

*fht*))

Foro Histórico  
de las Telecomunicaciones

TELECO  
RENDA

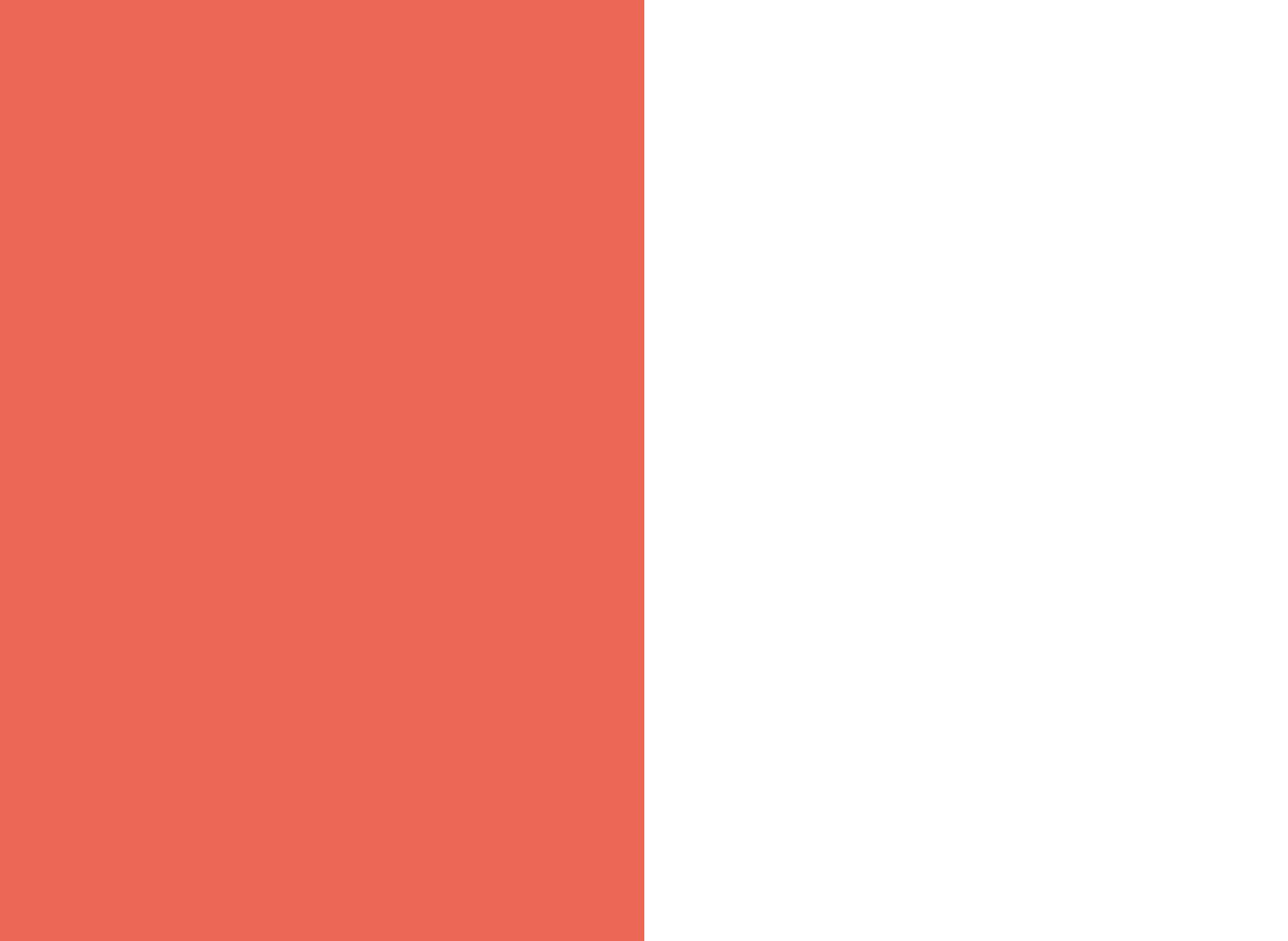
PLAN DE  
PROMOCIÓN DE LOS ESTUDIOS  
DE TELECOMUNICACIÓN



# *Hitos de la Telecomu nicación*

**Voz Imagen Datos**  
*La emoción de conectar*





**Edita**

COIT (Foro Histórico de las Telecomunicaciones y Teleco Rentas)

**Coordinación**

Manuel Avendaño

Miguel Vergara

**Autores**

Luis Arroyo

Emilio Borque

Antonio Golderos

José Manuel Huidobro

José Ramón Iglesia

José Luis Monteagudo

Juan Mulet

Félix Pérez

José Luis Vilar

**Diseño y Maquetación**

Cabeza y Muslo

**Ilustraciones**

Cabeza y Muslo

**Fotografías**

Adobe stock, Shutterstock, Alamy, Fundación Telefónica y J. R. Iglesia

**Diseño utilizando**

Los tipos:

Lust, Bely y Open sans

Con los papeles:

Portadas: Offset 300 gr./ Interiores: Offset 120 gr.

**Impresión**

Langayo

**Depósito Legal**

M-6116-2024

**ISBN**

978-84-128317-0-2

© de los textos: sus autores

© de las ilustraciones: sus autores

© de las fotografías: sus autores

# *Hitos de la Telecomu nicación*

**Voz Imagen Datos**  
***La emoción de conectar***

# Índice

	<b>Prólogo</b>	pag. 8			
<b>1</b>	<b>A hombros de gigantes.</b> Las sucesivas bases científicas de la ingeniería de telecomunicación.	pag. 10		<b>11</b>	<b>La ventana global.</b> Imagen y video. Teledifusión. pag. 70
<b>2</b>	<b>Tambores lejanos.</b> Antecedentes remotos precursores de las TIC.	pag. 16		<b>12</b>	<b>Un cambio copernicano.</b> Procesamiento digital de la información. pag. 76
<b>3</b>	<b>Del “Liber Abaci” a las máquinas de cálculo.</b> Orígenes de los medios futuros.	pag. 22		<b>13</b>	<b>De la transmisión de datos a la galaxia internet.</b> La convergencia multimedia. pag. 82
<b>4</b>	<b>Hágase la luz.</b> Primeras redes de comunicaciones.	pag. 28		<b>14</b>	<b>De nuevo la luz.</b> Fibra óptica, láseres y energías fotovoltaicas. pag. 88
<b>5</b>	<b>What hath God wrought.</b> Telegrafía Eléctrica.	pag. 34		<b>15</b>	<b>Mobilis in mobile.</b> Comunicaciones móviles digitales. pag. 94
<b>6</b>	<b>Mr. Watson, come here. I want to see you.</b> Telefonía fija.	pag. 40		<b>16</b>	<b>Minería de datos.</b> Tratamiento y análisis de la información. pag. 100
<b>7</b>	<b>¿Existe el éter?</b> Inicios de la radiocomunicación.	pag. 46		<b>17</b>	<b>¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?</b> Aplicaciones del tratamiento y análisis de la información. pag. 106
<b>8</b>	<b>20 mil leguas de cables submarinos.</b> Portadores y sistemas para larga distancia.	pag. 52		<b>18</b>	<b>Una historia interminable.</b> La transformación digital. pag. 112
<b>9</b>	<b>De la galena al broadcasting.</b> Sonido y audio. Radiodifusión.	pag. 58		<b>19</b>	<b>Salud digital. eHealth.</b> Cómo la ingeniería se convierte en vida: TIC para la Salud pag. 118
<b>10</b>	<b>Non sufficit orbis.</b> Radiocomunicaciones.	pag. 64		<b>20</b>	<b>Cuando las máquinas imitan a nuestro cerebro.</b> La Inteligencia Artificial pag. 124
					<b>Índice onomástico</b> pag. 131

# Prólogo

---

## Lecciones aprendidas tras una lectura inmersiva

Como Decana-Presidente del COIT y Presidenta de la AEIT tengo el enorme placer de prologar este trabajo editorial tan necesario e imprescindible para conocer mejor el relevante papel que tenemos los Ingenieros de Telecomunicación a nivel social y económico.

No siempre se comprende o conoce bien nuestra labor. La falta de visibilidad ha enmascarado históricamente las múltiples actividades de los Ingenieros de Telecomunicación, un hándicap importante que evita una relación más directa entre nosotros y el vertiginoso desarrollo tecnológico que está suponiendo, por ejemplo, la llegada del 5G, la implantación y mejora de las redes de fibra, la consideración de la conectividad en los edificios bajo el contexto de la smart cities, el avance de las telecomunicaciones en el sector aeroespacial, la creciente influencia de la Inteligencia Artificial o el despliegue de las tecnologías como Internet de las Cosas, Big Data, Cloud Computing, Machine Learning... En resumen, nos urge comunicar de la manera más pedagógica posible nuestra relevante aportación a la transformación digital.

Sorprenden gratamente de esta publicación varios aspectos. Leyendo el sumario de contenidos podemos constatar que la mejor forma de visibilizar la Ingeniería de Telecomunicación es su propia historia, el devenir de las tecnologías de la información y las comunicaciones a lo largo del último siglo. Primera lección transmitida: los Ingenieros de Telecomunicación hemos acompañado y posibilitado el progreso de nuestro país, y hemos sido parte del desarrollo económico facilitando la conectividad industrial y social.

Desde la telegrafía hasta la digitalización, pasando por la telefonía fija, las radiocomunicaciones, la radiodifusión, la televisión,

la telefonía móvil o la fibra óptica, hemos aportado el conocimiento necesario para hacer posibles estas tecnologías que, cada una en su momento y dimensión, han definido importantes hitos de nuestra historia. Segunda lección aprendida: los Ingenieros de Telecomunicación hemos respondido a las demandas tecnológicas de cada época haciendo tangible lo que al principio eran posibles soluciones casi inimaginables; nos hemos sabido adaptar a los tiempos, a cada uno de ellos, comprendiendo las necesidades y aplicando la técnica más adecuada basándonos en el conocimiento científico.

Se afirma en un punto determinado del libro que *“Todos estos avances no hubieran sido posible sin las personas que los llevaron a cabo”*, haciendo referencia a esta frase de Isaac Newton: *“Si yo he logrado ver más lejos es porque me apoyé en hombros de gigantes”*. Tercera lección: los Ingenieros de Telecomunicación somos simbióticos porque trabajamos codo con codo con profesionales de otras muchas disciplinas profesionales, lo que deja constatada nuestra capacidad de cooperación y de visión multidisciplinar. Tan pronto somos el eje de la transformación como una de las muchas piezas que engranan un complejo ecosistema transversal.

Hay muchas más lecciones que aprender en las páginas de este libro. Su lectura resulta *“casi obligada”* para los Ingenieros de Telecomunicación, para quienes están estudiando para serlo en un futuro cercano y para los que desde tempranas edades están planteándose estudiar esta ingeniería.

Incluso, es recomendable para el público en general, porque sabrán un poco más sobre qué, cómo y quiénes hacen posible estos pequeños milagros de la vida cotidiana que permiten las telecomunicaciones del siglo XXI.

---

Marta Balenciaga

Decana-Presidente del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación y Presidenta de la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación

# 1 A HOMBROS DE GIGANTES

Las sucesivas bases  
científicas de la ingeniería  
de telecomunicación



“La distancia, que es el impedimento principal del progreso de la humanidad, será completamente superada, en palabra y acción. La humanidad estará unida, las guerras serán imposibles y la paz reinará en todo el planeta.” Nikola Tesla.

Desde siempre, el comunicarse ha sido una necesidad del género humano. El uso de los medios físicos (fuego, agua, luz del sol,...) y de los sentidos (vista, oído,...) marcaban la velocidad, distancia alcanzada y cantidad de información transmitida. El conocimiento y dominio de los fenómenos físicos y de sus principios y las aportaciones tecnológicas permitirán el progreso continuo en la comunicación a distancia.

