

**REAL ACADEMIA DE DOCTORES
DE ESPAÑA**

**TRANSFORMACIONES AUDACES
DE LAS TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN:
LOS ESPACIOS, EL CONOCIMIENTO,
LOS OTROS**

DISCURSO
PRONUNCIADO POR EL

EXCMO. SR. D. JOSÉ RAMÓN CASAR CORREDERA

EN EL ACTO DE SU TOMA DE POSESIÓN
COMO ACADÉMICO DE NÚMERO
EL DÍA 30 DE MARZO DE 2016

Y CONTESTACIÓN DEL

EXCMO. SR. D. SATURNINO DE LA PLAZA PÉREZ



**MADRID
MMXVI**

DISCURSO
DEL
EXCMO. SR. DR.
D. JOSÉ RAMÓN CASAR CORREDERA

Soluciones Gráficas Chile, S. L. L.
C/. Chile, 27
Tel. 91 359 57 55
28016 MADRID
info@graficaschile.es

Excmo. Sr. Presidente,
Excmos. Señores y Señoras Académicos de la Real Academia de Doctores
de España,
Señoras, Señores, amigos,

Me cabe hoy el honor de pronunciar el discurso de ingreso en esta Real Academia, un honor difícilmente comparable a ningún otro para un modesto doctor, que ha vivido y vive su vida profesoral convencido de que esa etapa de formación académica exclusiva que es el doctorado es la que mejor entrena para la creatividad, la dialéctica y la pasión por comprender.

Ser acogido en esta Real Academia de Doctores, de la que son miembros tan ilustres intelectuales, investigadores y creadores, y en tantas ramas del saber, me impone además la obligación de seguir trabajando para llegar a ser mínimamente digno de este reconocimiento. Acepto ansioso esta obligación, especialmente en su perspectiva multidisciplinar, dimensión ésta por la que, por otro lado, he tenido siempre inclinación: hacia o con otras especialidades de la Ingeniería distintas de la mía, pero también hacia otros ámbitos, desde las Ciencias Matemáticas a las Humanidades, y desde el Urbanismo a las Bellas Artes.

Permítanme que dedique un minuto apresurado a hacer unas agradecidas menciones personales: en primer lugar, a D. Emilio Llorente Gómez, insigne Dr. Ingeniero de Minas y Dr. en CC. Químicas y magnífico profesor, gestor y directivo, Presidente que fue del Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas y del Instituto de Ingeniería de España. Le sucederé en el desempeño de la medalla nº 28 de esta Real Academia, que cedió al pasar a ocupar la

condición de supernumerario. Suceder al doctor Llorente es un honor añadido más que quiero reconocer expresamente en este acto.

Debo un reconocimiento especial a los doctores D. Saturnino de la Plaza Pérez, de la sección de Ingeniería, D. Juan José Aragón Reyes, de la sección de Medicina, y a D. Benjamín Fernández Ruiz, de la sección de Ciencias Experimentales, por haber propuesto mi ingreso en esta Real Academia.

Me permitirán que manifieste un agradecimiento singular al Dr. de la Plaza, mentor y amigo, que tuvo primero la iniciativa de presentar mi candidatura, y luego la gentileza de aceptar contestar a mi discurso. Tuve la fortuna de conocer personalmente al profesor de la Plaza, al poco de ser él elegido Rector de la Universidad Politécnica de Madrid (antes lo había sido de la Universidad Politécnica de Valencia, y había ocupado la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación). Creo que rápidamente se generó entre él, Rector, y yo, Vicerrector de Investigación, una corriente de confianza mutua y, sobre todo, una estrategia compartida para la mejora y progreso académico de nuestra Universidad. Con el Doctor Ingeniero Agrónomo D. Saturnino de la Plaza, este Dr. Ingeniero de Telecomunicación que les habla practicó rutinariamente el arte del diálogo, y el de la reflexión y la pausa antes de la acción. Gracias, Saturnino, por tu aprecio y magisterio.

Gracias a todos ustedes, Doctores, que me apoyaron tan generosamente en el pleno del 6 de mayo de 2015.

Honrado, comprometido e ilusionado, comparezco ante ustedes para dar lectura a este mi discurso de ingreso, al que he dado en titular:

“Transformaciones audaces de las tecnologías de la información: los espacios, el conocimiento, los otros”.

Este es el título finalmente elegido después de manejar otros varios, con los que pretendía aludir a algunos de los ejes de transformación conductual o cognitiva de las tecnologías de la información y comunicaciones. Como, por ejemplo, “Computación, Información y Comunicación. Visiones audaces: lo ubicuo, lo universal y lo ilimitado”; o también, por ejemplo, el de “Percepciones, Experiencias, Espacios”.

Les quiero anticipar que lo que voy a leer a continuación es una selección de lo que encontrarán en el discurso escrito, del que podrán recoger luego un ejemplar encuadernado si lo desearan.

TRANSFORMACIONES AUDACES
DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN:
LOS ESPACIOS, EL CONOCIMIENTO, LOS OTROS

Nuestro tiempo, el tiempo en el que somos contemporáneos, es principalmente un tiempo tecnológico, que es, me atrevería a decir, uno de los modos secundarios de transcurrir del tiempo histórico al que apenas hemos prestado atención, sino para referirnos a los efectos de algunas innovaciones clave, como la máquina de vapor, la electricidad industrial, la aviación comercial, el ordenador o internet y explicar a posteriori la evolución de determinadas industrias y economías o determinadas transformaciones urbanas y sociales.

Con la licencia de referirme a un tiempo tecnológico, pretendo aludir a las circunstancias de un momento en el que la extensión y posibilidades de la tecnología nos invitan a pensar que lo que vaya a suceder globalmente, lo que construyamos, será resultado en gran medida de lo que decidamos hacer con ella. Conjeturo que estamos en un periodo en el que no simplemente están disponibles, y evolucionando, unas tecnologías con las que es posible resolver algunos problemas y disfrutar de algunas comodidades, sino que, por el contrario, es un momento crucial para decidir cómo convivir con la inmensidad tecnológica que nos acecha.

Quizás otros tiempos hayan sido también tecnológicos (al menos en alguna cultura). Quizás todos, o muchos, lo han sido en el sentido que digo, de alguna manera. Pero estos que vivimos lo son en su esencia, por la influencia global, el impacto social y la escala universal de la actual omnipresencia tecnológica. Nada en el pasado fue comparable, nada sucedió a la misma velocidad y nada prefiguró nunca lo que preludian las conocidas genéricamente como tecnologías de la información y comunicaciones, eternamente conocidas como nuevas tecnologías, aunque muchas de ellas se hacen viejas por momentos.

I. INTRODUCCIÓN

He reunido algunos datos: Se estima¹ que, hacia finales de 2015, había en el mundo 3.2 billones de usuarios de internet. En 2000 había 400 millones. La penetración de internet (porcentaje de individuos que usan internet) en estos quince años creció del 6.5% al 43%. Hacia finales de 2015, había más de 7 billones de suscripciones móviles, con una penetración del 97%. Había algo más de 700 millones en 2000. La penetración de la banda ancha móvil en 2015 fue del 47%, 12 veces su valor en 2007, y en Europa y América rondó el 80%. En 2015² Facebook tenía 1400 millones de usuarios, Twitter 300 y Whatsapp 700.

En 2005, un operador de internet español podía ofrecer, en su gama alta, velocidades de conexión de 1 Mb/s. Hoy, en el mundo desarrollado, la mayoría de las suscripciones de banda ancha fija son de más de 10 Mb/s y empiezan a ser comunes velocidades de 300 Mb/s. En aquellas fechas usábamos un dispositivo de almacenamiento USB de bolsillo de 64 MB para transportar físicamente nuestros archivos de un PC a otro; un gran disco de almacenamiento general para hacer copias de seguridad podía tener 80 GB. Hoy usamos dispositivos USB de 512 GB, y disponemos de capacidades de almacenamiento personal de varios terabytes. En aquellas fechas, hace apenas 10 años, un teléfono móvil de gama alta podía tener 64 MB de memoria RAM, una cámara de 5 Mpíxeles, una pantalla de 2,6” y 240x320 píxeles, vídeo con calidad VGA (640x480 pixels) y apenas algún sensor integrado. Hoy, un *smartphone* de gama alta puede ofrecer, por ejemplo, 128 GB, cámara de 12 Mpx, pantalla de 5,5” y resolución de 1920x1080, vídeo en calidad 4K y una variada colección de sensores: brújula, giróscopo, lector de NFC, barómetro, luz, proximidad, temperatura, etc. Estas capacidades se superarán ostensiblemente este mismo año, y serán anécdota en, digamos, diez años.

Y más señalada aún que esta evolución rutinaria de las capacidades del *hardware*, ha sido la revolución de las aplicaciones. Hace diez años, las aplicaciones informáticas se adquirían en un soporte físico, tenían una vigencia breve y un limitadísimo rango de usos. Hoy el proceso normal consiste en conectar-

¹ Datos de International Telecommunication Union en *ICT Facts&Figures* (2015), <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2015.pdf>. Es pertinente hacer notar que, aunque el crecimiento en la implantación de estas infraestructuras está siendo muy notable en los países en desarrollo (de los 3.2 billones de personas que usan internet, 2 son de países en desarrollo), obviamente hay enormes diferencias entre unos países y otros (dos tercios de la población de los países en desarrollo aún no están conectados).

² Datos de bolsamania.com (2 febrero 2015), <http://www.bolsamania.com/noticias/tecnologia/facebook-twitter-instagram-cuantos-usuarios-activos-tienen-las-redes-sociales—647583.html>.

se a la web de la tienda en línea para elegir entre decenas de aplicaciones, muchas gratuitas, para instalar la última versión, que además se actualizará luego automáticamente. Y más aún, con frecuencia, usamos las aplicaciones sin instalarlas, recurriendo a los que han dado en llamarse recursos de computación en “la nube”, de los que luego hablaremos.

No voy a demorar mi discurso revisando los datos sobre la extensión y penetración de las tecnologías, o recordando cómo su interminable evolución nos ha hecho olvidar cuáles eran nuestras rutinas y prácticas informáticas y de comunicación hace apenas unos muy pocos años. Pero lo cierto es que las tecnologías han afectado a nuestro tejido de relaciones personales, sociales e intelectuales al menos en tres dimensiones: nuestra forma de interpretar e interactuar con los espacios, nuestra forma de acceder a la información y al conocimiento y de procesarlo, y nuestra forma de relacionarnos con los otros. Permítanme que me refiera brevemente a ellas a modo de prefación.

Por un lado, en primer lugar, los espacios físicos se han ido convirtiendo en espacios “aumentados”, según la denominación de Manovich³, o, desde otra perspectiva, en espacios mixtos⁴ (*blended*), espacios conceptuales entre lo físico y lo digital. Nuestra relación con el espacio físico, la experiencia de estar e interpretar y comunicar con el entorno ya no queda definida estrictamente por los sentidos primarios del cuerpo y por la actividad cognitiva personal, sino que está mediada por la tecnología, aún no sabemos con qué consecuencias. Por ejemplo, nuestro dispositivo personal permite modificar una experiencia, que es, en su naturaleza, local espacial y temporalmente, trayendo a ella la presencia de un espacio remoto (un mensaje, una videoconferencia, por ejemplo). Convertimos (más que convertimos, aumentamos) un vagón de metro en una sala de juegos, una cafetería en una sala de proyecciones compartida o el salón de casa en una habitación de monitorización médica. La percepción de lo físico se media por lo digital y a la inversa. Pero no es sólo el *smartphone*, como ventana por la que asomarse a otras presencias, el que está cambiando nuestra relación con los espacios; es la formidable proliferación de sensores y pantallas que pueblan nuestros espacios, no hace tanto ocupados en exclusiva por materiales, muebles, decoraciones y aparatos electrónicos que podríamos denominar tradicionales. Sensores y dispositivos a los que podemos dar instrucciones, que nos miden, nos localizan, nos vigilan, se comuni-

³ MANOVICH, L. (2002, actualizado 2005): *The Poetics of Augmented Space*, http://manovich.net/content/04-projects/034-the-poetics-of-augmented-space/31_article_2002.pdf. También publicado en *Visual Communication*, june 2006, vol. 5, no. 2, pp. 219-240.

⁴ BENYON, D. (2014): *Spaces of Interaction, Places for Experience*, Morgan and Claypool Publishers.

can con nuestros dispositivos personales, o comunican nuestros datos a un lugar próximo o remoto. En esta interacción nueva con los espacios podemos ganar indudablemente en variedad de experiencias y en personalización, relevancia y oportunidad de la información. Sin embargo, aparecen con ella amenazas a otros derechos, como los de privacidad, autonomía intelectual o la simple e inalienable libertad de elegir no estar.

La segunda dimensión es la que hace referencia al cambio en nuestros modos de acceder a la información, que son también nuestros modos de conocer y de aprender. Casi todo podemos encontrarlo en la red, ese vademécum sobrepasado, ese sabedor o sabelotodo universal tan fácil de invocar para conocer inmediatamente de los detalles de un acontecimiento histórico (y desde varias perspectivas), traducir un texto, leer una biografía, consultar una gramática o un mapa físico, visualizar un documento multimedia para aprender una técnica de artesanía determinada, o simplemente recuperar un dato olvidado, desde cualquier lugar, en cualquier momento y casi desde cualquier dispositivo personal. El modo de relacionarnos con el conocimiento está cambiando para siempre. Más rápidamente unos, más entusiastas; otros más despacio, más reticentes o más perezosos. No importa cual sea nuestra convicción o qué hagamos cada uno de nosotros, la Humanidad en su conjunto difícilmente aprenderá y memorizará en el futuro a la antigua usanza.

Y en tercer lugar, la tercera dimensión de nuestras relaciones a la que quiero aludir es la del cambio en nuestras formas de comunicarnos con los demás. Cómo usamos el correo electrónico, las redes sociales y el propio teléfono móvil personal son quizá los ejemplos más obvios del cambio en nuestra relación con el otro, con los otros. La comodidad y la conveniencia han traído también la inmediatez, la brevedad, la espontaneidad, y quizás a veces la compulsión y la superficialidad.

A ese triple cambio de nuestras relaciones: con los otros, con el conocimiento y con los espacios me referiré más adelante.

En todo caso, estas que les he enunciado desordenadamente son sólo unas muestras mínimas de algunos de los fenómenos a los que apenas hemos empezado a poner nombre. Como en Cien años de soledad, que el mundo era tan reciente que muchas cosas carecían de nombre. En este mundo reciente, no sabemos aún cómo designar con precisión los conceptos. Hablamos de computación en la nube, computación ubicua, internet de las cosas, espacios inteligentes, inteligencia ambiental, redes sociales o datos masivos, sin tener en muchos casos una idea clara de a qué nos referimos y a qué no.

