su obra, comenzando por su esencial *Abundancia. El futuro es mejor de lo que piensas* (Diamandis y Kotler, 2012). La perspectiva propuesta en este libro es tan optimista que, en 2014, Bill Clinton lo recomendó como un antídoto para el pesimismo.

En el libro, Diamandis defiende que el coste de la vida se reducirá drásticamente en el próximo par de décadas. Para apoyar esta tesis, primero muestra que el precio de mercado de algunos bienes y servicios ha disminuido extraordinariamente. Un ejemplo que resulta especialmente interesante es el de los teléfonos móviles. En un *smartphone* de 2011 podemos hacer uso de tecnología que, en la década de 1980, habría llegado a costar casi un millón de dólares. Según Diamandis, la bajada de precios seguirá en marcha y afectará no solo a la tecnología sino a la totalidad de los bienes y servicios.

Uno de los puntos de partida del análisis de Diamandis es que, actualmente, la mayor parte del salario del trabajador medio americano se emplea en cubrir los costes de la vivienda (concretamente, un 33%), seguido por el transporte (16%) y la alimentación (12%). Los gastos en sanidad (6%) y el ocio (5%) serían los siguientes en la lista. Así, la mayor parte de sus ingresos se emplean en vivienda y transporte. Como veremos más tarde, está previsto que estos costes se abaraten drásticamente en los próximos años gracias a la tecnología.

Uno de los avances principales será la conducción automática de vehículos. Los últimos años nos han traído el concepto de *car-as-a-service*, «coche como servicio», que permite utilizar un automóvil sin necesidad de poseerlo. Este alquiler por horas o kilómetros, posibilitado por plataformas electrónicas –como Zipcar en Estados Unidos o Car2Go en España– abarata sensiblemente los costes del transporte. Esto hace que el segundo de los costes anotados por Diamandis esté disminuyendo notablemente.

La siguiente revolución en el transporte serán los coches sin conductor. Esta tecnología, pese a las preocupaciones iniciales, se está estableciendo como más segura incluso que los conductores humanos una vez superados los primeros retos en su programación. A diferencia de los conductores humanos, no están sujetos a fallos de atención o al consumo de alcohol. Son capaces de integrar la información sobre los vehículos vecinos en tiempo real y evitar así colisiones. Además, si existiese un control centralizado de estos vehículos (o un protocolo descentralizado que funcionase adecuadamente) sería posible que los automóviles se evitasen en los cruces entre vías —¡incluso sin semáforos!—. Las congestiones en el tráfico se deben con mucha frecuencia al efecto de un único frenazo, amplificado a través de una sucesión de conductores: cuando se produce una deceleración fortuita (simplemente, porque la velocidad a la que circula una persona no es perfectamente constante, a veces se acelera y a veces se frena), el conductor que marcha justo detrás en la vía necesita frenar para evitar un impacto o mantener una distancia de seguridad. Generalmente, esta segunda deceleración resulta más violenta que la primera. Cuando las vías se encuentran cerca de su capacidad, a este conductor le sigue un tercero y a este, otro más. La sucesión de frenazos se torna cada vez más violenta hasta que acaba produciendo una parada total de la circulación que puede necesitar varios minutos o incluso horas para recuperarse. Los conductores electrónicos no tendrían este problema, ya que, por un lado, circularían a una velocidad constante y, por otro, podrían acceder a la información de la trayectoria de los coches vecinos y evitar el impacto con una frenada mínima en vez de

maniobrar de manera cada vez más violenta, como haría un conductor humano. Solo con este efecto ya se conseguiría que la circulación en las ciudades fuese mucho más fluida de lo que actualmente es.