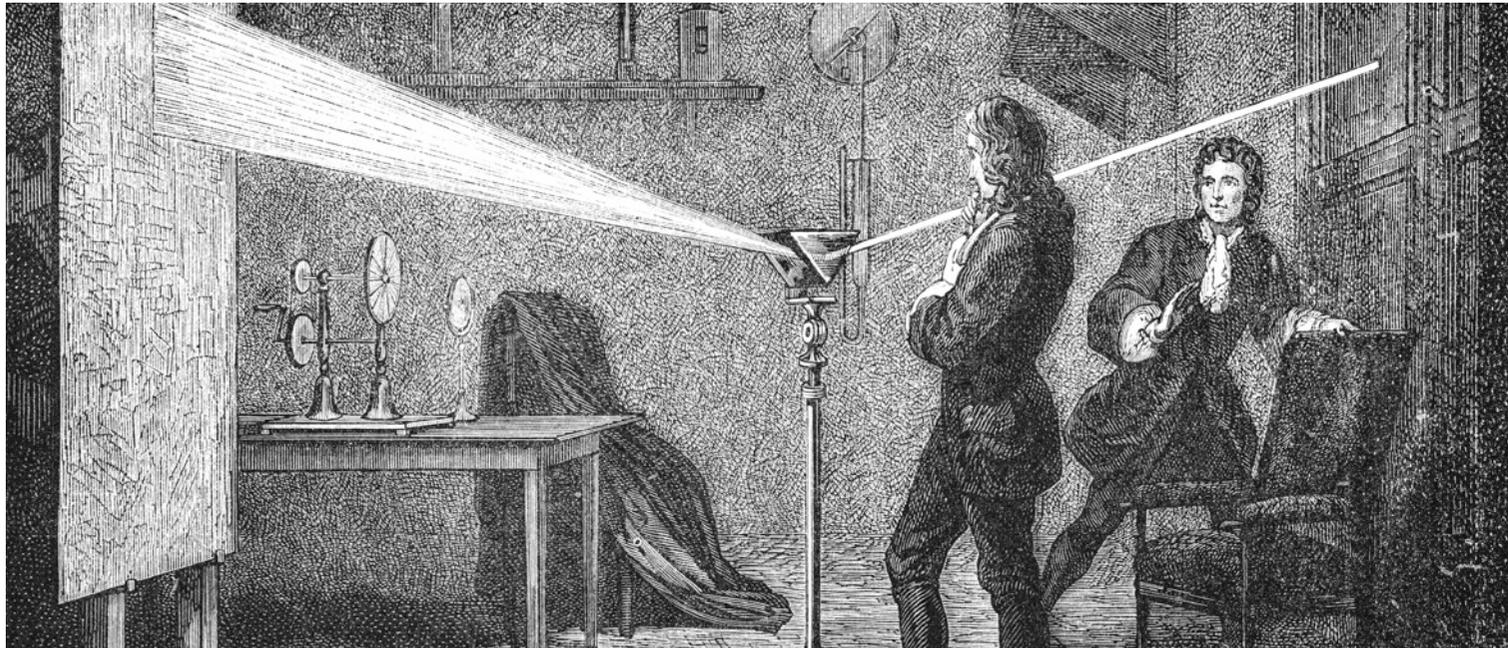
Para comprender mejor las innovaciones de las telecomunicaciones y la informática es necesario analizar los fenómenos físicos que las han permitido. Básicamente se asientan en las ciencias del magnetismo, la electricidad y la luz y el sonido, así como en las interrelaciones que existen entre ellas.

El conocimiento del magnetismo se remonta al menos al año 2637 a. C., cuando el emperador chino Huang-Ti utilizó la brújula para descubrir la dirección en la que debería perseguir a sus enemigos en el campo de batalla.

Los fenómenos electrostáticos también eran conocidos desde la Antigüedad. Los griegos del siglo V a. C. ya sabían que, al frotar ciertos objetos, éstos adquirían la propiedad de atraer a objetos livianos y fue Tales de Mileto el primero en observar los fenómenos eléctricos al frotar una barra de ámbar con un paño.



Tales de Mileto  
descubre los fenómenos  
electrostáticos.



Isaac Newton publica la obra *Philosophiæ naturalis Principia mathematica*.

Las necesidades de realizar cálculos son tan antiguas como la vida. Los dedos, guijarros, ábacos, quipu, reglas de cálculo y otra serie de artefactos (etimológicamente, hecho con arte) se han usado para resolver todo tipo de problemas. Nombres como Blaise Pascal, con su “máquina de aritmética o rueda pascalina” de 1642, o Gottfried Leibniz, que la mejoró en 1670, son conocidos por sus importantes aportaciones en esta materia. También en 1670, Christiaan Huygens describió la teoría ondulatoria de la luz, señalando que para su propagación necesitaba un medio al que se llamó éter.

El año 1687 es una fecha histórica para la ciencia. Se publica la obra *Philosophiæ naturalis Principia mathematica*, de Isaac Newton, que define los conceptos de masa, fuerza, inercia, espacio, tiempo, sonido, etc., con lo que se rompe definitivamente con el dogma teológico para dar paso a los hechos naturales y a las leyes matemáticas que rigen el universo.

El siglo XVIII fue conocido como el Siglo de las Luces, pues la “luz de la razón” fue lo que mejor caracteriza al denominado *Enlightenment Period* en Inglaterra, *Les Lumières* en Francia y *La Ilustración* en España.

Los progresos de las matemáticas y la mecánica durante el siglo XVIII influyeron poderosamente en la acústica, lo que permitió completar la teoría del sonido, ya publicada por Isaac Newton en 1687. Fue el matemático francés Joseph Sauveur el primero en oír “pulsaciones” al sonar simultáneamente dos tubos de un órgano de distinto tono, atribuyéndosele la acuñación del término Acústica.

Con su famoso experimento de 1752, Benjamin Franklin establece una teoría de la electricidad, proponiendo que es un fluido único o fuego eléctrico que pasa de un cuerpo a otro en la descarga, e ideando los términos de electricidad positiva y negativa, conductor eléctrico, etc.



Benjamin Franklin establece una teoría de la electricidad.

En 1864, el físico escocés James Clerk Maxwell presentó en la *Royal Society* de Londres su “Teoría dinámica sobre el electromagnetismo”. Las famosas cuatro ecuaciones de Maxwell que unificaron las leyes de la electricidad y el magnetismo y sus interacciones.

El siglo XX se caracterizó por la aparición de un nuevo concepto de Ciencia, que permitió investigar de forma mucho más altruista, sin estar relacionada con las necesidades biológicas de la Humanidad, sacando a la luz una serie de innovaciones que han cambiado profundamente nuestro modo de vivir. Así en 1900, Max Planck planteó la teoría de la mecánica cuántica, al descubrir que la radiación no es emitida ni absorbida en forma continua, postulando que la energía está constituida por paquetes individualizados denominados “cuantos”.

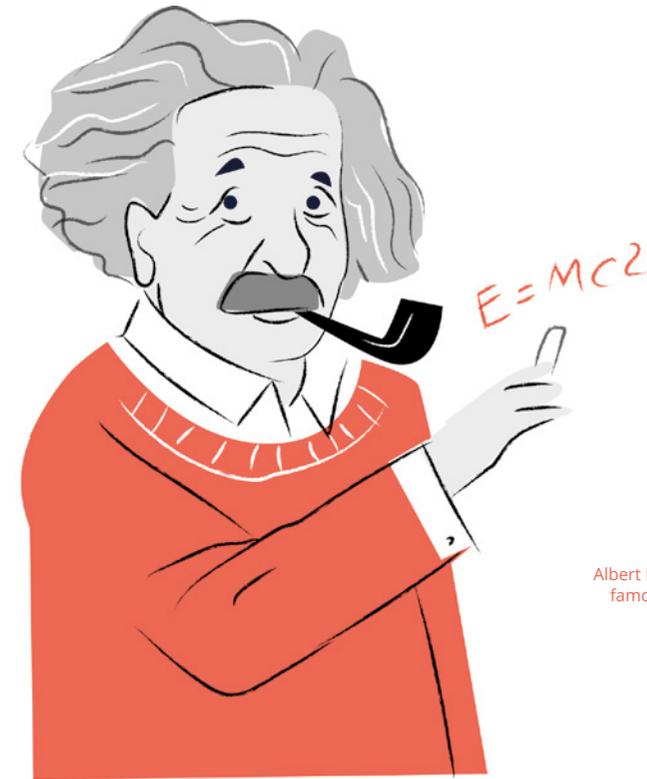


Max Planck plantea la teoría de la mecánica cuántica.

A partir de 1945, el término inglés *computer*, que se asociaba al ser humano capaz de realizar cálculos, pasa a denominar un dispositivo que hace lo mismo que el hombre al que reemplaza. Nace así el ordenador, como fruto de la convergencia de tecnologías que permiten ejecutar cálculos y almacenar información para utilizarla de la forma más conveniente. Esta convergencia, que se había iniciado en los años treinta, permitió florecer muchas técnicas que van desde el cálculo automático y los relojes mecánicos hasta los autómatas.

A partir de esa década, estos procesos culminan con la puesta en funcionamiento del ENIAC (*Electronic Numeral Integrator and Computing*) que, aunque hereda tecnologías del telégrafo, la radio y el teléfono, es el resultado de las investigaciones de una serie de nombres ilustres como John von Neumann, Alan Turing o Maurice Wilkes, entre otros.

Albert Einstein, aplicando la teoría de Max Planck explicó el efecto fotoeléctrico. Y, con su famosa ecuación nos vino a decir que la masa y la energía se relacionan a través de la velocidad de la luz, por lo que nada puede alcanzar ésta.



Albert Einstein y su famosa ecuación “E=mc<sup>2</sup>”.

Pero todos estos avances no hubieran sido posibles sin los personajes que los llevaron a cabo. Así pues, cabe recordar aquí la famosa frase de Isaac Newton: “Si yo he logrado ver más lejos es porque me apoyé en hombros de gigantes”.

# 2

## TAMBORES LEJANOS

Antecedentes remotos  
precursores de las TIC



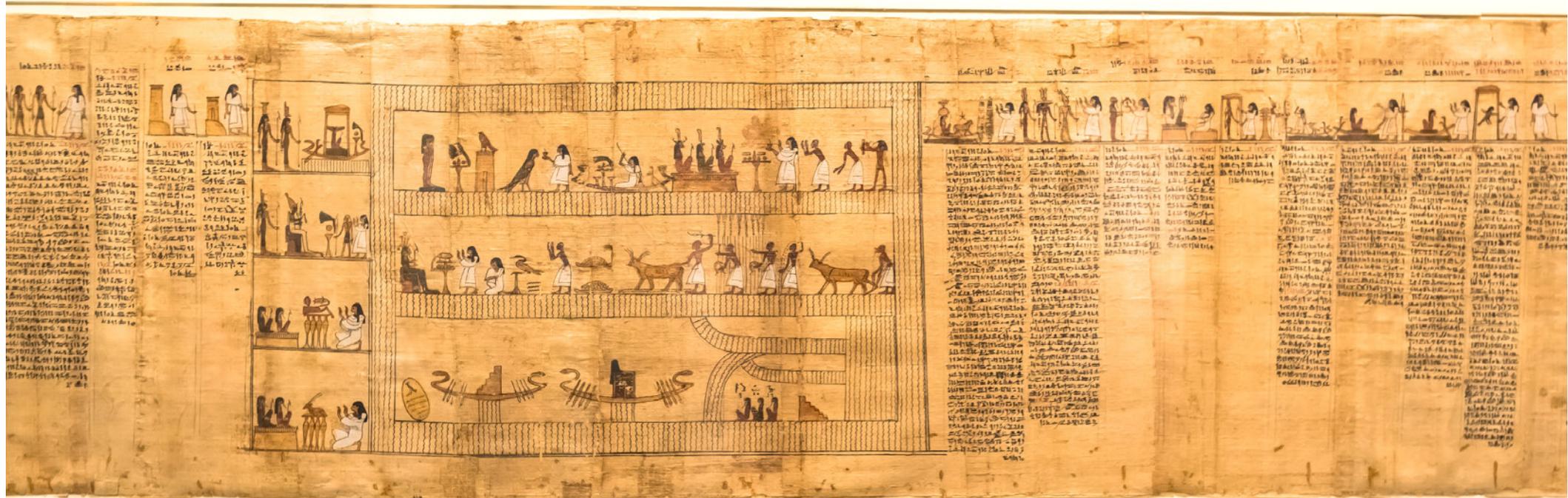
Deberíamos preguntarnos, qué habría sido de la Humanidad si no hubiéramos sido capaces de servirnos de la palabra y los signos para comunicar nuestros pensamientos a nuestro entorno más o menos próximo.

De la misma manera, la necesidad de realizar cálculos ha ido incrementándose a medida que las sociedades se han ido desarrollando. Ha sido una permanente lucha la del ser humano para dominar los números con armas matemáticas, cada vez más sofisticadas, que los historiadores de la ciencia se han afanado en describir de la forma más cronológica posible.

La mano del hombre es, sin duda, el medio más antiguo de contar y calcular que los pueblos han usado a lo largo de los tiempos, no en vano el filósofo Séneca menciona en su Epístola, “la avaricia me enseñó a contar y a poner mis dedos a disposición de mi pasión”.

Esa práctica no fue sólo patrimonio de Grecia o Roma, ya que en todas las civilizaciones desde Mesopotamia a China o en la América precolombina, existen todo tipo de trazas antropológicas similares.