Pues bien, al soslayo de la ambigüedad de las palabras y de los mismos conceptos y sobre todo contrapuesta al vértigo que a algunos les suscita este tiempo, yo traigo ante ustedes hoy la reflexión de que nunca la Humanidad ha tenido tantas oportunidades globales⁵, nunca ha sido tan grande y tan potencialmente valioso el universo tecnológico de instrumentos de información, comunicación y procesamiento que se pueden alinear al servicio de las personas y de los pueblos. Nunca hasta ahora habíamos estado tan cerca de poder urdir, a través de la tecnología, otras formas renovadas y humanizadas de relación personal, nuevas formas de trabajar y cooperar, ciudades amables con un urbanismo respetuoso y unas infraestructuras justas, eficientes y sostenibles, una nueva creatividad para las humanidades, el arte y las ciencias y otros modos de atender a la calidad de la salud personal durante toda la vida, y ni un minuto menos.

Pero para ello necesitamos visiones atrevidas. Esta es la tesis que traigo hoy aquí, doctores. Para que estas tecnologías converjan y diverjan virtuosamente en los próximos decenios, buscando los polos de oportunidad en la mejora de los grandes problemas de las personas, necesitamos visiones y también atrevidos, transgresores, capaces de dar al tiempo un impulso positivo y radical. Hasta aquí nos han traído inventos e innovaciones, pero, sobre todo, olvidados a veces por la desmemoria colectiva, nos han traído visiones y atrevimientos. Esa es la historia del progreso. Creo que esa es la materia de la que está hecha el progreso.

Me propongo revisar algunas de esas visiones, recordar a algunos de esos atrevidos y plantearles la propuesta central de que este es el tiempo, otra vez, de la creatividad comprometida.

II. DOS EJEMPLOS A MODO DE ANTECEDENTES

Y bien, ¿cómo se recorrió el camino histórico de las telecomunicaciones y las tecnologías de la información? Aunque seguramente conocemos lo más relevante, e incluso mucho de lo menos decisivo, de lo que nos ha traído hasta aquí (aún con dudas, a veces, de las fechas exactas y de los verdaderos prota-

⁵ Ver discurso inaugural de Kofi Annan en la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (Ginebra, 10-12 diciembre 2003): “Las tecnologías de la información y la comunicación no son ninguna panacea ni fórmula mágica, pero pueden mejorar la vida de todos los habitantes del planeta. Se dispone de herramientas para llegar a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, de instrumentos que harán avanzar la causa de la libertad y la democracia y de los medios necesarios para propagar los conocimientos y facilitar la comprensión mutua”.

gonistas), lo cierto es que de la mayoría, incluso de lo esencial, sabemos qué, pero ignoramos cómo y porqué.

No tengo entre mis intenciones la de trazar siquiera brevemente una historia de las telecomunicaciones, historia que por otro lado se puede consultar en innumerables textos y magníficas contribuciones⁶. No puedo, ni quiero en este discurso ni seguramente sabría hacer tampoco, con tino suficiente, una relación cronológica de los descubrimientos, inventos e innovaciones que se han producido en los dos últimos siglos.

Sin embargo, no me he sustraído a la tentación de contar para la ocasión con un par de grandes episodios que nos ha legado la historia de las telecomunicaciones, dos ejemplos de ambientes, tiempos y actitudes, que dieron lugar a innovaciones permanentes que cambiaron las relaciones y generaron oportunidades de desarrollo social, económico y personal. Mi objetivo no es otro que el de ilustrar con ellos los conceptos que quiero proponer en este discurso. No pretendo recurrir al artificio del método de la analogía histórica para demostrar nada. Sólo los traigo a colación con el propósito de que puedan servir de ejemplos del pasado, limitados pero evocadores, en los que se dan y se combinan los ingredientes de talento técnico, visión comercial y oportunidad histórica y social. Confío en que sepan perdonarme que en el intento distraiga el texto con algún dato histórico, alguna fecha y algunas anécdotas que poco o nada aportan, creo, al discurso principal, pero de las que no he sabido prescindir. En todo caso, voy a ser breve; cualquiera de ellos podría ser objeto de su propio dedicado estudio; y de hecho, todos lo han sido y todos varias veces. Son los casos de la telegrafía sin hilos y de la radiodifusión comercial.

Los comienzos de lo inalámbrico. La telegrafía sin hilos.

Que se desarrollara la comunicación inalámbrica (por el éter, sin alambres), en el sentido que hoy otorgamos a la palabra inalámbrico, fue el resultado de una tormenta perfecta de científicos curiosos, innovadores y emprendedores que se dio en, digamos, la segunda mitad del XIX y primera mitad del XX, simultáneamente al avance y extensión de otras innovaciones en otras áreas, especialmente en las del transporte y de la energía. Unas y otras se animarían mutuamente.

⁶ Ver, por ejemplo, HUURDEMAN, A.A. (2003): *The Worldwide History of Telecommunications*, John Wiley and Sons, Hoboken, N.J.

Es imposible razonar el desarrollo cronológico, causal y lineal de los acontecimientos (ya entonces la innovación no seguía un modelo lineal, evidencia que se formularía años más tarde). Los inventos, los negocios y las nuevas explicaciones científicas se sucedieron sin orden, al menos sin un orden que podamos elucidar fácilmente ahora. Fue un tiempo de disputas intelectuales y también de disputas legales sobre la autoría y prioridad de los descubrimientos.

También es imposible dar crédito a todos los extraordinarios atrevidos que contribuyeron a cuestionar el orden entonces vigente de las comunicaciones, y mucho menos identificar a todos. Me permito mencionar, por indiscutibles, a Joseph Henry y Michael Faraday, que descubrieron al mismo tiempo el fenómeno de la inducción electromagnética, a James Clerk Maxwell, el gran Maxwell, que formuló definitivamente hasta hoy las ecuaciones electromagnéticas en 1864 y a Heinrich Rudolf Hertz, que verificó experimentalmente las previsiones de Maxwell en 1887⁷.

Pero quiero centrarme en las visiones e innovadores que permitieron el desarrollo del telégrafo, y en particular del telégrafo sin hilos. Es este un ejemplo de innovación disruptiva, sin duda, como mucho más recientemente sería internet. Sin embargo, no me interesa tanto por ser disruptiva como por lo que entraña de representación de visiones y atrevimientos, y también por el modo y la intensidad con que cambió las relaciones.

La telegrafía, como concepto que define la capacidad de enviar texto escrito a distancia, tiene una larga y documentada historia⁸. La telegrafía moderna⁹, entendiendo por moderna (por conducción, inducción o electromagnética) la que sucede a la telegrafía óptica, hecha de señales visuales sobre torres físicas, cambia las dimensiones, los alcances y el sentido del transporte y del espacio mismo.

Permítanme que empiece por mencionar dos hechos documentados y curiosos que, no obstante, al final, tendrían escasa transcendencia en lo que vendría: el primero se refiere a los indicios de que una de las primeras propuestas de uso

⁷ Hughes encontró evidencias de lo descubierto por Hertz unos años antes, pero no lo publicó. Cf. por ejemplo LINDELL, I.V. (2006): "Wireless before Marconi", en SARKAR, T.K. et al.: *History of Wireless*, John Wiley and Sons, Hoboken, N.J., p. 261. La historia de la física de las telecomunicaciones y de la prioridad de las invenciones está plagada de ejemplos de este tipo.

⁸ Ver por ejemplo BEAUCHAMP, K. (2001): *History of Telegraphy*, Institution of Electrical Engineers, Londres.

⁹ El 22 de abril de 1855 Isabel II promulga el R.D. que establece el sistema de telegrafía eléctrica en todas las capitales de provincia de España, una decena de años más tarde que en Europa y EEUU.

de la electricidad sin hilos para la comunicación telegráfica fue la del médico y físico español Francisco Salvá i Campillo¹⁰ en 1795 en una intervención en la Academia de Medicina de Barcelona. El segundo es que el dentista americano Mahlon Loomis recibió la primera patente sobre un sistema de transmisión inalámbrico en 1872, unos quince años antes de que Hertz probara experimentalmente la posibilidad de producir, propagar y detectar ondas¹¹. De hecho, puede tenerse como la primera patente relacionada con la telegrafía inalámbrica¹².

Pero todo esto da igual; inevitablemente, buscando atrevidos en el mundo de lo inalámbrico, encontramos a Marconi. Otros muchos fueron también decisivos, entre ellos Edison y Tesla (otros dos grandes atrevidos enfrentados). Las disputas por la prioridad de las patentes de Marconi o por quién fue el primero en proponer o demostrar tal o cual avance tecnológico tienen comprensiblemente un interés entre los estudiosos de la historia y aún de la sociología de la ciencia, pero poca trascendencia.

La persona que se obsesionó decisivamente por el uso de las ondas electromagnéticas para la comunicación telegráfica fue Marconi. Fue el gran atrevido, obsesivo, y visionario desde varios puntos de vista que hizo realidad la telegrafía sin hilos. Su primer experimento transatlántico documentado fue realizado el 12 de diciembre de 1901¹³.

Fueron varias las visiones que presagiaron o auspiciaron o señalaron el camino hacia la implantación y el éxito de esta telegrafía disruptiva? Quiero referirme a dos.

La primera, la gran visión, fue la anticipación extraordinaria de concebir unas telecomunicaciones basadas en las ondas electromagnéticas que se estaban descubriendo. Es imposible descifrar cómo se compuso entonces esa gran visión, que fue sin duda colectiva. Una de las primeras contribuciones quizá se deba a William Crookes, que en 1891, recogido en un artículo en *Fortnightly*

¹⁰ ROMEU, J. and ELIAS, A. (2001): "Early proposals of wireless telegraphy in Spain: Francisco Salvá y Campillo (1751-1828)", *IEEE Antennas and Propagation Symposium*, Boston, 8-13 julio, vol 1, pp 10-13.

¹¹ Existe una disputa histórica (otra más) acerca de si las reivindicaciones de Loomis precedieron o no a las de William Henry Ward, que por las mismas fechas patentó más o menos lo mismo.

¹² Patente US 129,971, "Improvements in Telegraphing", pub. 30 de julio de 1872, USPO.

¹³ El éxito práctico del experimento ha sido puesto en duda. Cf. BELROSE, J.S. (2006): "The development of wireless telegraphy and telephony, and pioneering attempts to achieve transatlantic communications" en SARKAR, T.K. et al.: *History of Wireless*, John Wiley and Sons, Hoboken, N.J., pp. 387 y ss.

Review en 1892, anticipó las posibilidades de lo inalámbrico¹⁴ (aunque es dudoso el alcance real de esta visión en el desarrollo de nada de lo que vino después), cuando enunció: “Dos amigos, una vez decididas las correspondientes longitudes de onda y sintonizados sus instrumentos para la recepción mutua, podrían comunicar cuando y cuanto desearan, temporizando impulsos para producir intervalos largos y cortos, usando el código Morse ordinario”.

La segunda visión fue la de aquellos que se propusieron poner en relación las posibilidades de los nuevos descubrimientos con las necesidades y oportunidades de la nueva sociedad y de las nuevas industrias. Fue el caso que brindó el desarrollo de los medios de transporte, que animó el descubrimiento práctico de las comunicaciones en movilidad¹⁵, es decir, con las plataformas hasta las que no era posible tender cables, cuyas posiciones no eran fijas, como los barcos. Uno de los impulsos de desarrollo del servicio se generó precisamente por la necesidad de mejorar la seguridad del tráfico marítimo. Otro caso fue el de la demanda de los incipientes medios de comunicación, que, en algunos casos, antes de que la telegrafía fuera oceánica, comunicaban con los barcos que se aproximaban a puerto para adelantar la noticia unas horas vitales.

Es evidente que la telegrafía, el primer servicio de las telecomunicaciones modernas, cambió la comunicación y con ella la relación entre las personas y entre los negocios. El telegrama, al principio un instrumento usado principalmente por empresas financieras, comerciales y periodísticas, cambió los tiempos y el modo de intercambiar información, con parecida trascendencia a como lo haría el correo electrónico en relación al correo postal, casi dos siglos más tarde. No son servicios o avances comparables en su esencia y funcionalidad, pero quizá sí en su impacto. El telegrama permitió un desarrollo eficiente de transacciones y negocios, especialmente del negocio de los medios de comunicación, que pudieron ofrecer noticias de espacios remotos con la inmediatez de la que nunca hasta entonces habían podido disfrutar.

La radio y televisión comerciales

El otro ejemplo que he seleccionado es el de la radiodifusión. Este es uno que, junto con el de internet, ilustra como pocos en la historia de la comunicación

¹⁴ CROOKES, W. (1892): “Some Possibilities of Electricity”, *Fortnightly Review*, Feb. 1, pp. 174-176.

¹⁵ Por ejemplo, Edison patentó en 1886 “Railway Telegraphy”, un sistema de telegrafía inalámbrica pensado para que los hombres de negocios que viajaban en tren pudieran conectarse a la red telegráfica general. Cf. por ejemplo LINDELL, I.V.: “Wireless before Marconi”, en SARKAR, T.K. et al.: *History of Wireless*, pp. 255-256.

los fenómenos del cambio experiencial de los espacios y del modo de consumir la información. En efecto, con la radio, primero en AM y luego en FM, y la televisión, primero en blanco y negro, y luego en color, muchos espacios mutaron su función social o personal tradicional, para ser “otros lugares”. Por conservar la denominación que hemos elegido, los espacios se “aumentaron” con la presencia de esas invenciones para proveer otro tipo de experiencias, y la información y el entretenimiento llegaron a las personas de una manera completamente distinta. Las relaciones y los hábitos de ocio cambiaron para siempre. El cuarto de estar o de cocinar se transformó en muchos hogares primero, con la radio, en una sala de audición donde reunirse a escuchar noticias y, más tarde, en una sala de “proyección”, en la que el televisor congregaba a las familias, para el distraimiento y la información. Los espacios cambiaron, al menos en determinados horarios, su función tradicional y permitieron recrear experiencias nuevas. También el automóvil familiar y, de otra manera, el espacio de la propia intimidad cambiaron con los aparatos de radio y los “transistores” personales.

Pero, obviamente, no pretendo descubrirles ahora hechos de sociología bien conocida. Sólo concédanme hacer mención a las oportunidades de desarrollo que se abrieron por los medios de comunicación y el negocio de la publicidad, con nuevas profesiones asociadas a los procesos que trajo la radiodifusión, y también las nuevas formas de creatividad, de expresión y de difusión artística; un fenómeno extraordinario, todavía vigente y probablemente incomparable con nada conocido hasta la explosión de la difusión en internet (que, en alguna medida y en alguna de sus perspectivas, ha heredado sus modos de hacer; y en otros, los ha cambiado radicalmente).