Esto tiene una consecuencia muy interesante en el coste de la vivienda. Hasta ahora, los trabajadores han escogido su lugar de residencia teniendo en cuenta dos consideraciones esenciales. Por un lado, están las características de la vivienda y sus alrededores (siendo el precio de compra o alquiler uno de los puntos principales de esta lista). Por otro, está la cercanía al puesto de trabajo, ya que una peor comunicación lleva a la pérdida de tiempo en la jornada diaria. El valor dado a ese tiempo de transporte determina la cercanía física deseada a los centros empresariales principales. Así, normalmente en las ciudades los precios de la vivienda caen cuanto más lejos se encuentra de estos centros empresariales. El coche sin conductor, al igual que un transporte público de calidad, altera este juego de compromisos: ahora sería posible leer, dormir o trabajar en el transporte. Si se aprovecha el tiempo, no sería necesario vivir tan cerca de los entornos de trabajo, haciendo posible un desplazamiento de vuelta a las zonas rurales en busca de precios más bajos y de una mayor calidad de vida. Este efecto se volverá aún más intenso gracias al teletrabajo, posibilitado de nuevo por la tecnología, aunque esta vez de la mano de las comunicaciones mejoradas, que pronto llegarán a hacer realidad la telepresencia. Otra tecnología que también redundará en mejoras en el precio de la vivienda es la impresión en 3D de edificios, de la que se esperan reducciones impactantes en los costes de construcción: en 2017, se consiguió imprimir un prototipo de 38 metros cua-

drados en menos de 24 horas por un coste de solo 10 000 dólares.

El tercero de los costes, la alimentación, ha bajado más de diez veces en las últimas décadas (en concreto, el porcentaje del sueldo que el americano medio emplea en comprar comida y bebida ha disminuido 13 veces entre 1910 y 2010). Esto ha sido posible gracias a la automatización y el uso a gran escala de abonos y pesticidas. Se esperan además otras tecnologías revolucionarias. Una de ellas serán los cultivos verticales, que posibilitarán el aprovechamiento mayor del suelo en las zonas que resultan especialmente interesantes para cultivos concretos. Otro de los desarrollos que abaratarán aún más, según Diamandis, el precio de los alimentos, será los transgénicos que, aunque ya están entre nosotros, tienen aún un potencial considerable. Los cultivos con un mayor rendimiento o inmunes a las plagas posibilitarán un aumento de la productividad que reducirá drásticamente el coste de alimentar a la población mundial.

Resulta interesante destacar que los tecnooptimistas ignoran o minimizan ciertos problemas como las posibles consecuencias sanitarias de los transgénicos o su impacto sobre las desigualdades. Son de sobra conocidas las condiciones abusivas impuestas por las empresas desarrolladoras de transgénicos sobre los agricultores, que en muchos casos se ven obligados a cultivarlos para asegurar su subsistencia en un contexto de competencia intensa en el que plantar semillas tradicionales no es suficientemente rentable. Es preocupante también el hecho de que los transgénicos usualmente bloquean la posibilidad de volver a plantar sus frutos (las semillas producidas son estériles, con lo que siempre es necesario comprarlas a la empresa

productora que se asegura así su negocio). Además, los transgénicos tienden a disminuir la diversidad en los cultivos, lo que puede ser un inconveniente si en algún momento sufren alguna enfermedad o un problema inesperado.

Otros desarrollos extremadamente interesantes con respecto al coste de la alimentación son el uso de cultivos marinos –después de todo, la superficie de océano disponible es más de 3 veces mayor que la continental– o el consumo de insectos como fuente de proteína más barata y sostenible que la proveniente de animales superiores. A esto se le uniría la posibilidad de «cultivar carne», una tecnología que posibilita la creación de carne magra de cualquier especie en laboratorio a un coste reducido (pues no requiere del animal completo) y libre de los problemas éticos que el consumo de carne supone para una parte creciente de la población.