De los años 3400-3000 a. C. data una tablilla encontrada en la ciudad de Uruk de Mesopotamia, la actual Irak, que registra un texto con el siguiente mensaje de carácter administrativo: “29.086 medidas de cebada 37 meses Kushim”. Su lectura más probable sería que un total de 29.086 medidas de cebada se recibieron a lo largo de 37 meses, lo que habría sido certificado por un funcionario llamado Kushim. Este puede ser el mensaje escrito registrado más antiguo de la historia, y que, como puede verse, no expresaba un concepto abstracto, lo que hace suponer que el lenguaje escrito se inventó para resolver, probablemente, necesidades de la vida cotidiana.



Papiro egipcio antiguo con jeroglíficos.

Con la invención de la escritura, enseguida fue posible comunicar a distancia (*telecomunicar*) en el espacio y en el tiempo, a través de inscripciones en piedras, arcilla, metales, maderas o pergaminos. Así, los egipcios representaban las ideas mediante símbolos, jeroglíficos, y la información podría ser “transportada” a grandes distancias al ser transcrita en los mencionados medios.

No obstante, estos primitivos medios de comunicación quedaron durante milenios en manos de eruditos o gobernantes, a la vez que la velocidad con la que se transmitía la noticias o cualquier otra información correspondía a la de un corredor que apenas alcanzaba los 15 km/h.

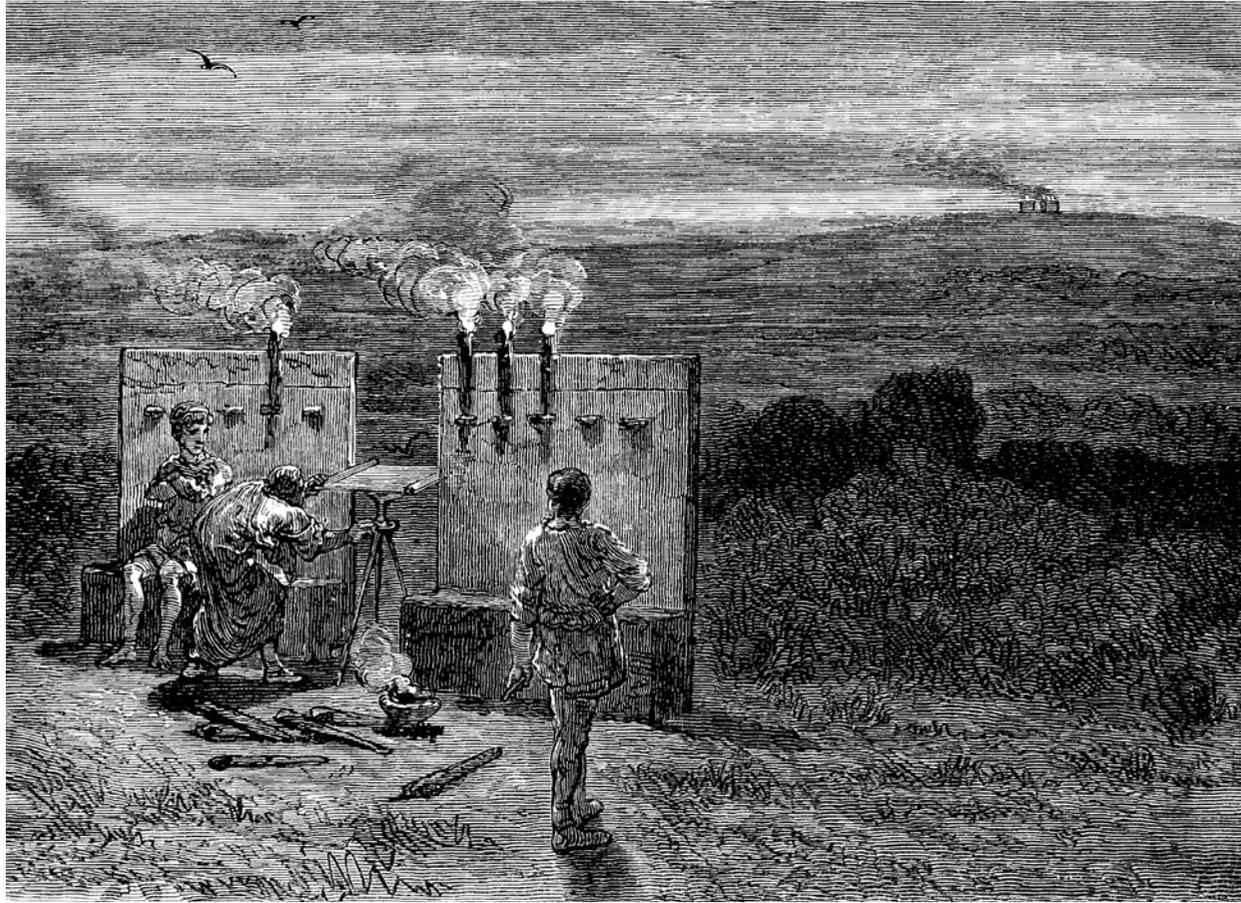
Uno de los primeros procedimientos empleados para ‘transmitir’ la información a largas distancias fue el desplazamiento del mensajero. Un hecho famoso fue la comunicación de la victoria de los griegos en la batalla de Maratón, anunciada por un pastor griego llamado Filípides, quien, tras pronunciar la frase “Hemos ganado”, falleció extenuado después de completar corriendo tan largo recorrido (42,195 km).

Para mejorar estas posibilidades de telecomunicación, ya en tiempos de los griegos y los romanos se recurrió al uso del fuego y también a los “tam-tam” africanos.

Merece la pena destacar el lenguaje silbado pronunciado por algunos habitantes de las islas Canarias para comunicarse a través de barrancos de su accidentada orografía. El “silbo” permite transformar los sonidos vocalizados de cualquier lenguaje natural en tonales reconocibles a distancia.



Filípides anuncia la victoria de Atenas sobre Grecia tras recorrer 42,195 km.



Envío a distancia de  
Mensajes Alfabéticos.

De la misma manera, en el País Vasco y Navarra, la “txalaparta” es un instrumento de percusión tradicional que generalmente consta de dos soportes, sobre los que un tablón aislado con algún material, es golpeado con cuatro palos para generar sonidos.

Pero hay que esperar al gran físico inglés Robert Hooke para que, en su discurso pronunciado en 1684 en la *Royal Society* de Londres, expusiera las posibilidades de la telegrafía por medios ópticos. El mismo Hooke, entre otros muchos inventos, ideó el “teléfono de cordel”.

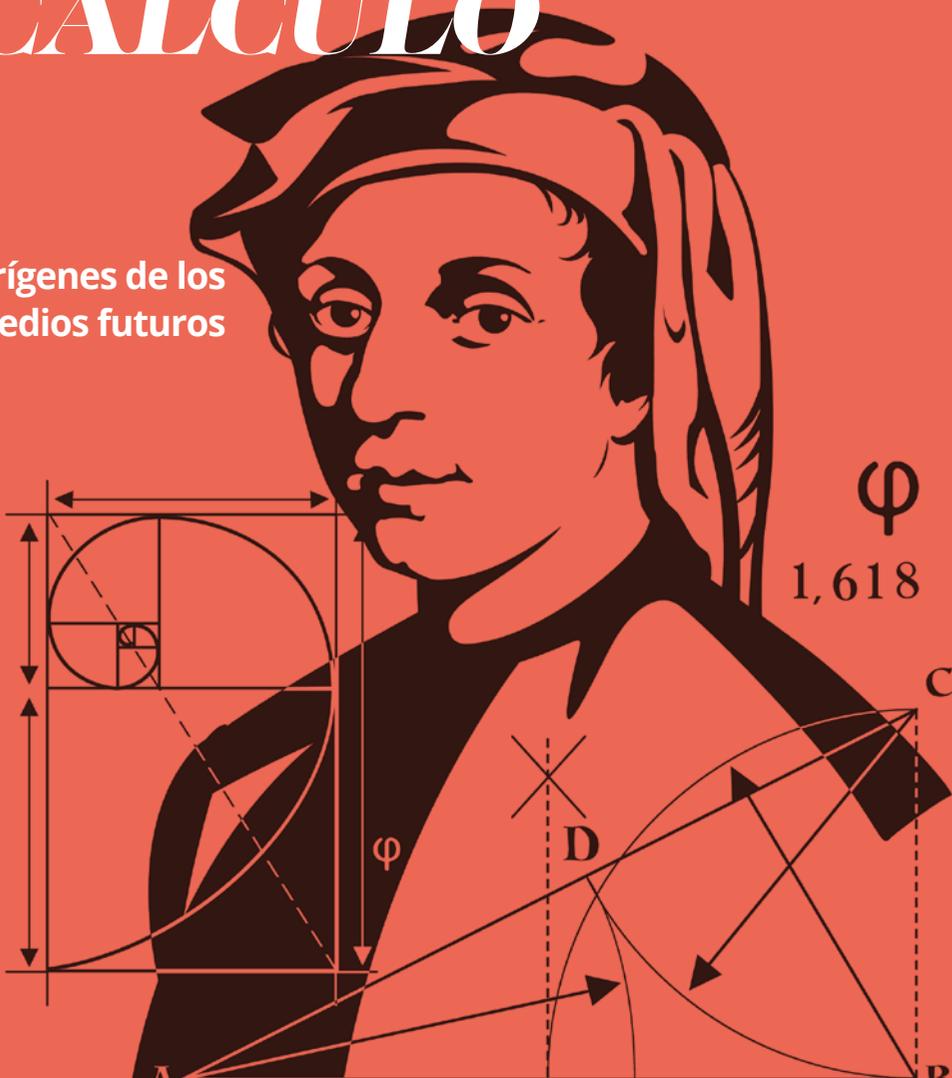
Casi todo el mundo ha conectado alguna vez dos latas o botes de plástico con una cuerda tirante y ha enviado un mensaje a través de ellas, lógicamente, un dispositivo rudimentario y que no sirve para largas distancias.

De estos primeros artilugios se han derivado muchos conceptos que han permitido llegar, desde esos “tambores lejanos”, a la explosión de la informática y su convergencia con las telecomunicaciones, hasta el actual concepto de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones, bajo el acrónimo de las TIC que tanto utilizamos.

# 3

## DEL “LIBER ABACI” A LAS MÁQUINAS DE CÁLCULO

Orígenes de los medios futuros



El primer ejemplo que encontramos en la historia de los aparatos y máquinas para realizar operaciones y cálculos de forma rápida, es el “ábaco”, aparecido hacia el año 3000 a. C.

Aparecido en Oriente próximo, servía para agilizar las operaciones aritméticas básicas y que se extendió a China y Japón, siendo descubierto por Europa mucho más tarde. Se trata de un cuadro construido con madera, que dispone de diez alambres o cuerdas dispuestos de forma paralela. Cada uno de estos alambres, a su vez, cuenta con diez bolas que pueden moverse para realizar los cálculos.

En el año 590, nació el gran matemático y astrónomo indio Brahmagupta, que desarrolló el sistema de numeración decimal, constituido por nueve cifras y un cero, describiendo a su vez las reglas algebraicas fundamentales, donde el cero representa “un número nulo” y, además, desarrolla el concepto matemático de “infinito” como inverso de ese número cero.

Cuando los árabes adoptaron el cero, junto con las demás cifras indias, tradujeron la palabra sanscrita *śhunya* (vacío) por la palabra árabe *sifr*, término que fue romanizado como *cifra* en la Europa cristiana.

Por otra parte, destacar en el siglo VII a Isidoro de Sevilla con sus célebres “Etimologías”, banco de datos sistematizado medieval, precursor español de la informática.

En el año 1202, Leonardo de Pisa, más conocido como Fibonacci, publica el libro *Liber Abaci* que permitió un considerable desarrollo de la aritmética y el álgebra en la Europa occidental.



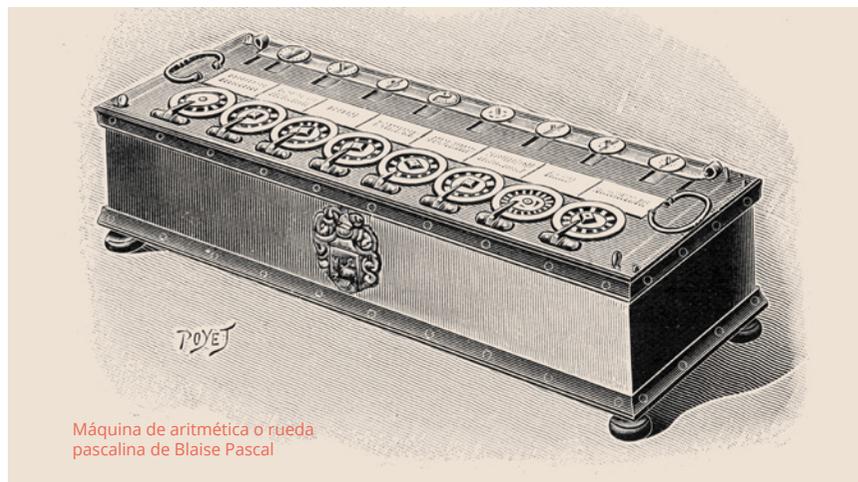
Brahmagupta desarrolla el sistema de numeración decimal

El origen de la palabra cálculo procede del latín *calculus*, que significa "guijarro" o por extensión "piedra", haciendo referencia al montón de piedras con el que nuestros antepasados se iniciaron en el cálculo matemático elemental.