Quisiera hacer referencia brevemente a alguna de las visiones que animaron aquel entorno, profuso de inventos. Me disculparán que mencione, también aquí, alguna referencia histórica prescindible y alguna anécdota innecesaria.

Junto con Tesla y Marconi¹⁶, otros dos grandes visionarios en la historia de la radiodifusión fueron sin duda Reginald Aubrey Fessenden y Edwin Howard Armstrong.

Al primero, además de muchas otras imaginaciones teóricas y prácticas, le cabe el mérito de haber realizado el primer experimento de radiodifusión de voz y música a gran escala (al menos el primero reconocido y documentado,

¹⁶ La disputa entre ambos por la patente US 645,576 (Tesla, 1900) sobre la invención de la radio es digna de ser conocida. En 1904 la Oficina de Patentes se la reconoce a Marconi (tras habérsela negado); en 1943 el Tribunal Supremo devuelve su prioridad a Tesla (fallecido hacía dos meses).

que sepamos)¹⁷. Sucedió en 1906 (el 24 de diciembre). En 1919, Westinghouse puso en el aire voz y música de fonógrafo destinadas al público en general.

El otro gran transgresor que les acabo de mencionar, Armstrong (nacido en 1890 y fallecido en 1954), fue uno de los héroes de la radio que hoy conocemos; tuvo una extraordinaria capacidad inventiva: inventó el circuito regenerativo y el receptor superheterodino, inventos que fueron capitales en el desarrollo de las comunicaciones radio (aún hoy). Pero sobre todo tuvo la visión tecnológica y comercial de la FM en los años 20 y 30; y construiría su propia red de emisoras.

Armstrong fracasó a corto plazo¹⁸ porque su visión se encontró enfrentada con la visión comercial e intereses de otro visionario, de nombre David Sarnoff, fundador de la NBC, pero sobre todo, a los efectos de lo que nos interesa, ejecutivo y presidente de la RCA desde 1919 hasta 1970.

Sarnoff no era un intelectual, que se sepa, ni persona cuya biografía suscite especial estima. Se le acusa de retrasar la implantación global de la FM (que no se produciría hasta la década de los 60), a pesar de que en los años 30, Armstrong, que trabajaba para la RCA, había probado su superioridad sobre la AM. Primero fue por su interés en proteger el negocio de la AM, que era vital para RCA, frente a una tecnología superior que la desplazaría. Después, la reasignación de la FM a otra banda de frecuencias, por parte de la Federal Communications Commission (FCC), para ocuparla con las emisiones de TV, retrasó definitivamente el despegue de la FM en EEUU (y acabó con el negocio de Armstrong). La decisión de la FCC se debió, dicen algunos y otros niegan, a las presiones de la RCA de Sarnoff y de otros operadores con intereses en la AM y la TV (CBS, ABC, etc.). A Sarnoff se le recrimina también que se apropiara de la idea de la TV, que conoció de Philo Taylor Farnsworth¹⁹. En este caso, sin embargo, en su momento, la RCA se vería obligada a indemnizarle por ello.

En todo caso, no importa cuánto de antipático se haga a algunos, Sarnoff tuvo dos grandes visiones que cambiaron la historia de los medios. No fue el único, no inventó nada, fue en buena medida un gerente comercial, un administrador. Pero vio y anticipó el potencial de la radio (AM) como instrumento de comu-

¹⁷ Cf. BELROSE, J.S. (2006) en Ref. 13, p. 402.

¹⁸ Los descubrimientos de Armstrong tuvieron un enorme impacto en la historia posterior de la radio, y como tal, ha sido reconocido repetidamente.

¹⁹ En 1928, P.T. Farnsworth desarrolló y demostró el primer sistema completamente electrónico de televisión. La primera patente de un sistema completo de televisión (1884) es de P.G. Nipkow. El primer televisor práctico se construyó y patentó en 1923 por J.L. Baird.

nicación de masas, cuando no era evidente. En 1915, en una carta a la dirección de la compañía en la que trabajaba (entonces la Marconi Telegraph Company of America), predijo que un día no muy remoto todos los hogares dispondrían de una “caja musical” de radio, con la que podrían escuchar noticias, información y programas de entretenimiento, que se emitirían desde estaciones centrales fijas (lo que conocemos hoy como emisoras), es decir, predijo la radiodifusión comercial²⁰. Del mismo modo, comprendió el potencial de la televisión. Fue él mismo quien presentó en 1939, en la New York *World's Fair*, la emisión del primer programa de televisión²¹. Se han conocido después muchas evoluciones pero, sin duda, de entonces proceden las visiones de lo que aún hoy es el más importante sistema de entretenimiento global.

Últimas consideraciones. Lecciones.

En el origen del progreso están las invenciones, las innovaciones; concretas en sí mismas, esenciales. Sin los grandes que exploran, descubren, realizan y demuestran no habría después nada nuevo ni mejor. Pero el progreso requiere también de visiones audaces que contemplen el horizonte del beneficio global, no importa por qué combinación de interés personal, pasión intelectual, intuición o presciencia. Este es el caso de los dos ejemplos históricos que he querido recordar: la radiotelegrafía y la radiodifusión (como podía haber sido la telefonía, los ordenadores personales, internet o tantas otras). Como decía al principio de la sección, los he traído para evocar algunas de las consecuencias invariantes en los ambientes en los que se cultivan y desarrollan las grandes innovaciones. Inevitablemente, las grandes innovaciones afectan a los modos en que las personas se comunican con los otros (y en ocasiones a los mismos fines de la comunicación), a las pautas con las que se interpretan y perciben los espacios y a las maneras y actitudes con que se recibe, se consume o se aprehende la información.

III. TRES VISIONES DEL ALEPH

Ahora estamos en un tiempo nuevo. Es cierto que siempre estamos en un tiempo nuevo. Unas veces tenemos la impresión de que lo estamos comenzando, otras de que lo estamos terminando y aún otras, las más, que el tiem-

²⁰ Cf. BENJAMIN, L. (2002): “In Search of Sarnoff Radio Music Box Memo: Nall’s Reply”, *Journal of Radio Studies*, vol. 9, no. 1, pp. 97-106.

²¹ En 1936, la BBC comienza la difusión de televisión regular y en 1967 la transmisión en color PAL. Cf. SARKAR, T.K. et al.: *History of Wireless*, pp. 134 y 153.

po simplemente pasa y que ahora no es el principio ni el final sino un fotograma del carrete sin fin de su devenir. A mí me gusta pensarlo como nuevo porque me sugiere la idea de oportunidad, de las cosas posibles, del futuro en nuestra imaginación.

Ni internet, ni la comunicación telefónica o escrita, ni los modos de producir y consumir información y de relacionarnos con los medios, ni la computación, ni la información en los espacios que habitamos son ya los que eran, los que conocimos hace apenas un par de décadas. A muchos de nosotros, algunas novedades nos han llegado casi por sorpresa, antes de que pudiéramos conocer a sus antecesores inmediatos.

Déjenme que trate de aproximarme apenas a la situación actual con unos ejemplos, de los que no espero que describan sino únicamente que evoquen o sugieran:

La primitiva internet, que nos permitía consultar o descargar determinados contenidos limitados, a veces muy lentamente, desde el único punto fijo de acceso y con el único dispositivo que teníamos reservado para asomarnos a lo virtual, es ahora una internet extensa y profunda que se puede navegar y aún bucear, a la que se puede acceder desde cualquier lugar y con cualquier dispositivo y que ofrece contenidos antes inimaginables: podemos ver una ópera, leer un libro, consultar un mapa, hacer una reserva, compartir con amigos o miembros de una determinada comunidad, etc. Todo ello en movilidad y casi instantáneamente.

No son sólo la cantidad y la variedad de los contenidos y el aumento de la velocidad de acceso las que caracterizan la evolución del fenómeno. Son también los mismos modos de consumir y producir información los que han cambiado: por un lado, la consumimos más vorazmente que nunca, pero también quizás más superficialmente y menos reflexivamente, con frecuencia para usarla una vez y olvidarla. Por otro lado, de meros consumidores pasivos, hemos pasado a ser además destacados productores de información en la red, con wikis, blogs, vídeos y toda suerte de contenidos, que aportamos voluntaria y a veces inopinadamente.

El correo electrónico, tal como la mayoría de nosotros lo interpretamos y usamos, esa modalidad única de comunicación, por la que podemos adjuntar documentos, imágenes o enlaces directos a otros recursos de la red a una carta tradicional (cada vez menos tradicional y cuidada, por cierto), y hacerla llegar instantáneamente no a uno sino a cientos de destinatarios, esa forma de comu-

nicación tenida como immanente como si procediera de los tiempos de la revolución industrial, está también en una nueva dinámica evolutiva. Es el fenómeno de las redes sociales o de las populares aplicaciones de mensajería instantánea de Whatsapp, Line o Wechat, que amenazan no sólo con arrumbar al SMS que ya apenas usamos, sino a algunos de las actuales formas de uso del correo electrónico, sustituidas por modalidades aún de más inmediatez e interactividad. Visto desde esta perspectiva, McLuhan acertaba seguramente cuando proponía prestar más atención al medio que al mensaje²². Pero eso no es lo importante, lo sustancial es que estamos en un tiempo de comunicación instantánea y universal, espacial y temporalmente.

La computación personal, que comenzó a ser considerada y denominada así, personal, a principios de los 80 con los primeros ordenadores de sobremesa de Apple e IBM, ya no lo es más, al menos en el sentido en que lo fue. Era personal en primer lugar porque los recursos estaban dispuestos para el uso de una persona (o de una persona al tiempo, si se prefiere). Y era personal también porque todos los recursos (desde la memoria y la CPU al procesador de textos o el paquete de cálculo matemático), todo el *hardware* y todo el *software*, estaban allí, residiendo localmente en aquel patrimonio personal que era el PC y sus discos duros, removible y compactos.

Ese tipo de computación está de retirada, permítanme la expresión. Seguimos conservando el dispositivo, incluso ahora más personal si cabe, ahora con otras dimensiones y otros factores de forma, pero, con frecuencia, muchos recursos ya no residen en él. La información principal, nuestra propia información personal, puede estar en algún lugar del ciberespacio, en lo que se viene dando en llamar la nube, donde se mantiene y se comparte; y no sólo la información, los propios recursos de cómputo y las mismas aplicaciones están en un servidor remoto, con el que interactuamos en tiempo real sin ser siempre conscientes expresamente: centrales de reservas, aplicaciones ofimáticas, programas de cálculo, bases de datos, diccionarios on-line, etc.

Finalmente, la significación funcional y experiencial de los espacios ha cambiado también. Los espacios se han ido “aumentando de tecnología” y la propia tecnología personal ha ido proponiendo nuevas formulaciones de los espacios. Como dice David Benyon, la mezcla (*blend*) de los espacios físico y digital da lugar a un nuevo espacio conceptual, con sus propias propiedades y estructura. “Los diseñadores de interacción necesitan diseñar tanto para el

²² McLUHAN, H.M. (1964): *Understanding Media: The Extensions of Man*, McGraw-Hill, reeditado por Gingko Press.

espacio y el movimiento como para la interacción con la tecnología. Deben considerar los dispositivos que utilizará la gente y cómo pueden integrarse en la experiencia global de estar y trabajar en salas y otros espacios interactivos. Deben considerar cómo mantener a las personas conectadas con sus espacios digitales personales mientras trabajan y colaboran en espacios compartidos. El espacio *blended* relacionado con el resto del espacio informacional y del espacio social traerá nuevos lugares para la experiencia”²³. O, como dice Mark Shepard refiriéndose a la ciudad y su arquitectura: “A medida que estos dispositivos móviles se hacen ubicuos en los entornos urbanos, la tecnicidad de la arquitectura como la tecnología primaria de construcción de espacios se desafía por las transducciones espaciales que permiten [...] estos dispositivos y las maneras en que los usamos se han vuelto quizás tan importantes como la arquitectura en la definición de nuestra experiencia del espacio urbano”²⁴.

Y bien, ¿cómo hemos llegado hasta este tiempo y este espacio nuevos? ¿Qué conceptos o visiones pueden componer, siquiera parcialmente, el aleph tecnológico en el que nos encontramos? No voy a referirme a los grandes habilitadores, como lo inalámbrico, el ordenador, la electrónica o internet, bien conocidos y difundidos, a algunos de los cuales inevitablemente me he tenido que encomendar ya en este discurso. En esta sección principal voy a elaborar brevemente sobre tres conceptos, sobre tres visiones: la Computación Ubicua, la Biblioteca Universal y la Interacción Ilimitada. Creo que estas tres visiones pueden ilustrar la esencia del cambio en nuestras relaciones, respectivamente, con los espacios, con la información y con los otros. No pretendo componer una teoría con ello. La selección de estas tres visiones precisamente y no de otras es resultado de una convicción personal y en cierto modo arbitraria y puede ser cuestionada desde diversos puntos de vista, empezando por la misma interpretación que haré de cada uno de esos conceptos. Y aún antes, puede cuestionarse por el mismo significado de “visión” que pretendo manejar. Les pido que, para el contexto que nos ocupa, me dejen considerar hoy que una visión no es una presciencia ni una previsión ni una planificación, sino simplemente una explicación a priori de lo que sucederá después. La historia demuestra que lo que sucede después es consecuencia muchas veces de acontecimientos imprevistos e imprevisibles en el momento de la formulación de la visión. La visión no era una anticipación de cómo sucederían las cosas, sino sólo del resultado, de la escena final.

²³ BENYON, D. (2014): *Spaces of Interaction, Places for Experience*, Morgan and Claypool Publishers, p. 100.

²⁴ SHEPARD, M. (2011): “Toward the Sentient City”, *Sentient City*, The MIT Press, Cambridge, MA, p. 25.

Computación Ubicua

Pues bien, la primera de esas visiones sobre la que quiero hablar es la de Computación Ubicua. Fue propuesta por Mark Weiser²⁵ en 1991. Con ella, propone (y predice) la desaparición del ordenador personal tradicional y la aparición en su lugar de una infraestructura “invisible” de cómputo, representación y comunicación. La computación deja de estar asignada a un dispositivo físico bien identificado para “entretenerse... en la materia de lo cotidiano hasta no distinguirse de ella”. Esa transformación de la tecnología para integrarse con naturalidad en el entorno (*background*), esa mimetización nos permitirá manejarla sin prestarle atención activa.