El coste sanitario, el siguiente en la lista tras el alimento, debería verse también reducido gracias a la implantación de la IA y los robots en el sector de la salud. Los sistemas de IA son ya más fiables que un médico humano a la hora de realizar ciertos diagnósticos. Además, los robots cirujanos están ya empezando a funcionar con resultados espectaculares en términos de exactitud y tiempo. Otro de los campos emergentes en este contexto es el de la medicina personalizada: el abaratamiento de los costes de las pruebas médicas hace posible que los tratamientos se adapten a cada paciente o de que se den consejos personalizados a las personas sanas para prevenir mejor las enfermedades. Uno de los ejemplos más espectaculares es el de la secuenciación del ADN. Mientras que en 2001 el coste de secuenciar un genoma, según el National Human Genome Research Institute, era de 100 millones de dó-

lares, hoy en día es de solo 1000 dólares. Es más, en el último par de años se han popularizado kits de secuenciación parcial por unos 100 dólares (como 23AndMe), capaces de proporcionar información relevante con respecto a la ascendencia o la prevención de enfermedades. Según pensadores como Diamandis, la siguiente frontera en la aplicación de robots en el sector sanitario será la automatización de los cuidados, por ejemplo, el uso de robots enfermeros. Este paso lleva implícitos problemas en la interacción hombre-máquina que podrían frenar su aplicación. ¿Es el trato humano equivalente al del robot? ¿Necesitamos la empatía de un enfermero real o nos basta, como pacientes, la empatía simulada –si es que tal cosa es posible– de un robot enfermero? Sea como fuere, sí parece claro que los costes médicos deberían bajar sensiblemente en las próximas décadas.

El siguiente elemento en el que se espera una gran reducción de precios es la energía; pese a los impedimentos legales que ahora parecen obstaculizar la difusión de la energía solar, se prevé que dentro de poco las reducciones en coste y la mayor eficiencia tanto en paneles como en baterías hagan que la energía limpia y barata esté disponible para la mayoría de la población.

Otro servicio que es posible obtener ahora a un precio mucho más bajo, gracias a las TIC, es la educación. Los MOOC (*Massive Open Online Courses*, Cursos Online Masivos y Abiertos) se imparten a través de internet y utilizan textos o material audiovisual en el que se puede acceder a clases magistrales grabadas en vídeo. En ellos, los estudiantes acceden al conocimiento sobre un tema en particular y pueden incluso examinarse y obtener una certificación de su aprendizaje. En muchos casos, el acce-

so al curso es totalmente gratuito y solo es necesario realizar un pago para obtener la certificación, que puede, por ejemplo, incluirse como dato relevante en el CV de los estudiantes. Los ejemplos principales construidos sobre este modelo son Coursera y Khan Academy, pero muchas universidades se encuentran ahora mismo en el proceso de producir contenido electrónico para hacerlo disponible en este formato. Además, las enciclopedias online —principalmente en formato colaborativo o de web 2.0 como Wikipedia— ponen al alcance de todo ciudadano con conexión a internet un depósito de conocimiento que previamente estaba solo al alcance de unos pocos y con unas posibilidades de actualización inimaginables en los tiempos de las enciclopedias impresas. Los buscadores académicos (como Google Scholar o MedLine) y los repositorios científicos (como ArXiv o Academia) permiten acceder además al conocimiento científico, o a una buena parte de él, de manera fácil y barata. Nunca hubo tantos textos académicos publicados como ahora y nunca fueron tan fáciles de conseguir. Nos asomamos así a una auténtica revolución en el campo de la educación, en la que ser autodidacta es fácil, gratuito y una tarea factible en virtualmente cualquier campo del conocimiento. La universidad se enfrenta ahora a un reto profundamente interesante: ¿cómo seguir aportando valor al alumno y a la sociedad? La creación misma de los contenidos MOOC es solo una posibilidad. A esta se unen, como mínimo, la atención personal y la constitución de foros de discusión —además, por supuesto de la investigación y la colaboración con empresas e instituciones—. El futuro de la educación es aún una incógnita. Sin embargo, hay una cosa clara: estudiar será mucho más barato de lo que ahora es.