Posteriormente a la numeración decimal se le fueron introduciendo los signos "+", "-", "x", "/" e "=".

Aparte del ábaco, mencionado con anterioridad, el primer paso de cálculo mecánico fue dado en 1623 por el astrónomo alemán Wilhelm Schickard al construir un "reloj de cálculo". Una máquina capaz de ejecutar las cuatro operaciones aritméticas básicas, utilizando un procedimiento puramente mecánico.

En 1642, Blaise Pascal, con su "máquina de aritmética o rueda pascalina", demostró la posibilidad de mecanizar el cálculo aritmético. Construyó un mecanismo compuesto por una serie de ruedas dentadas numeradas del 0 al 9, capaz de simplificar los interminables cálculos administrativos que se efectuaban con una serie de fichas. Posteriormente, en el año 1670, Gottfried Leibniz mejorará el invento para que también pudiese multiplicar o dividir, creando la primera máquina mecánica de cálculo.



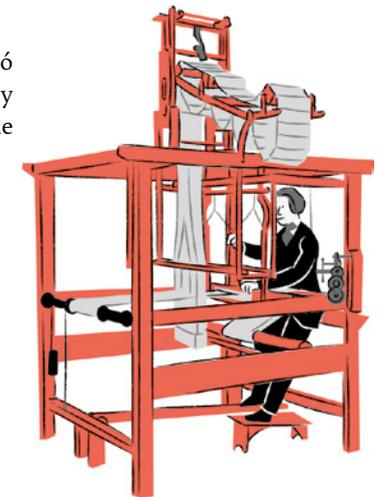
El paso siguiente se da en 1831, con la introducción del cálculo electromecánico, cuando el norteamericano Joseph Henry inventó el primer relé eléctrico. Este descubrimiento permite al británico Charles Wheatstone crear un dispositivo, que utilizando un relé, es capaz de activar a distancia una pila eléctrica y producir variaciones de la corriente eléctrica.

Merece la pena detenerse, además de las aportaciones, de Pascal y Leibniz, para el desarrollo de las primeras calculadoras mecánicas, en el papel jugado por el español Leonardo Torres Quevedo, ya a finales del siglo XIX, con sus conocidas contribuciones al cálculo, la automática y el álgebra. Una importante contribución española es la realizada por él en 1913, con el diseño de un "aritmómetro" electromecánico, basado en la tecnología de estos relés.

Innovaciones posteriores, como los teclados numéricos para la introducción de datos en los dispositivos o los mecanismos de impresión, junto con el desarrollo de los códigos numéricos, abrieron el camino a los métodos numéricos para el tratamiento de la información.

A destacar que, en 1748, Maria Gaetana Agnesi publicó el primer texto recopilando los conocimientos de Álgebra y Geometría Analítica de la época y las primeras nociones de Cálculo diferencial e integral.

En 1801, Joseph Marie Jacquard inventó el "Telar de Jacquard", programable mediante tarjetas perforadas. A finales del siglo XIX, la técnica de los telares, unida a la programación de tarjetas perforadas y a los sistemas de funcionamiento automático, permitía combinar el empleo de un tambor móvil provisto de una secuencia de tarjetas con una barra que levantaba los ganchos de tejer.



Joseph Marie Jacquard inventó el "Telar de Jacquard".



Charles Babbage diseña la denominada Máquina Analítica de Babbage. Está considerada como la primera computadora de la historia.

Una aportación significativa al desarrollo de la informática corresponde a Charles Babbage, quien, en 1871, describió una máquina analítica, que utilizaba un sistema de programación por medio de tarjetas perforadas y que denominó *Analytic Enginer*. En 1822, en una carta, dirigida a Sir Humphrey Davy, discutió los principios de una máquina calculadora para su aplicación al cálculo e impresión de tablas matemáticas. Y en 1835, terminó el diseño funcional de la denominada Máquina Analítica de Babbage. Está considerada como la primera computadora de la historia.

Esta máquina disponía de una serie de mecanismos implantados en un cilindro modificable, junto con una serie de registros de cifras, cuyo diseño permitía ejecutar de forma automática una secuencia de operaciones encadenadas de cualquier naturaleza, sobre mil números de cincuenta cifras a la vez. Los resultados fueron tan espectaculares que hizo escribir a la matemática lady Ada Lovelace, hija única de Lord Byron: "Podemos decir que la máquina analítica tejerá motivos algebraicos como los telares de Jacquard tejen hojas y flores".

En 1854, con George Boole nació el 'álgebra booleana', que tanto influiría en el desarrollo de la informática.

# 4 HÁGASE LA LUZ

Primeras redes de comunicaciones



Desde su inicio, el ser humano se ha servido de medios ópticos para transmitir mensajes a distancia y a la mayor velocidad posible.

El humo durante el día y el fuego por la noche podían alcanzar grandes distancias, pero transmitiendo una limitada información. En Mesopotamia y el Imperio Persa ya utilizaban el fuego para transmitir noticias a distancia utilizando claves.

Hacia el siglo IV a. C. con Eneas el Tácito se desarrolló un sofisticado procedimiento de transporte de información, con los telégrafos de agua, que almacenaban información detallada que luego se transmitía por señales de humo o fuego. Cleóxenes y Demócrito idearon el telégrafo alfabético, un procedimiento de transmisión de las letras del alfabeto, mediante la combinación de cinco bengalas.

Los griegos desarrollaron la Heliografía, mecanismo para reflejar la luz del sol en superficies brillantes como los espejos, y mediante el uso de un mismo código enviar mensajes entre sitios distantes.

En el siglo II a. C. los romanos utilizaron señales de humo para intercambiar información y tenían telégrafos de humo cubriendo una longitud total de 4.500 kilómetros, que se usaban ampliamente para señalización militar. En la columna de Trajano hay pruebas de ello.

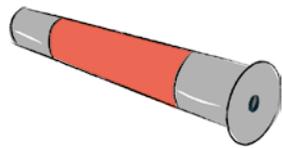
Bizantinos, musulmanes y cristianos usaron el humo y el fuego, mediante antorchas o atalayas y torres costeras para transmitir noticias. En la Crónica de Pedro IV de Aragón se menciona que, en 1334, el rey mandó que los vigías avisasen desde sus torres los movimientos de tropas que avistasen.



Eneas el Tácito desarrolla el telégrafo de agua.

Así, existen otros sistemas de comunicación a distancia, como las palomas, la mensajería o el correo postal, que desarrolló las grandes redes postales. O en el mar, para comunicación entre navíos, con los faros y los códigos de banderas y señales luminosas. Los faros de Alejandría o la Torre de Hércules son muestras significativas. En el "Código de Las Partidas" de Alfonso X el Sabio, por primera vez, se hace referencia al uso de señales para comunicación marítima.

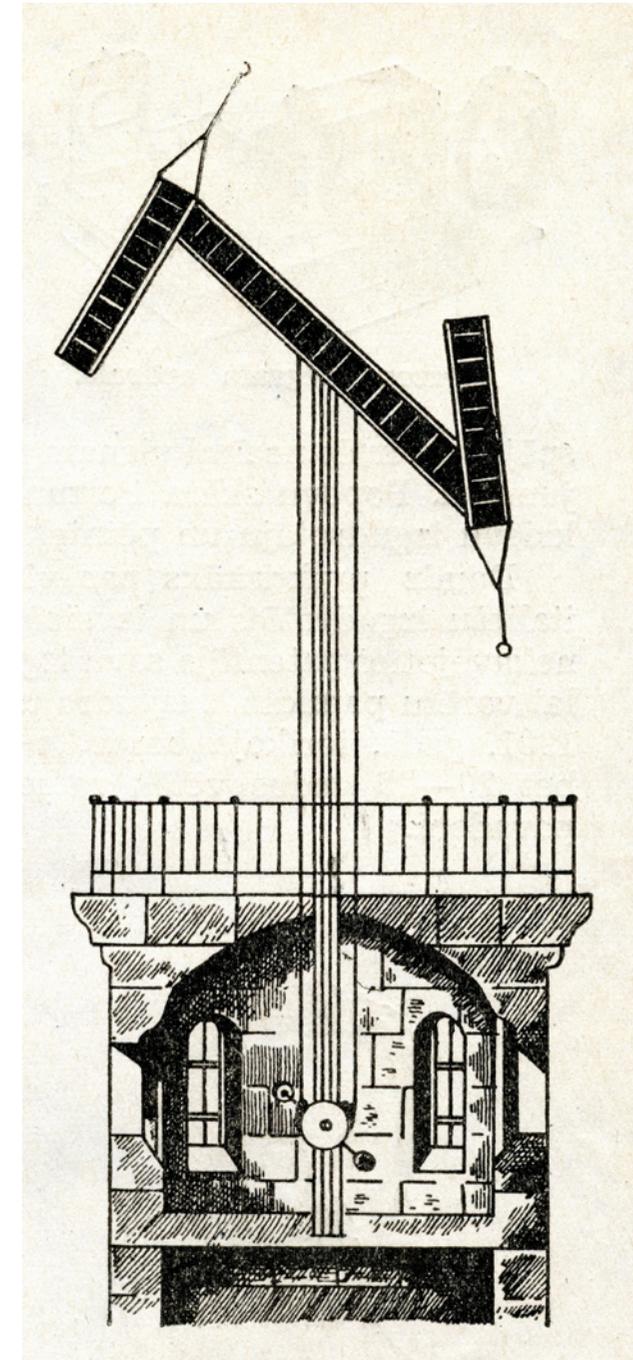
Eran crecientes las necesidades de una comunicación rápida y la simplificación de la transmisión de noticias. La utilidad del sistema podía evaluarse comparando con la información contenida en un mensaje portado por un jinete a caballo.



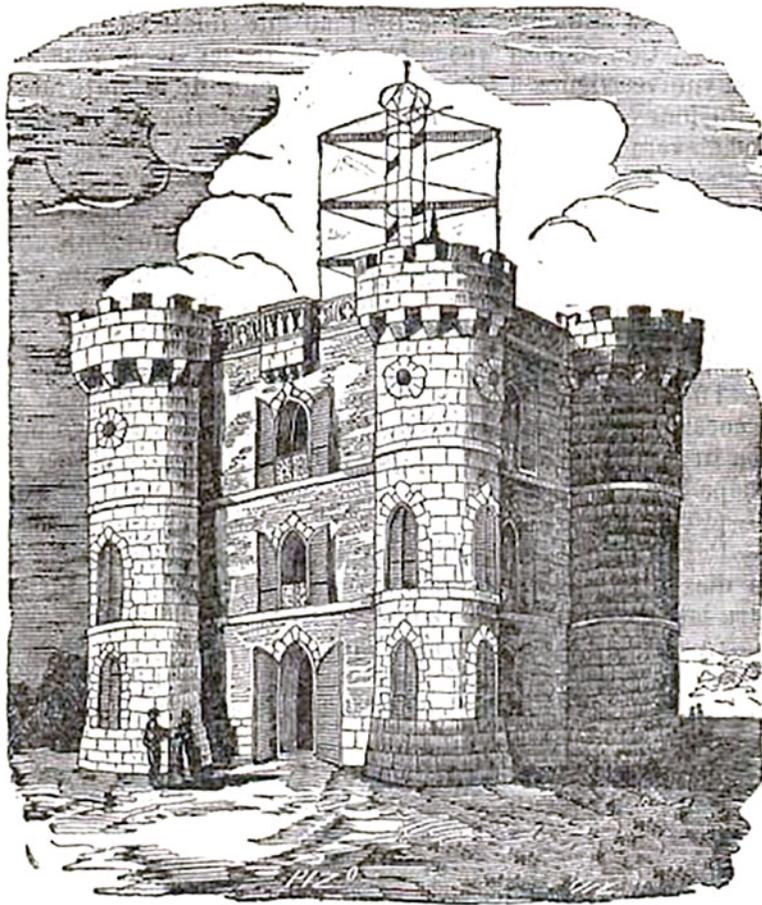
Anteojo desarrollado por Guillaume Amontons.