Y más adelante: “Esa desaparición no es una consecuencia fundamental de la tecnología sino de la psicología. Cuando las personas aprenden algo suficientemente bien, dejan de ser conscientes de ello. Cuando miramos una señal en la calle, por ejemplo, absorbemos su información sin realizar el acto de leer conscientemente [...] sólo cuando las cosas desaparecen de esta manera, estamos liberados para usarlas sin pensar y de esa manera concentrarnos, al margen de ellas, en otros objetivos”.

En la visión de Weiser, que no era un filósofo, sino un científico y un tecnólogo, los espacios se poblarían de cientos de dispositivos “invisibles”, en la “periferia”²⁶.

Pues bien, aunque estamos lejos de la aspiración teórica última del concepto de computación ubicua, una parte relevante de la visión de Weiser se ha venido haciendo realidad. Los espacios se han poblado de objetos con capacidad de medir, actuar y comunicarse entre sí y con objetos de otros espacios (incluidos entre esos objetos, prominentemente, los propios dispositivos personales de las personas que ocupan los espacios). Quizás Weiser no tenía entonces una idea exacta de las tecnologías que concretarían el concepto, ni de las direcciones precisas por las que transcurriría el cambio (hablaba de *tabs*, *pads* y *liveboards*), pero el hecho cierto es que previó la evolución del carácter de nuestros espacios. La desaparición por desagregación del ordenador personal como referente computacional e informacional de un espacio (al menos como referente único) ha dado lugar a un nuevo paradigma de ubicuidad, en el que la comunicación y la computación se realizan en cualquier lugar, los objetos

²⁵ WEISER, M. (1991): “The Computer for the 21st Century”, *Scientific American*, vol. 265, no. 3, pp. 94.

²⁶ WEISER, M. and BROWN, S. (1995): “Designing Calm Technology”, Xerox Park, <http://www.ubiq.com/weiser/calmtech/calmtech.htm>.

se comunican autónomamente, y cobran sentido semántico, desde ese punto de vista, la identidad, la posición, el lugar y el contexto.

Aparecen los conceptos de Espacio Inteligente, Inteligencia Ambiental, Redes de Sensores e Internet de las Cosas.

Los objetos se aumentan con tecnologías capaces de detectar, localizar, reconocer, identificar y comunicar. Los espacios, incluido el espacio personal del cuerpo propio, se invaden de sensores capaces de medir y memorizar cualquier tipo imaginable de parámetro o evento. Pero lo decisivo no es ya lo que los sensores puedan medir o interpretar por sí mismos, sino lo que permiten inferir colectivamente, como anticipó Weiser: “el poder real del concepto no procede de ninguno de estos dispositivos sino de la interacción de todos ellos”²⁷. Es el concepto de Internet de las Cosas, término debido a Kevin Ashton²⁸, que pretende describir esa nueva internet en la que los objetos con capacidades de medición y razonamiento comunican y actúan coordinadamente hacia un fin común. Y especialmente a los entornos que están compuestos de cientos o miles de objetos locales y remotos²⁹.

No cabe hacer una revisión, ni siquiera una enumeración de las tecnologías habilitadoras que han hecho posible este escenario post-Weiser. Las tecnologías aisladas, además, no explican el nuevo paradigma. Si acaso, déjeme mencionar brevemente algunas: Las tecnologías de identificación por radiofrecuencia (RFID), cuya aplicación comenzó en el Auto_ID Center³⁰, como una alternativa al código de barras, para mejorar los procesos de identificación de los objetos en la cadena logística, han trascendido su uso originalmente planeado. Millones de objetos tienen hoy un código identificativo único. Las posibilidades que se abren cuando cada cosa tiene un DNI o, más gráficamente, un ADN, son extraordinarias³¹: desde la trazabilidad individual, precisa y continua a lo largo de la vida de los objetos, hasta la capacidad de ofrecer información sobre sus propiedades o su composición, a través de un

²⁷ WEISER, M. (1991): “The Computer for the 21st Century”, *Scientific American*, vol. 265, no 3, pp 98.

²⁸ ASHTON, K. (2009): “That Internet of Things Thing”, *RFID Journal*, 22 jun, <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>.

²⁹ Según Gartner, en 2016 habrá 6,4 billones de cosas conectadas, un 30% más que en 2015, y se alcanzará la cifra de 20,8 billones en 2020, <http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>.

³⁰ El Auto ID Center fue pionero en el desarrollo de tecnología basada en Electronic Product Codes. Se creó en 1999 y cerró en 2003.

³¹ *Internet of Things in 2020*, European Commission/EPoSS workshop, 5 sep 2008, http://www.smart-systems-integration.org/public/documents/publications/Internet-of-Things_in_2020_EC-EPoSS_Workshop_Report_2008_v3.pdf.

simple dispositivo lector que ya está disponible en algunos dispositivos personales. El segundo grupo de tecnologías es el englobado genéricamente en las Redes de Sensores³², que es un concepto habilitado por la mejora en la miniaturización de los componentes electrónicos y el desarrollo de los protocolos de comunicaciones de bajo consumo. El concepto se refiere a aquellos espacios en los que cooperan nodos con capacidades autónomas de medida, comunicación y actuación (los nodos de sensores de la red), cada uno monitorizando su entorno local, para ofrecer en conjunto una perspectiva global. Las posibilidades de este caso particular de las denominadas arquitecturas distribuidas son también inmensas: desde monitorizar espacios interiores limitados para realizar su gestión domótica automáticamente o grandes espacios naturales para observar su estado, su evolución o su mismo equilibrio ecológico, hasta el control de los parámetros vitales de una gran ciudad, desde el consumo eléctrico hasta el tráfico y desde la ocupación de los recintos a la calidad del aire. El tercer gran grupo habilitador es el de los avances en comunicaciones inalámbricas de área local, es decir aquellas comunicaciones que se realizan en alcances bajos y medios y que incluyen³³ Wifi, Bluetooth, UWB o Zigbee. El cuarto es el de las tecnologías de localización o posicionamiento³⁴, que permiten “vectorizar” la posición de cualquier objeto, persona o actividad tanto en espacios exteriores como interiores con precisiones asombrosas.

Finalmente, no puedo no mencionar también las tecnologías de visualización, que han sufrido una evolución continua en calidad y en precio. Las pantallas ofrecen tamaños impensables hace unos años y altísima definición; y los procesadores, velocidades de tratamiento de imágenes y gráficos que permiten la visualización en tiempo real y 3D. Esto explica la persistencia, la “pervasividad” y hasta la incontinencia de lo multimedia en cualquier espacio³⁵.

Esta irrupción está cambiando la esencia de los espacios y la forma de estar y hacer en ellos: por ejemplo, el coche aumentado, localizado con precisiones submétricas y que se comunica con los otros vehículos, con las vías y con la nube cambiará nuestra experiencia de conducir. Por ejemplo, la generalización de la identificación por radiofrecuencia, de la que hablaba antes, junto

³² Ver por ejemplo YANG, S.H. (2014): *Wireless Sensor Networks: Design, Principles and Applications*, Springer-Verlag, Londres.

³³ Ver por ejemplo ZHANG, K.Q.T. (2015): *Wireless Communications: Principles, Theory and Methodology*, John Wiley and Sons.

³⁴ Ver por ejemplo BARTLETT, D. (2013): *Essentials of Positioning and Location Technology*, Cambridge University Press.

³⁵ KRÜGER, A. and KUFLIK, T., eds. (2012): *Ubiquitous Display Environments*, Springer-Verlag, Berlin.

con la extensión de los sistemas de localización en interiores y de otras tecnologías, como la de realidad aumentada, acabarán por transmutar la actividad de ir de compras o visitar un museo en una experiencia personal diferente. Y, por poner un tercer y último ejemplo, la ubicuidad de sensores y displays interactivos, capaces de representar información puntual y contextual, hará que los espacios abiertos de la ciudad inteligente se interpreten de otras maneras.

Weiser fue un atrevido. Otros atrevidos han traído a la realidad la Internet de las Cosas. Y la Internet de las Cosas ha traído lo que conocemos como Datos Masivos o Big Data, que es el término en inglés que se ha impuesto.

El fenómeno se refiere a la ingente cantidad de datos que se toman y almacenan, y se analizan y explotan, o no, que al tiempo representan una oportunidad y un reto. De momento sólo me interesa hacer notar lo incierto del destino y uso futuro de estos datos, algunos neutros, otros personales, de cada uno de nosotros, recogidos sin o con nuestro consentimiento, y en este último caso muchas veces involuntario o ingenuo.

En 1962, es decir treinta años antes de internet, el filósofo de la teoría de la comunicación McLuhan, escribió en *Galaxia Gutenberg*, refiriéndose a los medios de comunicación electrónicos y a esa nueva organización social que denominó “aldea global”, que “el mundo se ha convertido en un computador, en un cerebro electrónico, exactamente como en una obra infantil de ciencia ficción. Y así como nuestros sentidos han salido de nosotros, el Gran Hermano ha entrado”³⁶.

Algunas de las perspectivas del controvertido McLuhan podrían considerarse anticipatorias de las que podrían adoptarse hoy frente a internet y especialmente frente a la internet de las cosas.

La Biblioteca Universal

La Web viene tendiendo implacablemente a una Biblioteca de Alejandría, a la Biblioteca Universal³⁷, que es la segunda de las visiones sobre las que quiero disertar brevemente.

³⁶ McLUHAN, H.M. (1964): *The Gutenberg Galaxy*, University of Toronto Press, reeditada por Routledge & Keagan Paul.

³⁷ Bibliotheca universalis (1545) fue el primer intento, iniciado por el naturalista Conrad Gessner, de realizar un catálogo universal de los libros escritos.

Me refiero con este término, como suponen, a ese inmenso repositorio hiperindexado (perdónenme el neologismo, otro más), a ese catálogo de información y conocimiento indefinidamente creciente, que es la Red, y que empieza a dejar pálida a la fabulación de ese gran genio, de ese atrevido único que fue Borges, a la metáfora que articuló en su Biblioteca de Babel y aún más audazmente si cabe en El libro de arena.

Para siempre ha cambiado nuestra relación con la información y, con ella, nuestra forma de aprender y de tratar el conocimiento. Los hechos son bien conocidos. Tim Berners Lee inventa la *web* a principios de los 90 y hoy residen en el ciberespacio varios miles de millones de páginas³⁸, y creciendo cada minuto. Es posible acceder casi instantáneamente a cualquier información sobre cualquier asunto que uno quiera conocer, desde diversas perspectivas o ideologías y en diversos idiomas. Incluidas la más sesuda reflexión sobre un determinado acontecimiento histórico, una crítica literaria o la misma obra criticada, o la más intrascendente de las opiniones sobre un hecho político actual. Desde el manual de instrucciones de un electrodoméstico determinado hasta la previsión del tiempo en cualquier lugar del mundo. Desde un curso completo de ruso para hispanohablantes hasta los resultados de las competiciones deportivas en Nueva Zelanda. Desde La Flauta Mágica de Mozart interpretada precisamente por la Wiener Philharmoniker hasta un vídeo recorriendo paso a paso cómo cocinar una variante concreta del plato elegido.

Y todo ello en el momento en el que uno lo necesita, que es probablemente la propiedad más asombrosa de esta nueva biblioteca que apenas tiene veinte años; la que induce a algunos a aventurar que será nuestra nueva memoria, porque permitirá evocar la palabra, el texto o la escena con la inmediatez, la fidelidad y el matiz de una memoria exacta. Ya ahora, cada vez con más frecuencia, preferimos recurrir una, dos o más veces a Google para recordar algo que memorizarlo; es más, empezamos a sentir lo innecesario de memorizar determinadas cosas. Cada vez más la Red será nuestra memoria.

Si tal vez llegue a ser nuestra memoria en el futuro, ya es, sin duda, nuestra biblioteca, nuestro archivo y nuestra inspiración. No importa que ustedes sigan fieles sólo al libro de imprenta, a la consulta del manuscrito, a las noticias en el periódico de papel o en la radio convencional, a la forma tradicional de comprar en la tienda física, de viajar con guía encuadernada o de hacer gestiones en su oficina bancaria. Da igual. Ustedes son una minoría que des-

³⁸ El número de sitios web activos y de páginas con mantenimiento es imposible de precisar a día de hoy.

aparecerá; y alguien dirá de nosotros lo que dijeron, y decimos, de otros escépticos a la implantación de otros avances tecnológicos³⁹.

Probablemente no haya, hasta ahora, un fenómeno tan determinante para el desarrollo de esta Biblioteca como Google (hoy parte de Alphabet). Quiero recordarles que Serguei Brin y Larry Page fundan Google en septiembre de 1998 y que, desde entonces, su famoso buscador, sus mapas, su servicio de correo electrónico (gmail), su web de videos (Youtube) o su sistema operativo para móviles (Android) se han hecho literalmente universales. Ha habido y hay, evidentemente, otros grandes actores que han contribuido a desarrollar la web que conocemos (Amazon, eBay, Microsoft, etc.). Es también cierto que si no hubiera sido Google, otros habrían liderado su desarrollo, pero utilizar ese argumento es como intentar no dar mérito a Marconi alegando que, de no ser él, otro cualquiera habría desarrollado el telégrafo sin hilos.

Google ha expresado en diversas ocasiones su intención monstruosa de digitalizar todo el conocimiento disponible. Procede mencionar en este punto al menos dos de sus proyectos en tal dirección: uno, pionero independientemente de las dificultades insalvables que encontró, fue el proyecto de digitalizar todos los volúmenes escritos⁴⁰; el otro es el proyecto de mejorar Google Maps⁴¹ hasta el detalle extremo, con las contribuciones de sus propios usuarios.

Este último es precisamente un ejemplo de la otra clave de la construcción de la biblioteca: la implicación como productores de información de los que iban a ser meros consumidores. El desarrollo de esta Biblioteca Universal no hubiera sido de ninguna manera viable sin la contribución espontánea, colaborativa y “social” de los propios usuarios de internet⁴²: Youtube y Wikipedia

³⁹ En Fedro de Platón, Sócrates, dialogando con Fedro, cuenta que el rey Tamus le reprochaba al inventor Teut, en relación a la escritura que había inventado: “Ella sólo producirá el olvido en las almas de los que la conozcan, haciéndoles despreciar la memoria; confiados en este auxilio extraño abandonarán a caracteres materiales el cuidado de conservar los recuerdos, cuyo rastro habrá perdido su espíritu. Tú no has encontrado un medio de cultivar la memoria, sino de despertar reminiscencias; y das a tus discípulos la sombra de la ciencia y no la ciencia misma. Porque, cuando vean que pueden aprender muchas cosas sin maestros, se tendrán ya por sabios, y no serán más que ignorantes, en su mayor parte, y falsos sabios insoportables en el comercio de la vida” (trad. de Patricio de Azcárate en e-torredebabel.com).

⁴⁰ El proyecto de Google (Google Books) no ha sido el único. Open Content Alliance, Digital Public Library of America, Internet Archive o Europeana son otros. Ver, por ejemplo, <http://fdt.library.utoronto.ca/index.php/fdt/article/view/4909/1772> y <http://www.technologyreview.com/featuredstory/427628/the-library-of-utopia/>.

⁴¹ “How –and why- Google is transforming the map”, *The Conversation*, jan 7, 2015. <https://theconversation.com/how-and-why-google-is-transforming-the-map-35238>.

⁴² KELLY, K. (2005): “We are the Web”, *Wired*, aug 1, 2005, www.wired.com/2005/08/tech.

son dos ejemplos bien conocidos, pero sólo dos ejemplos mínimos de la parte tan considerable de los contenidos de la web hecha de blogs, wikis y contribuciones de los usuarios.

¿Y qué visiones nos traen hasta aquí? ¿Quién imaginó esto? Al principio de internet, pocos. El último y definitivo crédito técnico se lo damos a Tim Berners Lee, sin duda, por haber inventado la *world wide web*.

Pero yo quiero recordar, en lo visionario del concepto mismo de Biblioteca Universal, a H.G. Wells y a J.L. Borges, y, en los antecedentes más próximos, a Vannevar Bush y a Ted Nelson, cuatro atrevidos que no inventaron la web, porque no era el momento de inventarla, pero la antecedieron, del mismo modo que Cézanne no inventó el cubismo, ni Debussy o Schönberg la música contemporánea, ni Le Corbusier el brutalismo.

H.G. Wells anticipó en una conferencia impartida en 1937 y publicada⁴³ en *World Brain* en 1938 que los avances tecnológicos acabarían por permitir en algún momento que “cualquier estudiante, en cualquier parte del mundo será capaz [...] de examinar cualquier libro, cualquier documento, en una réplica exacta”.

Borges lo hizo en un ensayo⁴⁴ titulado *La biblioteca total*, publicado en la revista *Sur* en 1939. Menciona algunos antecedentes, como Huxley, Carroll y Lasswitz y luego escribe de esa biblioteca: “Todo estará en sus ciegos volúmenes. [...] las paradojas que ideó Berkeley acerca del tiempo y que no publicó, los libros de hierro de Urizen, las prematuras epifanías de Stephen Dedalus que antes de un ciclo de mil años nada querrían decir, el evangelio gnóstico de Basíledes, el cantar que cantaron las sirenas, el catálogo fiel de la Biblioteca, la demostración de la falacia de este catálogo. Todo, pero por una línea razonable o una justa noticia habrá millones de insensatas cacofonías, de fárragos verbales y de incoherencias.”

Otro gran atrevido, Vannevar Bush, científico director de la *Office of Scientific Research and Development* de EEUU y jefe del conocido Proyecto Manhattan, como seguramente sepan, en 1945 concibió y describió, en *As We May Think*⁴⁵, una máquina capaz de poner cualquier publicación al alcance de cualquier individuo, utilizando medios de archivo (principalmente fotográfi-

⁴³ WELLS, H.G. (1938): *World Brain*, Methuen & Co. Ltd., Garden City, NY, p. 54.

⁴⁴ BORGES, J.L. (1939): “La biblioteca total”, *Revista Sur*, no. 59, agosto.

⁴⁵ BUSH, V. (1945): “As We May Think”, *Atlantic Monthly*.

cos). Los objetivos principales que Bush proponía para tal máquina eran el de facilitar la creación intelectual y el de servir de suplemento ampliado y personal de la memoria. Denominó a aquella máquina “memex” (*memory extender*). Ya para ella imaginó el concepto de indización o asociación, al que podemos considerar antecesor del concepto de hipertexto⁴⁶, que devendría en los procedimientos de la web que conocemos: cada elemento es capaz de “llamar a otro elemento de una manera inmediata y automática”. Y escribió también: “En el futuro aparecerán formas totalmente nuevas de enciclopedias, que contendrán en su seno numerosos senderos de información preestablecidos, y que podrán ser introducidas en el memex para ser ampliadas por el usuario”. Esta frase de 1945 nos recuerda no sólo a la web actual en su conjunto sino también en concreto a la wikipedia, esa enciclopedia cooperativa, hecha de contribuciones sobre otras contribuciones, enlazada y de valor extraordinario; aunque contenga las “insensatas cacofonías, fárragos verbales e incoherencias”, a las que aludía Borges.

Finalmente, no puedo dejar de mencionar a otro visionario, a Ted Nelson, que en los 60, con su proyecto Xanadú, primer proyecto de hipertexto, prefiguró la web entre la visión de Bush y la invención de Berners-Lee.

No fueron estos cinco los únicos visionarios de esta Biblioteca Universal. La nómina de atrevidos, innovadores y creadores y recreadores de contenidos es larga ciertamente. Me atrevo a decir que ya es una nómina imposible, porque la web está haciéndose en cierta medida anónimamente o socialmente. Sólo quedan para la Historia los nombres de los pioneros y de algunos personajes públicos que algún medio dio en identificar y difundir.

Sea como sea, quiero insistir: irreversiblemente, la relación de la Humanidad con la información ha cambiado, y con ese cambio, la forma de aprender; y seguramente la forma de pensar. Nicholas Carr es uno de los muchos que han tratado este tema. En un interesante artículo⁴⁷ de 2008 reconoce que “ya no piensa de la misma manera en que lo hacía, y que lo nota especialmente cuando lee”. Incapaz de concentrarse en textos largos, “la lectura profunda que solía disfrutar” ya no le es sencilla. Y lo achaca al modo en que leemos en la web. Menciona un estudio de unos académicos de University College de Londres en el que describen que “las personas, navegando la web, muestran una tendencia a leer por encima, saltando de una fuente a otra y raramente vol-

⁴⁶ Hipertexto es un texto que refiere a otros textos o contenidos.

⁴⁷ CARR, N. (2008): “Is Google Making Us Stupid?”, The Atlantic, jul/aug, <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/2008/07/is-google-making-us-stupid/306868/>.

viendo a visitar las páginas visitadas. Leen típicamente una o dos páginas de un artículo o un libro y saltan a otra página”.

Quizás reconozcan este tipo de conductas en ustedes, al menos en parte, o hayan reflexionado sobre otros cambios culturales o intelectuales que nos ha traído la Red. Quizás cada uno de nosotros, sin apenas ser consciente, estudia, escribe y piensa de otra manera.

Hay algo seguramente de justificado en la reticencia de muchos hacia esta biblioteca cada vez más universal e imprescindible, aunque repleta de volúmenes efímeros y superficiales. Pero, como nos recuerda Carr, esa reticencia se tuvo también en el siglo XV respecto de la imprenta, y, entre otros, pone el ejemplo del editor veneciano Hieronimo Squarciafico, que llegó a sostener que la abundancia de libros hacía a los hombres menos estudiosos.

La Interacción Ilimitada

Les he hablado de algunas de las visiones sobre la Computación Ubicua y la Biblioteca Universal; ahora quiero traer al discurso la que he elegido denominar Interacción Ilimitada. Con el concepto de interacción me refiero ahora principalmente a la comunicación con los otros, y cuando la califico de ilimitada pretendo sugerir el hecho conocido de que los límites de la comunicación tradicional han sido superados. Quedan otros, sin duda. Pero la distancia y el momento han dejado de representar barreras a la comunicación. Hablo de interacción ilimitada en este sentido, y aludiendo especialmente al dispositivo personal, que permite comunicar en todo tiempo y espacio. Más aún, no sólo comunicar, sino interactuar, compartir y construir cooperativamente. Me tendrán que disculpar que me refiera a él, en lo que sigue, a veces, como *smartphone* o teléfono inteligente o simplemente “móvil”, en los tres casos haciendo un demostrable mal uso del lenguaje.

Pocos, si alguno, pudieron haber predicho en los 80 e incluso en los 90, después del alumbramiento de internet, la ruta de evolución que seguiría el móvil, desde el dispositivo portátil para comunicar voz hasta su estatus actual de dispositivo personal de interacción social universal y de relación con el espacio y con la información; desde su misión única original de permitir las comunicaciones en movilidad, de liberar de la necesidad de recurrir a los puntos compartidos de telefonía fija, hasta su misión de ser hoy la ventana multimedia de relación con los otros y con el mundo, y ser también el periódico, el mapa, la tarjeta de embarque, la de crédito, la cámara de fotos, el libro de notas o la agenda.

Por no remontarme a Fessenden⁴⁸, el vestigio más antiguo de interés que quiero recordar hoy es de 1973, año en el que Motorola hizo la primera demostración de comunicación de voz con un dispositivo relativamente portátil⁴⁹: pesaba más de 1 kg, medía más de 20 cm de largo, casi 5 cm de ancho y 13 cm de grosor y su batería permitía mantener conversaciones de hasta media hora (la primera versión comercial no estaría disponible hasta 1983). A partir de ahí, se produce una sucesión de generaciones de tecnologías más o menos incrementales desde el punto de vista técnico (de las 1G, 2G, 2.5G y 3G a la 4G y la 5G futura⁵⁰), que permiten evoluciones casi disruptivas desde el punto de vista funcional (primero fue el SMS, luego el correo en el móvil, y finalmente la internet en toda su funcionalidad). El protagonismo mediático de esta evolución se lo quedan grandes actores empresariales, como ATT, NTT, Sonera, Ericsson o Nokia, entre otros, que fueron aportando, en distintos momentos y por distintas motivaciones comerciales, novedad e innovación al concepto de comunicación móvil. No voy a resumirles la historia fascinante del desarrollo de este sector, de cuya evolución son ustedes contemporáneos y conocen más que de oídas.

Dejenme sólo recordarles que hoy hay alrededor de 7 billones de móviles, de los que casi 2 son *smartphones*⁵¹, y que según BCG⁵², en 2016, los dispositivos móviles supondrán 4 de cada 5 conexiones de internet de banda ancha.

De entre los visionarios, quiero mencionar al escritor Arthur C. Clarke, que en un ensayo de 1958 imaginó un “transceptor personal, tan pequeño y compacto que toda persona llevará uno”; y también “llegará el tiempo en el que podremos llamar a cualquier persona sobre la Tierra, simplemente marcando un número”⁵³.

No es necesario insistir en que esta visión de Clarke, fruto de una ensoñación personal y reflejo de un contexto cultural determinado, no tendría la más mínima influencia sobre los proyectos e ingenieros que evolucionarían las infraestructuras y dispositivos para comunicaciones móviles de banda ancha. Pero la electrónica obró que la ficción se hiciera objeto y aún que se superara.

⁴⁸ En 1901 Fessenden recibió la primera patente mundial sobre radiotelefonía. Cf. HUURDEMAN, A.A. (2003): *The Worldwide History of Telecommunications*, John Wiley and Sons, Hoboken, N.J.

⁴⁹ Ver “Motorola Dynatac” en https://en.wikipedia.org/wiki/Motorola_DynaTAC.

⁵⁰ ANDREWS, J.G. et al. (2014): “What will 5G Be?”, *IEEE J. on Selected Areas in Communications*, vol. 32, no. 6, pp. 1065-1082.

⁵¹ Cf. Ref.1.

⁵² *The Connected World, The Internet Economy in the G-20*, The Boston Consulting Group, March 2012, <https://www.bcg.com.documents/file100409.pdf>, p. 3.

⁵³ CLARKE, A.C. (1962): *Profiles of the Future*, 1ª ed Harper & Row, NY, reedit. en 1973, 1983 y 1999.

De esa visión anticipatoria sobre la comunicación de voz sobre un dispositivo personal ha ido quedando poco a medida que éste ha ido incorporando sensores capaces de extender su percepción, y por tanto la nuestra (por ejemplo, a través de la cámara, el GPS⁵⁴ o los acelerómetros), y funcionalidades como la de reconocer voz o ejecutar una variedad inacabable de aplicaciones, desde reproducir simples vídeos a habilitar transacciones financieras seguras. Pero, sobre todo, los teléfonos móviles superaron la visión de Clarke y cualquier otra visión privilegiada de los 80 por la transformación disruptiva que supuso la capacidad de dotarles de internet y banda ancha. El aparato inicial, capaz de comunicar voz y quizás de sintonizar emisoras de radio y reproducir música grabada, se convirtió en otro dispositivo que acabaría por permitir una interacción ilimitada, en el sentido en que entendemos este concepto hoy (y que sigue evolucionando). Y al mismo tiempo que ha ido cambiando el carácter del dispositivo, ha ido alterándose nuestra relación con él, nuestra vinculación psicológica, nuestra actitud, nuestra confianza y nuestra dependencia. Creo que no se podrán encontrar muchos ejemplos en la historia de los objetos personales que se puedan tomar como antecedentes verosímiles, siquiera remotamente, de la relación que mantenemos con nuestro *smartphone*. Se ha deformado en un apéndice, una sexta capacidad a la que accedemos a través de los otros sentidos y que ya no es ajeno, extraño y exento como el ordenador personal o el reproductor de CD.

El *smartphone*, el móvil, el teléfono inteligente, como prefieran denominarlo, repito, se ha convertido en un dispositivo obstinadamente personal. Conoce nuestras preferencias, contiene nuestra música, nuestras fotos, nuestras aplicaciones, nuestra agenda, nuestro monedero y los mensajes de nuestro correo electrónico. Pero este es sólo el comienzo de lo que está por venir. Según algunas visiones⁵⁵, el *smartphone*, seguramente con una forma y arquitectura distintas de las que conocemos hoy, se habrá de convertir (en parte esa transformación ha comenzado ya) en nuestro “dispositivo” de plena confianza, en nuestro *alter ego*, capaz de representarnos “en el ciberespacio, exactamente como queremos”, y en todos los planos, incluido el económico (comercial y financiero) y el de interacción con los objetos y el espacio.

Pero tan importante o más que su carácter de “personal”, es que se haya hecho, al tiempo, “social”, en el sentido de que se haya convertido en un instrumento imprescindible de participación en las llamadas redes sociales, un

⁵⁴ Esto, por cierto, lo predijo también Clarke. Cf. ref. 53.