Los avances en tecnologías ópticas permitieron construir utensilios para mejorar la visión a grandes distancias. En 1590 Zacarías Jansen inventó el anteojo y, en 1690, Guillaume Amontons utilizó el catalejo para observar las señales. Pero las necesidades de comunicación de la Sociedad en aquella época permanecían, prácticamente, inalterables.

En el año 1792, se transmitió el primer mensaje entre París y Lille por el "Semáforo Visual" o telégrafo óptico de Claude Chappe, que había creado su propio alfabeto. Para ello se construyó una red de telégrafos que constaba de 22 estaciones uniendo la población de Lille con la capital (París), separadas por una distancia de 240 km. Se tardaba entre 2 a 6 minutos en transmitir un mensaje entre estaciones, pero, leerlo e interpretar los símbolos extremo a extremo, podía consumir hasta 30 horas.



"Semáforo Visual" o telégrafo óptico de Claude Chappe.



Torre de telegrafía óptica del sistema Mathé en el Parque de El Retiro en Madrid.

En 1796 el español Agustín de Betancourt junto con su amigo relojero Abraham L. Bréguet desarrolló y puso en práctica posteriormente un nuevo sistema de telegrafía óptica basado en una flecha o brazo, que se movía a la manera de la aguja de un reloj, para mensajes destinados a la familia real entre Madrid y Aranjuez.

Entre 1844 y 1857, se desplegó en España una red de comunicaciones mediante torres ópticas, que sólo cubrió tres trayectos de los cinco previstos. El gobierno encargó al Brigadier José María Mathé la organización de un telégrafo de torres para comunicaciones ópticas, utilizando el sistema de señales que él había diseñado.

Será a finales del siglo XVIII, cuando los experimentos de Betancourt, Lerena y Mathé aportarán progreso y modernidad, con la tecnología demostrando que podía cambiar la sociedad.

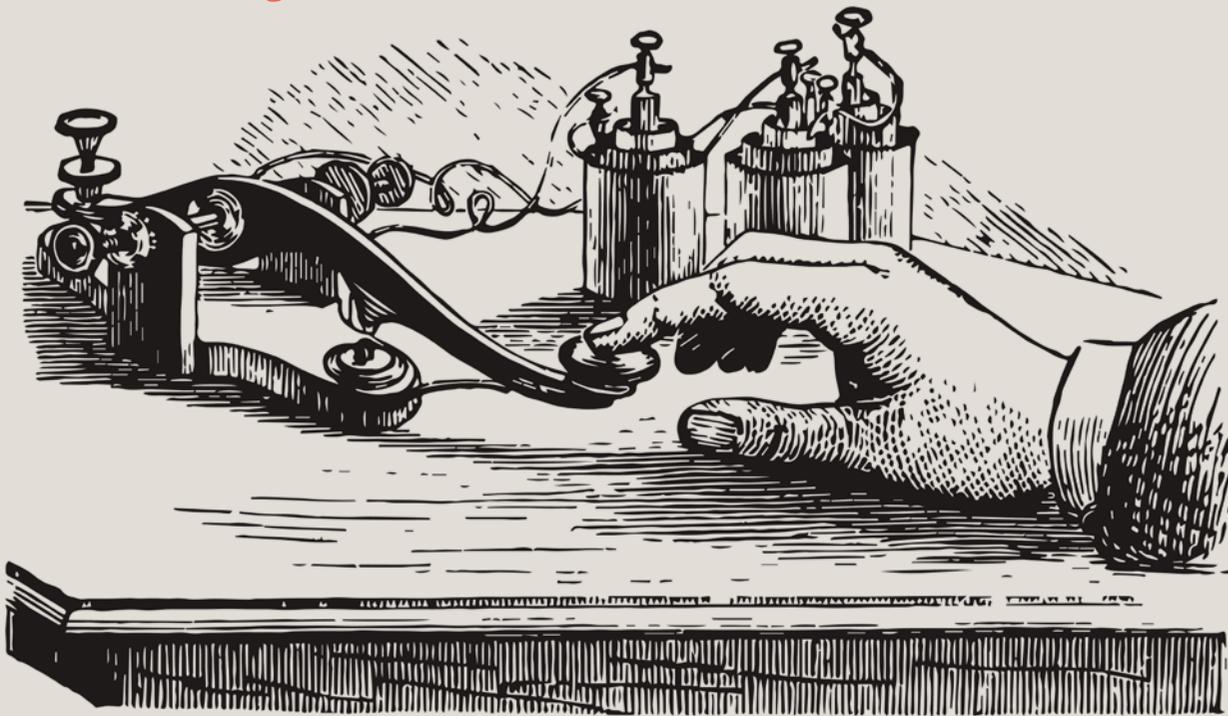
En 1879, se intentó, por primera vez en España, la creación de un servicio de palomas mensajeras para transmisiones militares. El Palomar Central del Ejército en Guadalupe comenzó a operar en 1879 con palomas mensajeras traídas desde Bélgica. Normalmente se enviaban por estos medios mensajes escritos, cifrados. En el año de 2010 se suprimió el servicio de palomas mensajeras del Ejército.



Paloma mensajera utilizada para transmisiones militares.

# 5 WHAT HATH GOD WROUGHT

## Telegrafía Eléctrica

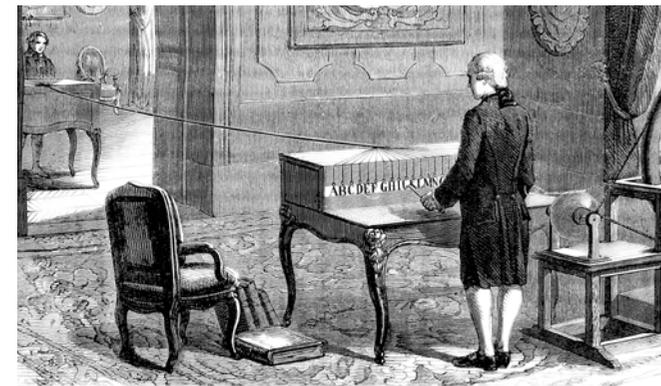


Los medios naturales habían marcado los límites máximos para la velocidad de transmisión. Tradicionalmente, se hablaba de la paloma mensajera y el jinete más veloz.

Con la utilización de la mecánica y las leyes de la óptica para transmitir las señales a distancia se había producido un gran salto e iniciado una segunda etapa en el itinerario de las telecomunicaciones.

El problema de la “línea de visión entre torres y las limitaciones nocturnas” de la Telegrafía Óptica, impulsaron la búsqueda de alternativas. A finales del siglo XVIII, las aportaciones de las leyes de la electricidad y el electromagnetismo, supondrán una rápida incorporación de innovadores artilugios a las comunicaciones, uniéndose al progreso y modernidad, que supuso la aparición del ferrocarril.

Ya en el año 600 a.C. se descubrió la electricidad estática. En 1729, Stephen Gray publicó su descubrimiento de que la electricidad podía ser conducida a través de un cuerpo conductor. En sus experimentos también descubrió que para que la electricidad, los efluvios o virtud eléctrica, como se llamaba en aquellos tiempos, pudiera circular por el conductor, éste tenía que estar aislado de tierra.

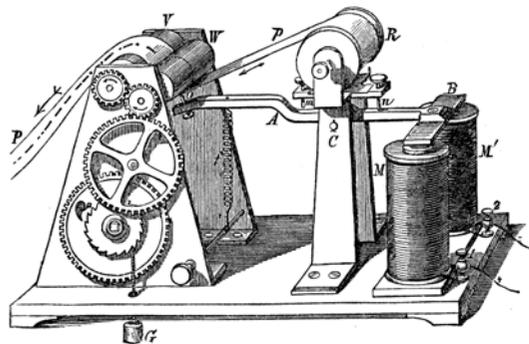


Primer Telégrafo eléctrico - Siglo XVIII

Con la llegada de la electricidad, rápidamente se van desplazando las señales visuales. En 1745, E.G. von Kleist desarrolló lo que daría paso al condensador eléctrico, la botella de Leyden. El 17 de febrero de 1753, una famosa carta firmada con las iniciales C. M. en *The Scots Magazine*, teorizando sobre un sistema de transmisión de información basado en la electricidad (botella de Leyden, pares de hilos...) y proponía “instalar una serie de hilos de un número igual al de las letras del alfabeto, hilos que deben de tirarse horizontalmente entre dos puntos dados, separados entre ellos por una pulgada”, explicando con mucho detalle cómo deben conectarse estos hilos a una máquina electrostática cuando se quiere señalar una determinada letra.

En realidad, este misterioso C. M. estaba describiendo los elementos fundamentales de la telegrafía eléctrica: Una fuente de electricidad, la manipulación necesaria para el tratamiento de la información, el hilo conductor y el mecanismo de recepción que permite leer el mensaje. Después, siguieron sistemas basados en la descomposición electrolítica del agua y otros intentos.

A . . . . .	I . . . . .	R . . . . .
Ae . . . . .	J . . . . .	S . . . . .
B . . . . .	K . . . . .	T . . . . .
C . . . . .	L . . . . .	U . . . . .
D . . . . .	M . . . . .	Ue . . . . .
E . . . . .	N . . . . .	V . . . . .
E . . . . .	O . . . . .	W . . . . .
F . . . . .	Ob . . . . .	X . . . . .
G . . . . .	P . . . . .	Y . . . . .
H . . . . .	Q . . . . .	Z . . . . .



Manipulador y receptor telegráfico Morse.

Francisco Salvá y Campillo, en 1795, presentó a la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, una memoria titulada “Sobre la electricidad aplicada a la telegrafía”, donde explicaba su telégrafo eléctrico, uno de los primeros en funcionar en la práctica, basado en las descargas producidas por la electricidad estática almacenada en botellas de Leyden.

En este primer “enfrentamiento entre la luz y la electricidad”, marcarán la pauta los descubrimientos que se fueron sucediendo en el primer tercio del siglo XIX. En 1800, Alejandro Volta construyó la primera celda electrostática y la batería capaz de producir corriente eléctrica. Y Francisco Salvá, en 1804, presentó un estudio a la Academia de Ciencias y Artes de Barcelona sobre el uso de la pila de Volta como generador de energía eléctrica para transmitir señales.

En 1808, Samuel Thomas von Sömmerring, mostró un sistema telegráfico electroquímico, basado en la electrolisis del agua. En 1819, Hans Christian Ørsted descubrió el electromagnetismo. Cuatro años después, André-Marie Ampère estableció los principios de la electrodinámica, pero hay que esperar a 1831, cuando Michael Faraday dio un paso fundamental en el desarrollo de la electricidad, para establecer que el magnetismo produce electricidad a través del movimiento.

William Sturgeon, en 1825, aportó el instrumento básico para el telégrafo eléctrico con los diseños del electroimán y el conmutador. En 1833, Johann Friedrich Gauss y Wilhelm Eduard Weber idearon el telégrafo magnético conocido como Gauss-Weber.

El paso definitivo se produce dos años más tarde, cuando Samuel F. B. Morse, mientras regresaba de uno de sus viajes por Europa, concibió la idea de un simple circuito electromagnético para transmitir información. Su asistente, Alfred Vail, desarrolló un dispositivo para grabar los mensajes recibidos. En 1838, Morse y Vail dotarán al invento con un código o alfabeto universal, el Código Morse. Con su patente se creó un estándar totalmente revolucionario para la época.



Francisco Salvá, considerado uno de los pioneros de la telegrafía eléctrica.

*What hath God wrought*, “Esto es obra de Dios” fue el texto del mensaje transmitido por Morse durante la primera transmisión telegráfica, en la inauguración de la línea Baltimore a Washington, realizada el 24 de mayo del año 1844, fecha de partida de la explotación comercial de la telegrafía eléctrica.

La telegrafía eléctrica supuso un hito hasta entonces impensable, la inmediatez en la transmisión de noticias, tan sólo con “abrir o cerrar el paso de la corriente”, es decir, “traduciendo un impulso eléctrico en un código”. La electricidad permitía enviar señales a gran distancia, a través de un alambre metálico y tardaban pocos segundos en recorrerlas.

En 1838, Sir Charles Wheatstone y William Fothergill Cooke instalaron el primer telégrafo eléctrico comercial para Great Western Railway. Ferrocarril y telégrafo se convertirán en signos del progreso. En 1849, Cromwell F. Varley patentó un mecanismo doble de manipulador y relé que permitió telegrafiar de Londres a Edimburgo directamente.

En 1851, Louis Figuier en su popular *Les merveilles de la Science*, escribió: “Este extraordinario invento está llamado a ser la mayor Revolución de la Humanidad, ante la cual el descubrimiento del Nuevo Mundo o del vapor, deben colocarse en segunda línea”.