⁵⁵ MÜHLHÄUSER, M. (2015): “Future Mobiles as Keys to the Future Internet”, *Human Computer Confluence*, vers.73, http://www.pervasive.jku.at/hccvisions/book/pdf/HC2_Visions.pdf, pp. 35-36.

fenómeno, al que por mucho que algunos nos resistamos a contribuir, ha venido para quedarse y crecer. Según un estudio⁵⁶ de IAB de enero de 2015, en España, un 82% de los internautas entre 18 y 55 años utiliza alguna o algunas redes sociales, principalmente Facebook, Twitter, Google+, LinkedIn e Instagram, además de Youtube y Spotify. Ese 82% representa más de 14 millones de usuarios. Otro estudio⁵⁷ de PewResearchCenter de Octubre de 2015, en este caso para EEUU, revela que el uso de redes sociales en el conjunto de la población ha crecido desde el 7% en 2005 al 65% en 2015. Para los jóvenes entre 18 y 29, el porcentaje pasó del 12% al 90%. Para los adultos entre 30 y 49 años, el porcentaje pasó del 8% al 77% y para los mayores de 65, del 2% al 35%. Podríamos comprobar que los datos para Europa y Asia son igual de expresivos.

Las redes sociales representan seguramente el más claro paradigma de eso que he elegido denominar la Interacción Ilimitada. Ya no es sólo, como decía al iniciar esta reflexión, la superación de los límites de espacio y tiempo para la comunicación, sino también la del modo de comunicación uno a uno, tan propia de nuestro concepto tradicional de telefonía, por el de la comunicación dentro de los grupos. Este paso de la simple conversación de voz a la comunicación en redes sociales prefigura un cambio dramático en nuestro modo de trabajar, opinar y consumir. Y también en nuestra manera de informarnos, especialmente sobre la actualidad, y de conocer y crear estados de opinión colectiva.

Si es indiscutible que en general estos modos de comunicación instantánea y múltiple han cambiado nuestra relación con los otros y con la información, también lo es que está alterando nuestra relación con los espacios físicos y mixtos físico-digitales. El espacio es en muchas ocasiones intermediado por el *smartphone*, capturado por su cámara, grabado por su micrófono, identificado en el mapa por su GPS, experimentado por su música o transformado por una comunicación o una noticia. El espacio y la experiencia de estar en un lugar se aumenta o se deforma con nuestro dispositivo personal.

El *smartphone* es, desde esta perspectiva, de alguna manera, una variante inesperada de la visión de computación ubicua de Weiser. Él predijo la sustitución del ordenador personal tradicional por una suerte de numerosos dispositivos “invisibles”, en la “periferia” de nuestra conciencia, en todas partes,

⁵⁶ VI Estudio Redes Sociales de IAB Spain(2015), en http://www.iabspain.net/wp-content/uploads/downloads/2015/01/Estudio_Anuar_Red_Sociales_2015.pdf.

⁵⁷ Social Media Usage: 2005-2015, (2015) Pew ResearchCenter, en <http://www.pewinternet.org/2015/10/08/social-networking-usage-2005-2015/>.

formando parte de la infraestructura, del “tejido” de los espacios. El *smartphone* es esa visión de lo ubicuo, imprevista por Weiser, a medio camino de la escena final, reducida a un dispositivo, capaz de ser una cosa en la internet de las cosas, la ventana multimedia a todos los mundos virtuales y todos los sensores del espacio. Weiser predijo la desaparición del adicto al PC⁵⁸, pero no pudo prever la aparición del adicto al móvil, esa especie tan común del ciudadano urbano. En su visión, el sustituto del PC no sería un nuevo dispositivo único. Quizás, como sostienen algunos, el *smartphone* desaparecerá también como lo conocemos y la visión de Weiser se habrá realizado al final.

IV. TIEMPO ACTUAL Y ESCENARIOS FUTUROS

Doctores, abusando en exceso de la digresión, esa forma poco respetuosa de encontrar uno mismo su propio discurso, he intentado traerles hasta este punto, a través de tres visiones: la primera, la de la Computación Ubicua, cuya manifestación principal es la invasión silenciosa e implacable de los espacios por sensores y objetos capaces de comunicar y de actuar coordinadamente⁵⁹. La segunda, la de la Biblioteca Universal, que nos conduce a especular que todo lo que se pueda crear podrá en el futuro ser recordado y recuperado. Y la tercera, la que ha hecho del *smartphone* un dispositivo imprescindible, a la vez personal y social. Nos encontramos en el espacio ambiguo de confluencia de esas tres visiones (que en realidad no son tres, sino un número indefinido, un número imposible hoy de ser precisado).

Tengo que renunciar al empeño de describir la actualidad de las tecnologías de la información y comunicaciones, y menos de relacionarlas con otras tecnologías y disciplinas con las que necesariamente habrán de cooperar. Únicamente trataré en los próximos párrafos de pincelar con unos ejemplos el estado de la cuestión, de sugerir la magnitud, no de describir o definir. Mencionaré también algunas de las preocupaciones o incertidumbres que se ciernen, acompañando inevitables a las oportunidades que ofrecen.

Nuestros dispositivos son ya capaces de interpretar rutinariamente nuestros patrones de comportamiento⁶⁰; pueden medir y entender nuestra actividad fisi-

⁵⁸ WEISER, M. (1991): “The Computer for the 21st Century”, *Scientific American*, vol. 265, no. 3, pp. 104.

⁵⁹ WASIK, B. (2013): “In the Programmable World, all our Objects Will Act as One”, *Wired*, <http://www.wired.com/2013/05/internet-of-things-2/>.

⁶⁰ CAMPBELL, A. and CHOUDHURY, T. (2012): “From Smart to Cognitive Phones”, *Pervasive Computing*, pp. 7-11.

ca, pueden inferir la calidad de nuestro sueño y de nuestra dieta, diagnosticar carencias e inferir recomendaciones de vida saludable, al modo de un entrenador personal. Pueden responder a nuestras preguntas, alertarnos o guiarnos puntualmente. Son capaces de comunicarse y asociarse con otros *smartphones* y otros dispositivos personales como, por ejemplo, los llamados relojes inteligentes (que son sólo los primeros ejemplares comercialmente atractivos de un largo catálogo posible de dispositivos “vestibles” o llevables, de la llamada ropa inteligente) y de componer una red cooperativa de sensores y recursos. Por otro lado, a diferencia de lo que sucedía con los móviles de hace unos pocos años, ahora es posible, cada vez con menos limitaciones, que nuestros dispositivos tengan un carácter personalizado, que contengan lo que se desee y reaccionen del modo elegido. Estas propiedades representan el primer paso hacia el concepto de dispositivo verdaderamente confiable y personal, que pueda incluso asumir nuestra representación. Esto está siendo en buena medida posible gracias a la enorme cantidad de aplicaciones disponibles en las tiendas en línea (más de 1 millón en App Store o en Google Play).

Las nuevas formas de interacción en los espacios personales ya no son artificios simulados para las grandes películas de ciencia ficción o simples pruebas de concepto de laboratorio. Las interfaces táctiles, ese mecanismo de interacción dominante hoy en los dispositivos personales y en muchas pantallas interactivas, que ha permitido prescindir del ratón y del teclado físicos, dejarán de ser la única y exclusiva modalidad avanzada de interacción. Los gestos, el simple apuntamiento natural de un objeto o una forma trazada en el aire, o la voz, o la mirada, son modos de interacción maduros, que permiten reconocer, de manera natural y a distancia, una instrucción, una pregunta o un deseo. Otra frontera traspasada es la de las representaciones de realidad aumentada y 3D. Es perfectamente posible representar información multimedia o gráficos, en el campo de visión natural de un observador o sobre las imágenes tomadas por una cámara de vídeo, en tiempo real y con extraordinarias precisión y calidad.

La internet de las cosas y la ubicuidad y capacidad de comunicación de los dispositivos personales han dado lugar al fenómeno de los Datos Masivos. Cada día se genera, se transmite y se almacena una inmensa cantidad de datos; se cree que esta cantidad se dobla cada dos años en el mundo⁶¹ (lo que implica que su evolución sigue una regla de crecimiento exponencial). Aunque se

⁶¹ McKinsey Global Institute (2013): *Ten IT-enabled business trends for the decade ahead, Updated research*, documento disponible en: http://www.mckinsey.com/insights/high_tech_telecoms_internet/ten_it-enabled_business_trends_for_the_decade_ahead, p.12.

aprovecha sólo una parte de ellos, esa parte es ya muy considerable; el fenómeno ha generado un interminable debate sobre las oportunidades y los peligros. Entre las oportunidades están las que se abren ante la posibilidad de manejar inteligente y eficientemente los datos recopilados para mejorar la gestión de los sistemas, sean estos los que sean. A escala global, el análisis prospectivo de los datos de consumo energético, de tráfico urbano o de ocupación, por poner unos ejemplos, permitirá realizar una adecuada asignación y reasignación de los recursos disponibles en cada momento. Este es uno de los objetivos del paradigma de las *Smart Cities* o Ciudades Inteligentes. A pesar de las hipérboles (incluso semánticas) de *Big Data* y *Smart Cities*, su desarrollo se anticipa, no obstante, como uno de los más determinantes en la evolución del negocio de las Tecnologías de la Información. Según McKinsey⁶² hoy hay más de 12 billones de dispositivos conectados a internet (incluidos ordenadores y dispositivos personales); Cisco⁶³ estima que habría 25 billones y predice 50 billones para 2020. Esta internet de las cosas podría tener un impacto anual de entre 3 y 6 trillones de dólares y alcanzar los once trillones en 2025⁶⁴.

El fenómeno de Big Data tiene también, y muy prominentemente, la dimensión de lo personal. Es un hecho cierto y reconocido que los datos recogidos y explotados no son únicamente datos del entorno, de las máquinas de la industria o de la calle anónima de la ciudad, sino que se recopilan sobre cada uno de nosotros una considerable cantidad de datos personales, en buena medida subrepticia o incontroladamente. La extensión colosal de la internet de las cosas no puede sino hacer que esto vaya a más. La más cómoda, recomendable y en apariencia inocua aplicación⁶⁵ es hoy capaz de reunir de nosotros unos datos exclusivos, pero el conjunto de todas las aplicaciones que usamos, podría inferir nuestro perfil conductual casi exacto. Estas capacidades de monitorización y razonamiento de los sistemas de computación ubicua nos permiten seguramente disfrutar de los servicios más personalizados, por cuanto que pueden anticipar nuestras necesidades o nuestros deseos en un

⁶² IBID, p. 7.

⁶³ EVANS, D. (2011): *The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet in Changing Everything*, Cisco, https://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf, p. 3.

⁶⁴ McKinsey Global Institute (2015): *The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype*, june, documento disponible en http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/the_internet_of_things_the_value_of_digitizing_the_physical_world.

⁶⁵ Una simple aplicación de pago de aparcamiento por móvil conoce de su usuario al menos: las matrículas y modelos de sus coches, el número de su tarjeta de crédito, su dirección de correo electrónico, su número y modelo de teléfono y exactamente en dónde y cuánto tiempo aparca cada vez que usa la aplicación.

contexto determinado. Esta es la llamada personalización transparente⁶⁶ de Google. Evidentemente no nos asombra que las deliberaciones sobre la privacidad, la intimidad y el derecho al anonimato hayan dejado de ser cuestión de unos pocos obsesionados para pasar a ser preocupaciones generales del conjunto de los ciudadanos digitales.⁶⁷

Y en relación con esto, tengo que mencionar de nuevo a las tecnologías de la nube, ahora no para significar que en la nube reside la información inmensurable, sino los mismos recursos de computación, fenómeno que progresivamente ha empezado a cambiar determinados modelos de negocio, tenidos por estables hasta muy recientemente, que han pasado de vender productos a ofrecerlos como servicio bajo demanda. Es el concepto de “Utility Computing” por el que los recursos de cómputo, entendidos éstos en sentido amplio, no se poseen, sino que se usan cuando se necesitan, accediendo a ellos remotamente. El concepto quizás se deba a John McCarthy cuando dijo en los 60 que “la computación podría organizarse algún día como una utilidad pública”⁶⁸. Este empieza a ser el caso no ya de muchas empresas que mantienen buena parte de sus recursos de información, gestión y computación en la nube de un proveedor de servicios, sino también el de nuestra vida digital cotidiana: muchos de los recursos que usamos no residen en nuestro ordenador o nuestro *smartphone* sino que residen en otro lugar, mantenidos por otros. Por cierto, Nicholas Carr, en *The Big Switch*⁶⁹, establece una sugerente analogía entre la tendencia actual hacia la Computación en la Nube y el despliegue de la Red Eléctrica en los tiempos de Edison, que supuso la sustitución de los medios propios y autosuficientes de generar energía eléctrica por un sistema en red de distribución del que cada uno toma lo que necesita en cada momento. Del mismo modo, la computación en nube representa la sustitución del recurso de cómputo personal.

Y las tecnologías siguen avanzando implacables, interminables: los dispositivos más miniaturizados, las tecnologías de captura y conservación de energía, las técnicas de identificación biométrica, la comunicación inalámbrica 6G y posteriores, la holografía, las pantallas flexibles, las interfaces neuronales, o

⁶⁶ CARR, N. (2013): *The Big Switch*, W.W. Norton & Co, NY, p. 161.

⁶⁷ Cf. por ejemplo ROUVROY, A. (2008): “Privacy, Data Protection, and the Unprecedented Challenges of Ambient Intelligence”, *Studies in Ethics, Law and Technology*, Berkeley Electronic Press. Cf. LANGHEINRICH, M. (2009): “Privacy Invasions in Ubiquitous Computing”, *Ubiquitous Computing Fundamentals*, CRC Press, pp. 95-160. Cf. SCHOLZ, T. (2011): “Your mobility for sale”, *Sentient City*, The MIT Press, pp. 205-211.

⁶⁸ En un discurso en 1961, celebrando el centenario de MIT, https://en.wikipedia.org/wiki/Utility_computing.

⁶⁹ CARR, N. (2013): *The Big Switch*, W.W. Norton & Co, NY.

tantas extensiones prometedoras en otras ramas de la tecnología y de la ingeniería, como la robótica, la fabricación aditiva o 3D, la tecnología neuromórfica, la ingeniería genética, etc.

Y mientras, nosotros, usuarios corrientes del móvil y de la internet clásica, compuesta, por ejemplo, de Google, Mozilla, Facebook y Whatsapp, no acertamos a entender que está pasando alrededor. Nos encontramos como el que forma parte de una acción frenética en la que no puede pararse a considerar las opciones disponibles, que no puede primero entender y luego elegir, como el que es llevado en un tren y observa cómo lo que le rodea no permanece sino que se transforma radicalmente en apenas un instante. No entendemos por qué a veces parece que estemos empeñados en solucionar problemas que no tenemos o en hacer cosas de un modo nuevo, cuando el modo antiguo, el de siempre, era un modo cómodo y eficaz. Quizás tampoco entendamos (o sí) por qué, por ejemplo, Apple, Google y Microsoft, los tres, están desarrollando y ofreciendo el mismo tipo de soluciones al mismo tipo de problemas⁷⁰. Es el caso de Cortana, Google Now y Siri, o el de AirPlay, Chromecast y el MS Wireless Display Adapter o Apple Music, Google Music y MS Groove. Sucede lo mismo con las aplicaciones de servicios en la nube (Google Drive, iCloud, OneDrive o Amazon Web Services).

Interpretando esos nichos de valor añadido y de negocio, escriben las líneas maestras del decurso tecnológico a corto plazo. No hay nada de malo en ello. El desarrollo tecnológico actual parece seguir en cierta medida una estrategia evolutiva, según la cual se producen innovaciones por la propia lógica tecnológica y económica; y unas progresan y evolucionan y otras fracasan y desaparecen de manera natural, por las leyes de aceptación y rechazo social y del mercado. Probablemente esta estrategia tiene un coste agregado muy notable, pero la historia demuestra que la planificación estricta no es una alternativa aceptable para el desarrollo de la ciencia y el conocimiento.

Estos ejemplos mínimos nos sugieren un presente en el que las tecnologías de la información y comunicación nos están ofreciendo unas oportunidades inéditas, inestimables, que esta Humanidad informada tendría que saber aprovechar para ordenar su futuro. Necesitamos visiones y conceptos globales. Necesitamos saber qué hacer con esta marea incesante de tecnologías provocativas. Necesitamos ponderar qué grandes objetivos merecen la pena. Esto

⁷⁰ SAVOV, V. (2015): “Apple, Google and Microsoft are all solving the same problems”, *The Verge*, sept., <http://www.theverge.com/2015/9/18/9351197/apple-google-microsoft-tech-innovation-uniformity>.

no implica intentar trazar las rutas precisas para alcanzarlos. Una visión es lo contrario de una planificación; es más bien una premonición, una explicación a priori de adónde se podría llegar o cómo podría ser el futuro, sin acertar necesariamente con la forma exacta que adoptará o cómo se alcanzará.

La alternativa que vengo a proponer es la de la visión, la de las visiones mejor dicho, que imaginen espacios de oportunidad intelectual, de desarrollo personal y de valor social, visiones con la persona en el centro y con la prioridad en los dominios invariantes de la Humanidad: el afecto, el bienestar, la felicidad, la dignidad, el desarrollo.

Con toda certeza, esas visiones tendrán que formularse desde una perspectiva multidisciplinar. Tendrán que formularse desde las tecnologías con las humanidades, con las ciencias de la naturaleza, con la medicina, con las ciencias económicas, etc.

Quiero ponerles cuatro ejemplos de escenarios a los que podrían conducirnos unas visiones acertadas; anticipo que no son más que ejemplos inventados y no se pueden tomar de otra manera.

- Una comunicación distinta: Hoy somos capaces de transportar todo tipo de información, voz, música, texto, imagen o vídeo, para hacerlos llegar de manera casi instantánea, a uno o a muchos. Estas telecomunicaciones han modificado nuestras relaciones con los otros, la información y los espacios, han revolucionado la economía, generado oportunidades e inventado profesiones y han cambiado el ocio, el estudio y el trabajo; también la sanidad, la industria, el transporte y tantas otras cosas. Ahora, posiblemente sea el tiempo de aspirar a formular nuevos objetivos. Por ejemplo, puede ser el tiempo de trascender la comunicación de contenidos pasivos y de abandonar la obsesión por el ancho de banda para plantearse el reto de comunicar experiencias. Escribió Paul Valéry en 1928, “se sabrá transportar y reconstituir en cualquier lugar el sistema de sensaciones –o más exactamente, el sistema de estimulaciones- para dispensar en cualquier lugar un objeto o un acontecimiento cualquiera. Las obras adquirirán una especie de ubicuidad.”⁷¹. Quizás sea el tiempo, digo, de pensar en comunicar experiencias. Comunicar una experiencia es compartir el conjunto de sensaciones locales, no simplemente un contenido simple (un vídeo, un discurso, un texto); no es describir un entorno con pre-

⁷¹ VALÉRY, PAUL (1928): “La conquête de l’ubiquité”, *De la musique avant toute chose*, Éditions du Tambourinaire, disponible en: http://classiques.uqac.ca/classiques/Valery_paul/conquete_ubiquite/valery_conquete_ubiquite.pdf

cisión semántica, sino recrear fielmente las condiciones de la experiencia (sensoriales, informacionales, psicológicas). Idealmente las personas podrían cumplir la aspiración de poder estar virtualmente en cualquier lugar y en cualquier tiempo pasado⁷² en el que un miembro de una red social hubiera estado y hubiera registrado y almacenado los detalles para reconstruir su experiencia, en algún lugar accesible de la nube.

- Unas ciudades nuevas, organizadas alrededor de una arquitectura y un urbanismo amables: que permitieran una interpretación diferente y personal de los espacios, percibidos no sólo en claves visuales⁷³, sino mediados y transformados por las tecnologías multimedia⁷⁴ y por la comunicación universal en los espacios mixtos. Esas visiones renovadas de los espacios de la ciudad deberían incorporar conceptos del dominio del afecto⁷⁵ y combatir la soledad y el aislamiento urbanos. Desde otro punto de vista, las ciudades podrán gestionar sus recursos, basándose en la monitorización de los sensores y el análisis inteligente de los datos⁷⁶, no sólo con el objetivo deseable de la racionalidad en el uso (energía, agua, infraestructuras), sino de la calidad subjetiva percibida por el ciudadano: su transporte, su salud, su seguridad. En este otro espacio multidisciplinar, las tecnologías pueden construir una nueva capacidad, una nueva forma de vivir la ciudad, y hacer unos ciudadanos simplemente más felices. Si, como dijo ese visionario incomparable que fue Le Corbusier, “la arquitectura debe de ser la expresión de nuestro tiempo y no un plagio de las culturas pasadas”, la arquitectura de este tiempo debe expresar y estar hecha de la nueva materia, que es la información y la comunicación. Es también necesario formular esa visión.

- Unas formas renovadas y sostenibles de cuidar la salud, de asegurar el bienestar de las personas: las oportunidades que en este ámbito brindan las tecnologías de medida, comunicación y computación en la nube son literalmente infinitas. Podrían cambiar para siempre la práctica de la medicina ambulatoria y del diagnóstico precoz, del cuidado personal y del tratamiento de las

⁷² SCHMIDT, A. (2015): “Perception Beyond the Here and the Now”, *Human Computer Confluence*, vers.73, http://www.pervasive.jku.at/hccvisions/book/pdf/HC2_Visions.pdf, pp. 63-65.

⁷³ Mark Shepard en *The Sentient City*, op. cit., p 21: “To understand the implications of this folding of people, street, and data onto each other requires thinking about space in non-visual ways, where formal geometry and material articulation become less relevant than the topologies of networked information systems and their intersection with the socio-spatial practices of daily life”.

⁷⁴ Cf. KRONHAGEL, C. (ed.) (2010): *Mediatecture*, Springer-Verlag, Vienna.

⁷⁵ LENOIR, T. (2013): “Contemplating Singularity”, *Throughout: Art and Culture Emerging with Ubiquitous Computing*, The MIT Press, pp. 563-586.

⁷⁶ OFFENHUBER, D. and RATTI, C. (eds.) (2014): *Decoding the City: Urbanism in the Age of Big Data*, Birkhäuser Verlag.

enfermedades crónicas; y también ser clave en la superación de determinadas discapacidades físicas o cognitivas y en el mismo tratamiento de esas enfermedades que son la tristeza o la soledad. La telemedicina ya ha demostrado sobradamente sus capacidades para la monitorización a distancia de las señales vitales o para la consulta e interpretación de imágenes médicas, o sus posibilidades para hacer un seguimiento remoto y preciso de las dosis de medicamentos y sus efectos implantando sensores in-vivo. El mundo de la interacción avanzada para componer ayudas basadas en tecnología y superar las limitaciones de determinadas discapacidades con las nuevas interfaces de voz, gestuales o neuronales, o para aumentar las capacidades cognitivas de la persona es otro gran ejemplo de oportunidades para una sociedad envejecida. No falta tecnología, no se desconocen las oportunidades; y sin embargo, no se sabe cómo hacer esa transición necesaria hacia esos nuevos modos de atender a la salud y el bienestar, ni qué desarrollos y cambios económicos y organizativos pueden superar las actuales barreras, que son principalmente de coste, accesibilidad y flexibilidad. De nuevo, nos encontramos en una confluencia multidisciplinar de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones con la Medicina, la Farmacia y otras disciplinas, incluidas especialmente las sociales. Tendría que emerger una visión para un mundo desarrollado, cada vez más envejecido, y un tercer mundo, empobrecido, superpoblado y con unas infraestructuras deficientes.

- Una nueva creatividad, un nuevo arte: Es evidente que el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones ha impulsado unos nuevos modos de creación artística, no sólo técnicos, sino también de perspectivas y de modelos (como otras innovaciones, la fotografía, el cine, el vídeo) y también seguramente una nueva estética o unas nuevas (y personales) estéticas, como sucedió, por ejemplo, con el Pop Art y Andy Warhol, otro atrevido, que evolucionó las estéticas dominantes incorporando elementos corrientes de la cultura urbana y de consumo. Las formas expresivas y los instrumentos que los espacios de computación ubicua, la biblioteca universal y las redes sociales y sus posibilidades de creación cooperativa pueden poner al servicio de esas manifestaciones contemporáneas de arte que trascienden el hecho estético son inacabables.

Podríamos demorarnos largamente revisando las oportunidades en otros dominios y referirnos por ejemplo a otras formas de trabajo, otros modos de comprar, de visitar otras ciudades o de disfrutar del ocio, o reflexionar acerca de cómo estas tecnologías podrían dar lugar a nuevos y mejorados conceptos para los espacios: nuevos hospitales, nuevas fábricas, nuevos museos, nuevos restaurantes o nuevos hoteles.

V. CONCLUYENDO

Doctores: Hoy les traía la tesis de que el tiempo que nos está tocando conocer en persona rebosa de oportunidades, y es, como les decía al principio, propicio para la reflexión colectiva y apto para visiones y atrevimientos. Las tecnologías que nos han traído la ubicuidad de la medida, la universalidad del conocimiento y la comunicación sin límites, estas tecnologías que han cambiado nuestra forma de relacionarnos con los espacios y con los otros nos ofrecen un catálogo impreciso, evolutivo y cambiante de oportunidades que aprovechar.

Probablemente las mejores ocasiones esperan a ser realidad en la frontera de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones con otras áreas y con la contribución de otras perspectivas. El pensamiento en los márgenes multidisciplinares, el pensamiento divergente, ese que permite ver viejos problemas de una forma distinta podría ser clave. Como sugería Poincaré en 1908⁷⁷, la generación de novedades se produce a través de un proceso de selección en el que se combinan elementos de conocimiento procedentes de dominios disciplinares variados.

Esa creatividad “en la frontera”, esa capacidad de anticipar soluciones únicas a problemas importantes, más que soluciones viables a problemas que no teníamos, es la que vengo reclamando en este discurso cuando aludo a las visiones y a los conceptos, a las capacidades de concebir los mejores espacios y de compartir las mejores experiencias.

Establecer esos conceptos renovados y valiosos, contruidos creativamente a partir de las oportunidades de las tecnologías, pasa porque ilustres o anónimos atrevidos formulen visiones transgresoras.

Hoy he querido recordar a algunos de los que somos deudores: Marconi, Tesla, Maxwell, Edison, Armstrong, Bush, Weiser, Berners-Lee, y tantos otros a los que no he podido dar crédito en este espacio, como Turing o Shannon. Llegaron a la transgresión por la audacia. Como otros creadores en otras disciplinas con los que tenemos también contraída una deuda imposible, Cézanne, Borges, Le Corbusier, Schöenberg, o Einstein, Fleming, Darwin, y tantos otros. Todos ellos audaces, desde una perspectiva u otra. Todos ellos, como dijo Jean Cocteau, “lo consiguieron porque no sabían que era imposible”. Pero ninguno de ellos inventó desde la nada. Todos lo hicieron desde la comprensión de lo que partían.

⁷⁷ Henri Poincaré, citado en página 104 de CROPLEY, D. (2015): *Creativity in Engineering*, Elsevier.

Escribía convencido, quien les habla, hace unos años, que detrás de la mayoría de avances importantes había habido una intrepidez, un cuestionarse un modo tradicional de hacer e interpretar. “Esa intrepidez no es la iniciativa basada en la intuición ignorante, en la corazonada sobrevenida o en una elección azarosa. A juzgar por los ejemplos conocidos, ese atrevimiento tiene que estar basado en el conocimiento cabal del orden planteado. Nadie inventa desde la nada. Por eso no hay mejor manera de prepararse para la transgresión que adquirir un profundo conocimiento de lo que puede transgredirse. Este es el fundamento de la actividad científica, pero también de la artística, y creo que de cualquier otra actividad creadora”⁷⁷⁸.

Termino: necesitamos visiones audaces, emanadas del conocimiento, la ética y los valores permanentes. Como escribió Gracián en el aforismo 298 de su *Oráculo manual y arte de prudencia*⁷⁹: “Tres cosas hacen un prodigio, y son el don máximo de la suma liberalidad: Ingenio fecundo, juicio profundo y gusto relevantemente jocundo”.

He dicho.

⁷⁸ CASAR CORREDERA, J.R. (2011): “Ten cuidado al atreverte”, *El arte de aprender*, Fundación EOI, pp 76-77.

⁷⁹ GRACIÁN, BALTASAR (1647): *Oráculo manual y arte de prudencia*, Ediciones Cátedra, 8ª ed. 2009, p 259.

CONTESTACIÓN DEL
EXCMO. SR. DR.
D. SATURNINO DE LA PLAZA PÉREZ

Excmo. Sr. Presidente de la Real Academia de Doctores de España
Excmas. Sras. y Excmos. Sres. Académicos
Señoras y Señores

La Real Academia de Doctores de España recibe hoy como Académico Numerario a D. José Ramón Casar Corredera, Dr. Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid. Para mí es un honor haber sido designado para hacer el discurso de contestación al suyo de ingreso. Permítanme que dedique primero unas palabras a la persona que ha ocupado la Medalla nº 28 de la Sección de Ingeniería, hasta su pase a la situación de Académico Supernumerario en 2014. Se trata de D. Emilio Llorente Gómez, Dr. Ingeniero de Minas, que ingresó el 8 de mayo de 1985 y que ocupó la Presidencia de la Sección de Ingeniería durante dos mandatos consecutivos. Emilio Llorente fue profesor mío cuando yo estudiaba Ingeniero Agrónomo y después Catedrático de la Escuela de Ingenieros de Minas. Desde entonces he tenido una gran admiración hacia él y a su extraordinaria trayectoria profesional y académica, por lo que desde aquí le mando un entrañable saludo.