El telégrafo eléctrico posibilitó la apertura del servicio al conjunto de los ciudadanos y permitió crear redes de comunicaciones que, en pocos años, unirían los cinco continentes. En la segunda mitad del siglo XIX, la mayoría de las poblaciones de las naciones desarrolladas disponían de oficinas locales de telégrafos donde poder cursar sus mensajes o telegramas.

En España, por la Red Orden de 27 de noviembre de 1852, el Ministerio de la Gobernación encargó al ingeniero militar José María Mathé la construcción de una primera línea “que partiendo de Madrid y cruzando las provincias de Navarra, Zaragoza y Guipúzcoa debe terminar en la Frontera de Francia por la parte de Irún”.



Samuel F. B. Morse junto a Alfred Vail, inauguraron la primera línea telegráfica de Estados Unidos



Telégrafo impresor Hughes. MUNCYT.

En 1874, Émile Baudot patentó el “Sistema para la telegrafía rápida” (Telégrafo múltiple), primer multiplexor telegráfico. Se trataba de un telégrafo que permitía usar códigos de 5 bits para transmitir simultáneamente, a través de una línea, dos telegramas e imprimirlos directamente en el mecanismo receptor como texto legible en dos cintas distintas de papel perforado. Este invento incrementó la velocidad de transmisión telegráfica y originó la sustitución del código Morse.

La evolución del tejido de redes telegráficas en todo el mundo a finales del siglo XIX fue espectacular. La batalla de la inmediatez de la comunicación unidireccional se había ganado. Y los nuevos servicios dejaban constancia escrita de la comunicación transmitida.

# 6

## MR. WATSON COME HERE. I WANT TO SEE YOU

Telefonía fija



Con el telégrafo eléctrico se había conseguido transmitir mensajes escritos a través de los conductores eléctricos. Los propios investigadores del telégrafo estaban centrados en encontrarle una nueva aplicación: la telegrafía armónica o parlante. Y en pocos años se sucedieron interesantes y variadas propuestas.

Ya en 1684, el científico Robert Hooke formuló las primeras sugerencias sobre la forma de transmitir la palabra hablada a larga distancia. Un siglo después, en 1782, Dom Gauthey propuso a la Academia de Ciencias de Francia la idea de llevar la palabra a distancia mediante un sistema de transmisión de los sonidos por medio de tubos de agua.

En un periodo aproximado de diez años, se produjeron avances relevantes: En 1837 Charles G. Page descubrió que una varilla electromagnética, al alterar rápidamente su grado de magnetización, entre 4.000 y 6.000 oscilaciones por segundo, producía un sonido variable y audible y, variando la magnetización del hierro, se producían diferentes sonidos musicales. Page bautizó este fenómeno como “Música Galvánica”. Auguste de la Rive, en 1843, la mejoró y, en 1848, Guillaume Wertheim expuso en París la posibilidad de transformar los sonidos en oscilaciones electromagnéticas, transportarlas en forma de ondas eléctricas y convertirlas en sonidos audibles.

Sin embargo, la solidez e implantación de las redes telegráficas, explotadas por administraciones públicas, generalmente poco propicias a la innovación, suponía un medio hostil para el desarrollo del teléfono. Otro aspecto, poco favorable al inicio, fue que el teléfono no dejaba constancia escrita de la comunicación transmitida, como sí lo hacía el telégrafo.

La transmisión de la voz a distancia seguía progresando en el entorno de la que se denominó “telegrafía armónica o parlante”. En 1849, Antonio Meucci descubrió,



Antonio Meucci descubre la propagación del sonido por medio de la electricidad.

casualmente, la propagación del sonido por medio de la electricidad y, en 1860, con su “Teletrófono”, transmitió a distancia la voz de una cantante en un teatro neoyorkino. El telegrafista Charles Bourseul, en la revista *L'Illustration* había publicado, en 1854, la “Transmisión eléctrica de la palabra”, una propuesta de un aparato para conversar a distancia. Por su parte, Johann Philipp Reis, en 1860, desarrolló un dispositivo, que denominó ‘*das telephon*’, que permitía transmitir una melodía a una distancia de cien metros. A señalar también el dispositivo de Cromwell Varley de 1870, para transmitir discursos, que patentó bajo el nombre de “*Cymaphen*”.

Así se alcanzó la década de los años sesenta. En 1872 se hizo una demostración en Nueva York de un teléfono de Reis, que fue presenciada por Thomas Edison y, posiblemente, por representantes de la *Western Electric*, entre los cuales se encontraría Alexander Graham Bell. En 1874, Poul la Cour experimentó sobre una línea telegráfica las vibraciones de un diapasón que interrumpían la corriente de la línea y, en el otro extremo, un electroimán hacía resonar otro diapasón.

Y llegó 1876, el año clave por el nacimiento del teléfono. El 14 de febrero de 1876, Alexander G. Bell fue el primero en solicitar la patente de un dispositivo para transmitir la voz humana a través de la corriente eléctrica, que llamó “mejoras en telegrafía”. Por su parte, el inventor Elisha Gray, registraba, dos horas más tarde, mediante una patente provisional, un aparato “telefónico” capaz de transmitir sonidos vocálicos a través del hilo del telégrafo. El 7 de marzo de 1876 se concedió a Bell la famosa patente 174.465.



Alexander G. Bell en la inauguración de la línea NY-Chicago en 1892.



Alexander G. Bell patenta el primer dispositivo que transmite la voz humana.

Y el 10 de marzo, estando Bell experimentando con su dispositivo, se le vertió ácido encima y gritó “*Mr. Watson come here, I want to see you*” (Mr. Watson: venga aquí, lo necesito). Watson, ayudante de Bell, que estaba en la otra planta del edificio, oyó la llamada a través del dispositivo y acudió diciendo: “He oído las palabras”. También en 1876, David Hughes inventó el micrófono de carbón.

En 1877, se constituyó en Estados Unidos la *Bell Telephone Company* que, prácticamente, controló y monopolizó el mercado durante los siguientes años. En 1878, Thomas August Watson, patentó el timbre del teléfono, que requería que el transmisor mandase una corriente. Este año inauguró la primera centralita telefónica en New Haven, Connecticut, fabricada por Bell.



En 1878 se inaugura la primera centralita telefónica en New Haven, Connecticut, fabricada por Bell.

La telefonía avanzaba ahora con rapidez. En 1881, en la Exposición Internacional de la Electricidad de París, Clément Ader, con su *Théatrophone*, transmitió por teléfono las funciones desde la Ópera. Mediante dos canales telefónicos y dos receptores, conseguía que los abonados al sistema percibiesen la posición de los actores en el escenario y la orquesta. Y en 1882 se construyó el primer cuadro telefónico manual, llamado *beehive* ("colmena"), con capacidad para interconectar varios usuarios por teléfono.

En 1885, la Conferencia de la Unión Telegráfica Internacional, celebrada en Berlín, adoptó las primeras disposiciones en materia de telefonía internacional.

En 1889, el norteamericano Almon B. Strowger inventó la conmutación telefónica automática. Se dice que con el invento quería evitar que las llamadas a su funeraria fuesen desviadas a un competidor por la esposa de éste, que era la encargada de la centralita urbana manual.

Sólo habían transcurrido veinte años desde la patente del teléfono y, en 1896, ya había en el mundo un millón de aparatos en servicio.

Como colofón al siglo XIX, a fin de satisfacer la necesidad del ser humano de comunicarse, en 1897 Bell System introdujo, por primera vez en una central de conmutación telefónica, un registro que almacenaba las cifras marcadas por el disco del abonado y, simultáneamente, las transformaba en impulsos para gobernar los selectores de la central.

En 1915, Bancroft Gherardi inauguró el servicio telefónico transcontinental. En 1919, con Gottlif Betulander nació el conmutador de barras cruzadas (*crossbar*) y, en 1932, se fabricó el primer teléfono de baquelita alojando en su interior receptor, gancho y timbre.

A destacar que en Madrid, el 9 de diciembre de 1932, en la reunión de la UIT, se utilizó el término TELECOMUNICACIÓN por primera vez y se definió como "Todo tipo de comunicación de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos e informaciones de cualquier naturaleza, a través de cualquier medio o procedimiento de comunicación".



Teléfono SESA 2652 A.

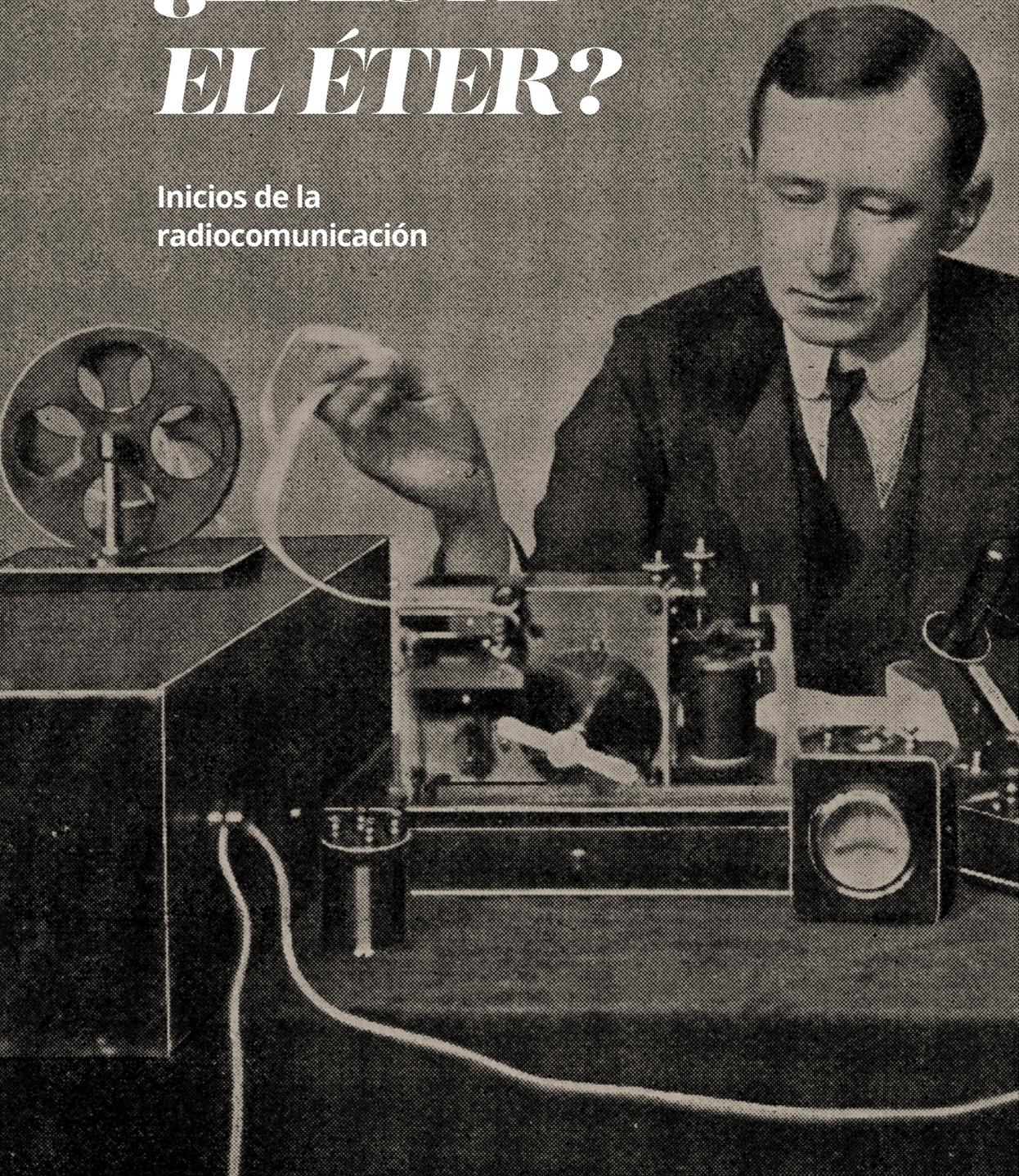


Teléfono SESA 5523 EZ.

7

# ¿EXISTE EL ÉTER?

Inicios de la  
radiocomunicación



Hacia finales del siglo XVIII, con el descubrimiento de la naturaleza ondulatoria de la luz, se pensó que, así como las ondas sonoras necesitan de un medio, el aire para propagarse, también las ondas luminosas se transmitirían gracias a un medio que fue denominado “éter cósmico”.

El desarrollo del telégrafo eléctrico había dado lugar a una verdadera revolución en el campo de aplicación de los medios de comunicación, tanto en las relaciones a nivel de gobiernos, como en las comerciales y de orden particular. Se había generado un nuevo marco de relación en la sociedad, con nuevas necesidades de comunicación en todas las actividades.

Para establecer comunicación con los barcos antes de que llegaran a puerto, se utilizaron telégrafos ópticos o “semáforos” instalados en puntos estratégicos de la costa, desde los que se hacían seguir los mensajes a través de líneas telegráficas. En 1859, Martha Coston había inventado la comunicación por bengalas luminosas marítimas. En el litoral español se instaló el primer semáforo en 1873 en Tarifa y, un año después, el segundo en Cabo Mayor en Santander.

Sin embargo, este medio de comunicación mixto, que todavía utilizaba la telegrafía óptica en combinación con la eléctrica, iba a cambiar con el descubrimiento de la radiocomunicación, que supuso el nacimiento del servicio telegráfico a través de las ondas electromagnéticas: la *telegrafía* sin hilos.

Resulta interesante el siguiente extracto de cómo Eugenio Agacino en 1916, lo describió en su libro “Manual de telegrafía sin hilos”: “Las vibraciones del éter son como los rayos de luz visible, pero con la diferencia de que las ondas hertzianas o fluido eléctrico son de una longitud de onda enormemente mayor. Precisamente estas ondas son las que posibilitaron la telegrafía sin hilos conductores. La retina

del hombre recoge los rayos de luz que le llegan. Pero para las ondas hertzianas la retina es ciega y por ello requirió de una retina artificial como el Cohesor de Édouard Branly o dispositivo equivalente”.

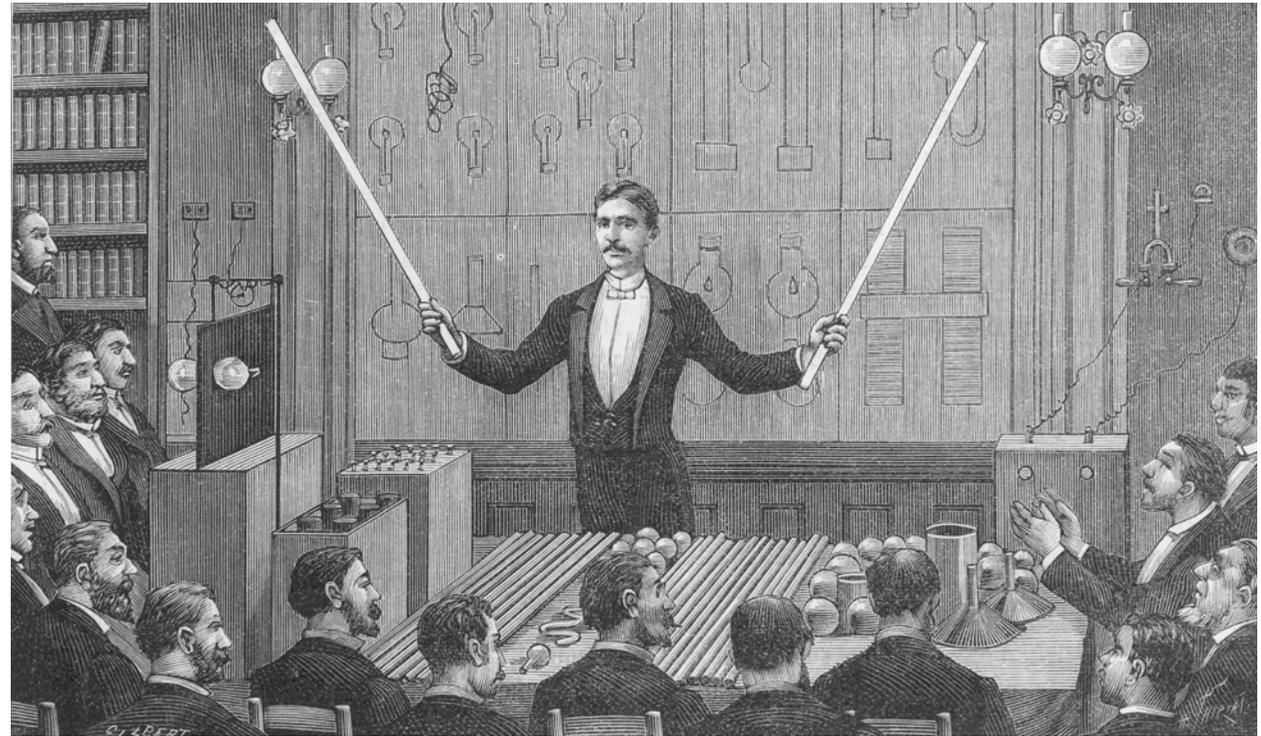
Las características de amplitud de las ondas hertzianas les permiten superar ondulaciones del terreno y ceñirse a las curvaturas de los mares. La onda hertziana, al contrario de la señal telegráfica llega al receptor decrecida en función del cuadrado de las distancias recorridas y, por ello, requiere también de una llave de entrada, cohesor, hacía otro dispositivo que la potencie, el tubo de Branly.

### El primero en España que vislumbró la posibilidad de utilizar la telegrafía sin hilos fue Salvá.

El 16 de diciembre de 1795, ante la Academia de Ciencias y Artes de Barcelona expresaba la siguiente inspiración: Si los temblores de tierra los causa la electricidad que pasa de un punto cargado positivamente a otro con carga negativa, como lo ha demostrado Bertolón en su *“De L’Electricité Des Meteores”*, “no sería preciso ni aun cable para comunicar a través del mar... pues el fluido eléctrico atravesaría el mar, que es un conductor excelente, e indicaría por las chispas, la señal deseada. En la práctica, las ondas hertzianas son irradiadas al espacio por el dispositivo transmisor de una estación y recogidas por el receptor de la otra estación. Con la correspondiente corriente generada en un circuito, se actúa sobre un aparato escritor de telegrafía ordinaria o se toman las señales al oído con un instrumento telefónico”.

Y así se fueron sucediendo experiencias, aportaciones y descubrimientos que llevaron desde la galena a la comunicación inalámbrica.

En 1873, James Clerk Maxwell, matemático inglés, formuló las cuatro ecuaciones que sirven de fundamento de la teoría electromagnética. Dedujo que la luz es una onda

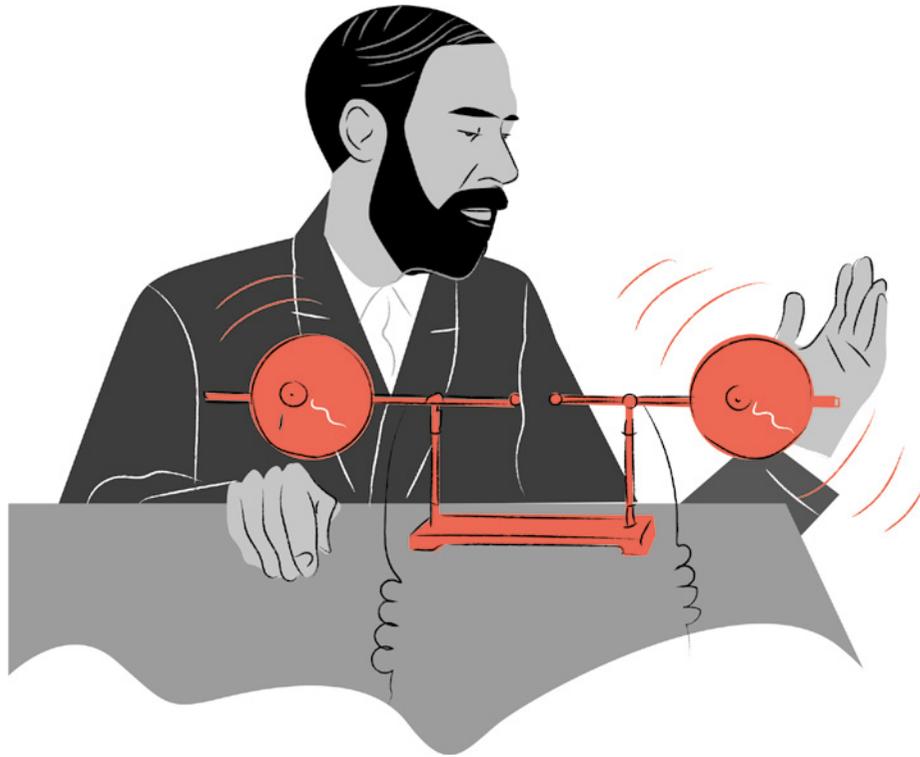


Nikola Tesla consigue iluminar un tubo de vacío sin cables.

electromagnética y que la energía se transmite por ondas electromagnéticas a la velocidad de la luz.

En 1887, Heinrich R. Hertz logró demostrar la propagación de la acción electromagnética en el espacio, sirviéndose de unos hilos metálicos curvados en forma de anillo entre cuyos extremos se dejaba una interrupción de apenas una fracción de milímetro. Hertz consiguió medir la longitud de onda y la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas, y halló para su velocidad un valor muy aproximado al previsto por Maxwell (es decir, la velocidad de la luz: 300.000 kilómetros por segundo).

En 1890, Nikola Tesla consiguió iluminar un tubo de vacío sin cables, haciéndole llegar la energía necesaria a través del aire.



Heinrich R.Hertz logró demostrar la propagación de la acción electromagnética en el espacio.

También, en 1890, Édouard Branly observó que un tubo de vidrio lleno de limaduras metálicas permitía recoger las ondas hertzianas a largas distancias, descubriendo el primer receptor de ondas electromagnéticas. Oliver Lodge lo perfeccionó y, en 1894, logró transmitir una señal de radio y lo denominó “cohesor”. En 1897, Alexander Popov, con la unión del ‘cohesor’ a un hilo conductor que estaba suspendido en una cometa sobre la Universidad de San Petersburgo, alumbró la primera antena.

En 1898, Eugène Adrien Ducretet conectó la Torre Eiffel y el Panteón de París mediante la telegrafía sin hilos. Al año siguiente, en España se realizó una demostración de la telegrafía sin hilos ante los Reyes en el Cuartel de la Montaña de Madrid, sobre una distancia de cinco kilómetros, con los dispositivos diseñados por el comandante Julio Cervera.

El 12 de diciembre de 1901, se produjo un hecho trascendental, Guglielmo Marconi demostró que las señales de radio se propagaban más allá del horizonte. Consiguió cruzar el Atlántico con las ondas electromagnéticas, transmitiendo la letra “S” del código Morse, siendo la primera señal radio eléctrica intercontinental por aire (Telegrafía sin hilos).



En 1902, Oliver Heaviside y Arthur E. Kennelly predijeron, independientemente el uno del otro, la existencia de una capa en la atmósfera, ionizada por la radiación solar y que permitía que las señales se reflejasen en ella volviendo a la superficie terrestre en vez de perderse en el espacio.

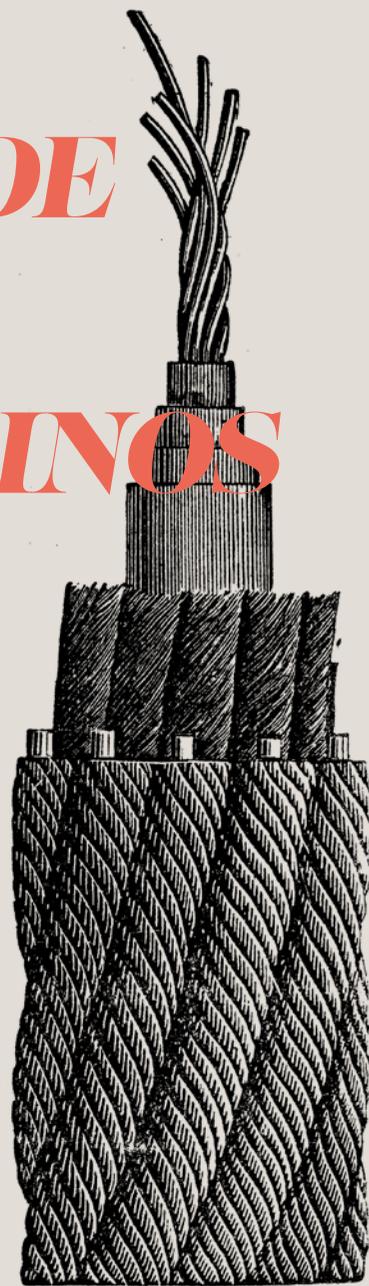
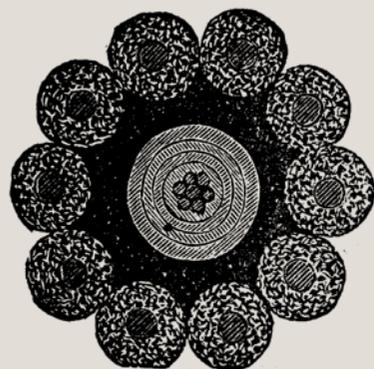
En 1902, visitó el puerto de Cádiz el crucero acorazado italiano, Carlo Alberto, en el que viajaba Marconi, y en 1903 se instaló una estación radiotelegráfica en el yate real *Giralda*, que comunicaba hasta una distancia de 200 km. con una estación del Ejército montada sobre un automóvil.