Como decía anteriormente es para mí un honor y una satisfacción intervenir en este Acto solemne para referirme al nuevo académico y a su magnífico discurso de ingreso. Diré en primer lugar que, como Presidente de la Sección de Ingeniería de esta Real Academia, era para mí prioritario poder presentar como candidato a la vacante de la Medalla 28 a un ingeniero de alguna de las nueve ramas históricas que constituyen el Instituto de la Ingeniería de España

y que no tenían miembros en la Sección. Una de ellas es la Ingeniería de Telecomunicación, de excepcional importancia en el desarrollo de las modernas tecnologías. En segundo lugar pensé que debería proponer un doctor ingeniero de prestigio reconocido, de trayectoria indiscutible en la formación de nuevos ingenieros, en la investigación tecnológica, tanto en las convocatorias competitivas como en conciertos con empresas del sector de las telecomunicaciones, con amplia experiencia de gestión y en plena actividad. Por eso pensé en el Dr. Casar Corredera. En su presentación como candidato participaron, además de yo mismo, los Académicos Dr. D. Juan José Aragón y Dr. D. Benjamín Fernández, a los que agradezco la confianza manifestada al firmar la propuesta.

José Ramón Casar Corredera es Catedrático de Universidad en activo en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la UPM. Dirige, desde principios de los 90, el Grupo de Investigación de “Procesado de Datos, Simulación y Espacios Inteligentes”. Tiene reconocidos 5 sexenios de investigación consecutivos, siendo el último el del periodo 2006-2011. Ha dirigido 14 tesis doctorales y dirige otras 5 en la actualidad. Tiene publicados 230 artículos internacionales en revistas y congresos internacionales con revisión por pares. Ha sido Investigador Principal de 33 proyectos de investigación financiados en convocatorias públicas y de 67 proyectos de I+D con empresas. Tiene varios premios de investigación individuales y colectivos, entre otros el extraordinario de doctorado, el de mejor investigador de la UPM menor de 35 años y el Luis Azcárraga de investigación sobre infraestructuras aeronáuticas. Ha sido editor asociado de algunas y revisor de innumerables revistas científico-técnicas, así como miembro del comité de programa y presidente de sesión de numerosos congresos internacionales.

Entre los años 1983 y 1995, contribuye activamente al avance de las disciplinas de Tratamiento Digital y Estadístico de Señales y a su difusión entre los ingenieros y doctores de ingeniería de telecomunicación de España, desde el seno de un grupo de investigación pionero a nivel nacional y europeo. Esas disciplinas a la postre constituirán uno de los pilares fundamentales de los sistemas modernos de telecomunicación.

En los primeros 90, funda el Grupo de Procesado de Datos y Simulación, dedicado a la teoría y aplicaciones del Procesado de Señal y Datos, principalmente con aplicaciones en Radar y Sensores y Control y Gestión de Tráfico Aéreo. El Grupo, desde entonces e ininterrumpidamente hasta ahora, tendrá una extraordinaria actividad de cooperación con la mayoría de las empresas y organismos relevantes del sector y recibirá diversos reconocimientos.

Comienza también pioneramente en ese ámbito, una actividad de I+D en consorcios internacionales mediante varios proyectos del IV Programa Marco de Investigación de la Unión Europea.

Académicamente, en esos años, promueve la implantación y extensión en todos los niveles docentes de las técnicas cuantitativas horizontales, principalmente Estadística e Investigación de Operaciones. Durante años, imparte la materia de Investigación de Operaciones en Grado y varias de Tratamiento Estadístico de Señales y Optimización y Análisis Estadístico de Datos en Doctorado.

En 1993 inicia una trayectoria en puestos de gestión universitaria, que siempre compatibiliza con su actividad docente e investigadora. Ocupa la Subdirección-Jefatura de Estudios de la ETSI Telecomunicación. Ese año se pone en marcha el nuevo Plan de Estudios de Ingeniería de Telecomunicación en la UPM, que estará vigente hasta muy recientemente. En ese Plan de Estudios contribuye al diseño e implantación de una especialidad en Gestión de la Tecnología, orientada a transmitir los aspectos teóricos y prácticos de las Tecnologías, desde el punto de vista de los Sistemas y las Organizaciones.

Entre 1995 y 2004 se ocupa de diversas responsabilidades a nivel general de Universidad. En particular, entre junio de 1995 y junio de 1996, como Adjunto al Vicerrector de Investigación, entre otras actividades, organiza y dirige la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación de la UPM. De 1996 a 2000 ocupa el cargo de Vicerrector de Investigación y, como tal, se encarga de la gestión de todos los programas propios de I+D, preside la Comisión de Investigación de la UPM y representa a ésta en el Consejo de Ciencia y Tecnología de la Comunidad de Madrid. Entre 2000 y 2004 ocupa el cargo de Adjunto al Rector para Programas Estratégicos, con categoría de vicerrector, y, entre otros cometidos, coordina la elaboración del Plan Estratégico de la Universidad y del Programa Mujer, cuyo objetivo era el de mejorar las cifras de presencia de la mujer en las carreras técnicas.

En ese periodo de casi diez años ocupa además otros diversos cargos y representaciones. Es patrono de la Fundación General de la UPM y vocal de su Comisión Ejecutiva, es vocal de la Comisión de Relaciones Universidad-Empresa y de la Comisión de Estrategia del Consejo Social, vocal del Consejo Asesor de Asuntos Europeos de la Comunidad de Madrid, vocal del Consejo de Administración del Centro Tecnológico de Madrid, etc.

Como he dicho, en ningún momento abandona sus actividades investigadora

y docente, manteniendo el liderazgo de su Grupo y promoviendo la aparición de nuevas líneas científico-tecnológicas. En 2003 pone en marcha en la ETSI Telecomunicación de la UPM el Centro de Difusión de Tecnologías, dedicado a vigilar y analizar prospectivamente la evolución de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) en determinados ámbitos sectoriales estratégicos.

También entre 2002 y 2008 ocupa el cargo de Director de la Cátedra Amena (luego Cátedra Orange), que realiza actividades de formación, investigación y patrocinio en el ámbito de las comunicaciones.

Es elegido patrono y vicepresidente (cargo que ocupa hasta la actualidad) de la Fundación para el Desarrollo de las Telecomunicaciones (FUNDETEL), una fundación vinculada a la ETSI de Telecomunicación y al mundo empresarial del sector TIC.

Se interesa en esa época también por los aspectos conceptuales y macroscópicos del Sistema de Innovación, de la financiación de la I+D, de los modelos de Transferencia de Tecnología, y sobre otros aspectos generales del sistema universitario. Contribuye con varias publicaciones en esos temas (incluidos algunos artículos de prensa y varios de divulgación).

Desde siempre, ha venido manteniendo unas relaciones especiales con el mundo de la Defensa Nacional, especialmente con el Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (CESEDEN), donde había cursado el XXXVII Curso Monográfico sobre la “Situación Estratégica de España en el Nuevo Contexto Internacional” y con quienes, desde el Vicerrectorado de Investigación de la UPM, había co-organizado varias Jornadas Académicas. Recientemente, invitado por el CESEDEN, ha coordinado la elaboración de la Monografía: El Ciberespacio, un nuevo escenario de confrontación. Por su gran colaboración en este campo el Gobierno le concedió la Gran Cruz del Mérito Naval con distintivo blanco.

En 2005, lidera la puesta en marcha de una nueva gran actividad de su Grupo de Investigación en el ámbito de la Inteligencia Ambiental, los Espacios Inteligentes y los Servicios Móviles y promueve la formación de consorcios para abordar algunos grandes proyectos de cooperación público-privada en esa área.

En esa línea de Espacios Inteligentes, en 2013 pone en marcha un Laboratorio de Experiencias de Espacios del Futuro, una incubadora de conceptos de espa-

cios y experiencias basadas en las tecnologías avanzadas para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos en espacios privados y públicos.

Mientras tanto, su Grupo y él mismo siguen manteniendo una actividad intensa en el ámbito de la Gestión de Tráfico Aéreo con contribuciones decisivas en el Programa SESAR (Single European Sky ATM Research), el Programa Europeo en Gestión de Tráfico Aéreo, mediante un convenio a largo plazo, hasta 2016, en cuyo marco se han desarrollado 10 proyectos ambiciosos de I+D.

Ha mostrado siempre una tendencia a adoptar para la Ingeniería una perspectiva multidisciplinar, que le ha conducido a participar en y promover proyectos en la frontera de las Telecomunicaciones con otras varias áreas de conocimiento, como la Aeronáutica, la Producción Agrícola, las Tecnologías Industriales, especialmente la Robótica, la Informática y, más recientemente, la Arquitectura.

Entre sus intereses culturales e intelectuales actuales se encuentran el Arte Contemporáneo, y el Urbanismo y la Teoría de la Ciudad. En el espacio de multidisciplinariedad heterogénea de esos ámbitos con el de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y desde el concepto de ciudad contemporánea, trata de encontrar rutas de evolución hacia el de ciudad inteligente, hecha de espacios inteligentes.

Hasta aquí una semblanza de algunos datos de su trayectoria docente e investigadora y paso ahora a hacer unas reflexiones sobre su discurso de ingreso como académico numerario.

El discurso que nos ha presentado el nuevo académico se centra en el análisis de las transformaciones que las tecnologías de la información y comunicaciones vienen imponiendo en las relaciones de las personas con otras personas, con los espacios que habitan y también en las relaciones con el conocimiento, con su generación y con su asimilación. Esos cambios en las relaciones, y las oportunidades que sugieren, son a la vez irreversibles y globales. Los datos sobre la penetración y el crecimiento de estas tecnologías no dejan lugar a dudas:

-Si en el año 2000 había 400 millones de usuarios de internet, en 2015 había 3,2 billones.

-Si en el año 2000 había 700 millones de abonados móviles, en 2015 había más de 7 billones.

-En 2015, hay ya varias decenas de billones de dispositivos conectados a internet.

-Y por recordar un último dato, en 2015, en España, más de un 80% de los internautas entre 18 y 55 años participan en alguna red social.

Nos recuerda también el Dr. Casar algunos ejemplos que ilustran la velocidad y magnitud de la evolución en las capacidades de los dispositivos, en los modos de computación, en los usos de las aplicaciones, etc.

De alguna manera, la tesis del nuevo académico es que esta escala universal y esta velocidad de progreso deberían animarnos a concebir, en este tiempo, una nueva sociedad. Y para ello reclama visiones y actitudes emprendedoras.

Como ejemplos históricos de visiones e innovadores, selecciona dos de los grandes episodios de las telecomunicaciones: el desarrollo e implantación de la telegrafía sin hilos y el caso de la radio y televisión comerciales. En los dos casos se dan las circunstancias para producir innovaciones permanentes que cambian las relaciones con la información y con las personas. Y estos cambios se producen a través de visiones y visionarios, entre los que cita a Marconi, Edison, Tesla, Fessenden o Armstrong. Sin pretender establecer, como tal, ninguna analogía histórica con los tiempos actuales concluye que “las grandes innovaciones afectan a los modos en que las personas se comunican con los otros (y en ocasiones a los mismos fines de la comunicación), a las pautas con las que se interpretan y perciben los espacios y a las maneras y actitudes con que se recibe o se consume la información”.

A partir de ahí, a través de tres paradigmas, que son la Computación Ubicua, la Biblioteca Universal y la Interacción Ilimitada, pretende llegar a identificar los trazos principales de la situación y del papel de las tecnologías de la información y comunicaciones en las sociedades actuales. Con sus dilemas y amenazas, pero sobre todo con sus oportunidades.

Entre estas, menciona:

-unas comunicaciones distintas, capaces de comunicar experiencias y afectos,

-unas ciudades nuevas y amables,

-unas formas mejoradas de cuidar la salud,

-o la concepción de nuevos y humanizados espacios, en general; espacios de bienestar y convivencia.

Yo quiero, en contestación y para terminar, añadir unas breves reflexiones:

Primera: para resolver grandes problemas, para conseguir grandes objetivos, son necesarios los instrumentos y también las actitudes. En este sentido, los instrumentos que ponen a nuestra disposición las Tecnologías de la Información y Comunicaciones, sus capacidades para mejorar la comunicación, la educación y la economía de la Humanidad son imprescindibles, y nunca antes habíamos asistido a un fenómeno similar, aunque es cierto que quizás sea un fenómeno que aún necesitemos entender en su globalidad. Las actitudes para aprovechar esos instrumentos tienen que ser actitudes innovadoras o, como dice el Dr. Casar, transgresoras, pero basadas en el conocimiento profundo de lo que se quiere cambiar.

Y esto me da pie a la segunda reflexión que deseo compartir con ustedes, que es sobre la importancia de la formación universitaria crítica y rigurosa. Los nuevos modos de relación con la información y de aprendizaje, a los que alude repetidamente el nuevo académico en su discurso, están teniendo un impacto también muy importante en las prácticas de la educación universitaria. Seguramente también la Universidad tenga que seguir reinventándose para asegurar, no ya sólo la transmisión de determinados conocimientos, sino principalmente el entrenamiento intelectual de sus estudiantes. La combinación de talento, conocimiento y actitud quizás sea la mejor de las combinaciones para la generación de visiones, “no inventando desde la nada”.

Y finalmente, está el factor decisivo de “lo multidisciplinar”, al que también ha hecho referencia el Dr. Casar. Las innovaciones que están por venir se producirán principalmente en los espacios de confluencia de diversas disciplinas, y no sólo de disciplinas estrictamente científicas y tecnológicas, sino también humanísticas y sociales. En este sentido, esta Real Academia representa como ninguna otra el valor de esta confluencia, con sus diez Secciones, representando las más variadas ramas del saber.

Termino dando la más cordial enhorabuena y la bienvenida, en nombre de la Real Academia de Doctores de España, a José Ramón Casar Corredera, quien al recibir la Medalla 28 de manos de nuestro Presidente, queda incorporado a esta prestigiosa Institución, que espera de ti tu activa participación en sus actividades, aportando tu saber y tu experiencia, de los que he querido dejar constancia en este discurso.

Muchas gracias.