En enero de 1903 se publicó en el periódico Las Provincias (Valencia) una carta anónima, informando de que el anterior 29 de diciembre, Julio Cervera consiguió comunicar vocalmente entre Ibiza y Jávea mediante su sistema de telegrafía sin hilos. Se dice que fue pionero en conseguir transmitir la voz, en lugar de mensajes.

Por Ley de 26 de septiembre de 1907, se reguló el servicio telegráfico en España como monopolio del Estado, estableciéndose 24 estaciones costeras.

# 8 20 MIL LEGUAS DE CABLES SUBMARINOS

Portadores y sistemas  
para larga distancia



A mediados del siglo XIX se había conseguido que, tanto en Europa como en América, las redes telegráficas permitiesen la rápida comunicación unidireccional entre poblaciones y países.

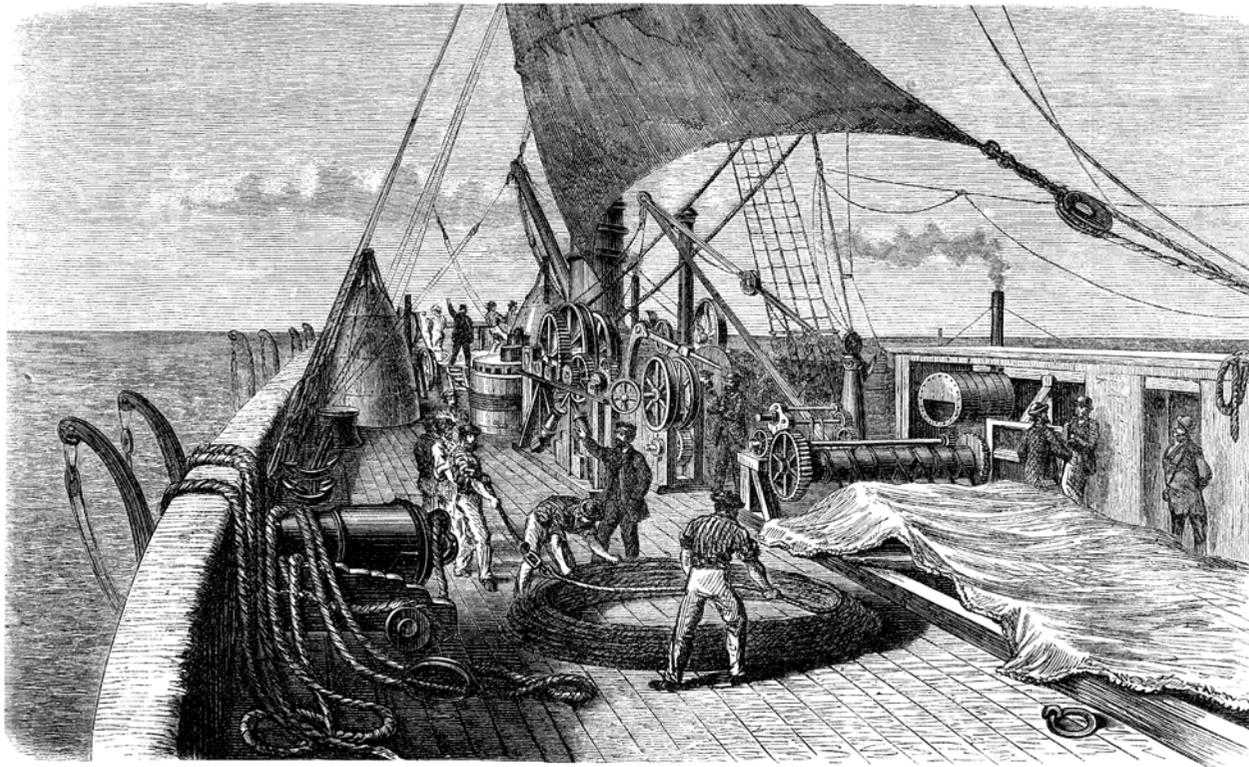
Sin embargo, existían unas barreras naturales, los océanos y los mares, entonces insalvables para el telégrafo eléctrico y, en consecuencia, para la inmediatez en la transmisión de noticias, cuando se trataba de continentes distintos o islas. En estos casos solo un medio, los barcos, permitían la comunicación y, por consiguiente, la transmisión de los mensajes se demoraba días o meses.

Esta gran brecha en las comunicaciones y los negocios empujó un reto que parecía un sueño inalcanzable, conseguir que los conductores eléctricos fuesen capaces de salvar las fronteras naturales que el agua establece. El sueño se haría realidad con los cables submarinos.

Para ello, toda una odisea humana, tecnológica, industrial y económica, se llevó a cabo con sus éxitos y fracasos. Los conductores, simples hilos de cobre o hierro, debían protegerse con un aislamiento adecuado para ser instalados en el lecho marino y para resistir las tensiones, corrientes marinas, depredadores, etc. Los barcos debían transformarse para transportar y soportar la tensión generada por los cables al lanzarlos al agua. Y se requerían importantes recursos económicos.

El desarrollo tecnológico seguía avanzando. En 1847 Werner von Siemens y otros inventaron métodos para recubrir cables de gutapercha para impermeabilizarlos. Luego, en 1849, Cromwell F. Varley introdujo el látex en los cables, mejorando el aislamiento.

El inicio del cable submarino se puede situar en 1850, cuando los hermanos Brett tendieron un cable telegráfico submarino entre el acantilado de Dover y Calais, con una longitud de 30 km, que fue seccionado por un pescador local y lo exhibió como trofeo. No debió ser un resultado muy ilusionante.



Renovación y tendido de cables de comunicaciones submarinas.

En 1852, Frederick Gisborne, a quien se había concedido una exclusiva para amarrar cables en Terranova, instaló el primer cable telegráfico submarino del mundo en aguas profundas entre New Brunswick y la isla Prince Edward.

Pero el verdadero protagonista fue Cyrus West Field, un visionario emprendedor, a quien Frederick Gisborne inculcó el sueño de lograr tender un cable por el fondo del océano Atlántico. En 1856 constituyó la *Atlantic Telegraph Company*, incorporando a su proyecto a destacados personajes como Gisborne, Brett, Whitehouse, Lord Kelvin, Varley, Morse...

En 1857, Cyrus Field puso en marcha el gran reto tecnológico y pionero: desarrollar, producir e instalar un cable telegráfico submarino transoceánico. El 17 de agosto de ese año fracasó el primer intento, al romperse el cable después de haber tendido 600 km y quedar a 3.600 m de profundidad.

Lord Kelvin, tras esta experiencia, desarrolló un sistema completo para operar un telégrafo submarino que enviaría un carácter cada tres segundos y medio, patentando sus elementos clave, el galvanómetro de espejo y la grabadora sinfónica (*siphon recorder*).

En 1858, un nuevo intento fue abortado por una potente tormenta que casi hundió el barco cableero. Este mismo año, se realizó un tercer intento y, en agosto, el cable unió Irlanda y Terranova y se cursó el siguiente mensaje "Gloria a Dios en las alturas; en la tierra paz y buena voluntad para con los hombres". La hazaña, acogida con gran entusiasmo en muchas naciones, se desvaneció cuando el 3 de septiembre el cable se averió por una sobrecarga de tensión. Cyrus West Field no desistió en su empeño y, tras obtener nuevas financiaciones, mejoró los cables en todos sus aspectos y, aun así, sufrió un nuevo contratiempo en 1864.

El 7 de julio de 1866, el gran desafío de la época alcanzó el éxito al entrar en servicio un cable con amarres en *Heart's Content* (Terranova) y en la isla de Valentia (Irlanda). Desde ese momento la comunicación entre EE.UU. y Europa pasaba de un promedio de 12 días, mediante barcos, a producirse en el mismo día. Este cable se mantuvo operativo durante casi un siglo y Cyrus Field fue aclamado como un héroe en ambos lados del Océano Atlántico.

Hasta 1875, la fabricación y tendido de cables telegráficos submarinos sería la actividad con mayor impacto en la economía mundial.

En 1869, Jules Verne publicó su conocida obra “Veinte mil leguas de viaje submarino”. Posiblemente llamaría la atención de los viajeros del Nautilus ver en los fondos marinos, unos seres inmóviles e interminables, los cables submarinos.

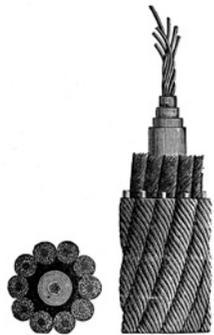
Los primeros cables telegráficos submarinos de larga distancia, con las tecnologías existentes, presentaban importantes problemas eléctricos: grandes voltajes, no existencia de amplificadores-repetidores, distorsiones en los impulsos telegráficos, etc. que limitaban su ancho de banda y la velocidad de transmisión.

Varley concibió una línea artificial, que hizo posible mejorar los comportamientos en transmisión y señalización de los cables submarinos y, en 1870 creó la “multiplexación de frecuencias”. En la década de 1890, Oliver Heaviside desarrolló las “ecuaciones del telegrafista”, que incluían los efectos de la inductancia y que eran esenciales para extender la teoría de las líneas de transmisión a las frecuencias más altas requeridas para voz y datos de alta velocidad.

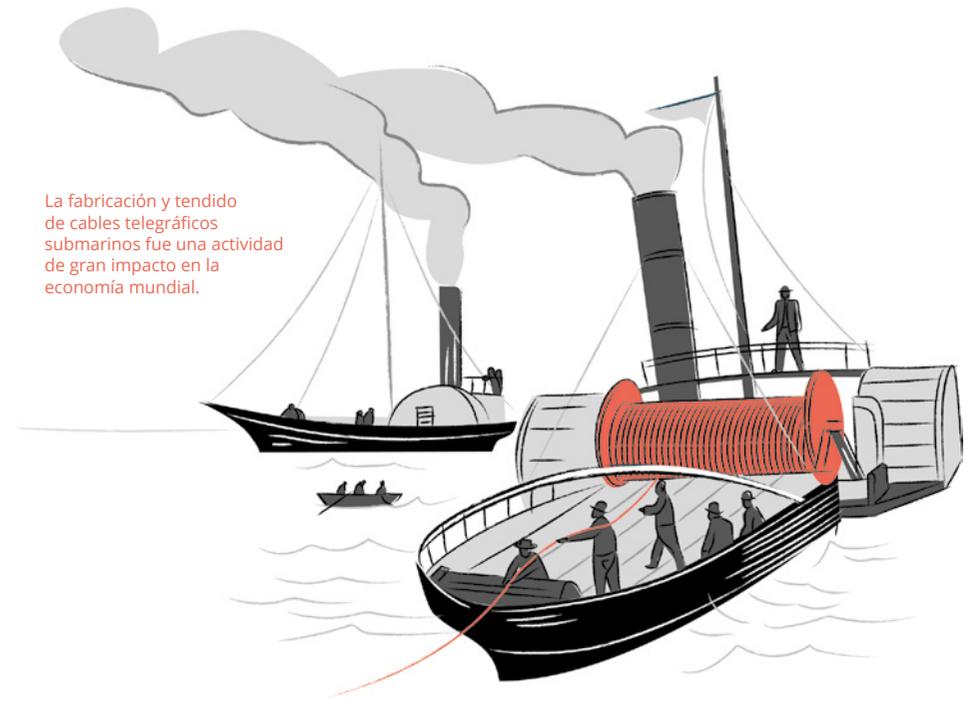
El teléfono avanzaba rápidamente, en paralelo con las mejoras tecnológicas en los cables telegráficos submarinos. En 1891, se tendió el primer cable para servicio telefónico en el canal de la Mancha. El servicio de telefonía transoceánica se implantó comercialmente en 1927 utilizando la transmisión por radio. Y, en 1934, se realizaron los primeros ensayos con cables coaxiales.

En 1935, Oskar Heil, dio a conocer los principios fundamentales para producir microondas con tubos electrónicos. En 1937, Russell Harrison Varian fabricó el prototipo del primer tubo de vacío o *klystron*, que era capaz de generar ondas electromagnéticas en la banda de microondas. Y, en 1940, se inventó el circuito de realimentación negativa que mejoró los repetidores.

El 25 de septiembre de 1956, instalado entre Gallanach Bay (Reino Unido) y Clarenville (Canadá), se inauguró el primer sistema de cable telefónico trasatlántico submarino (TAT-1). En los años sesenta, con la aplicación de los semi-



Estructura de un cable submarino.



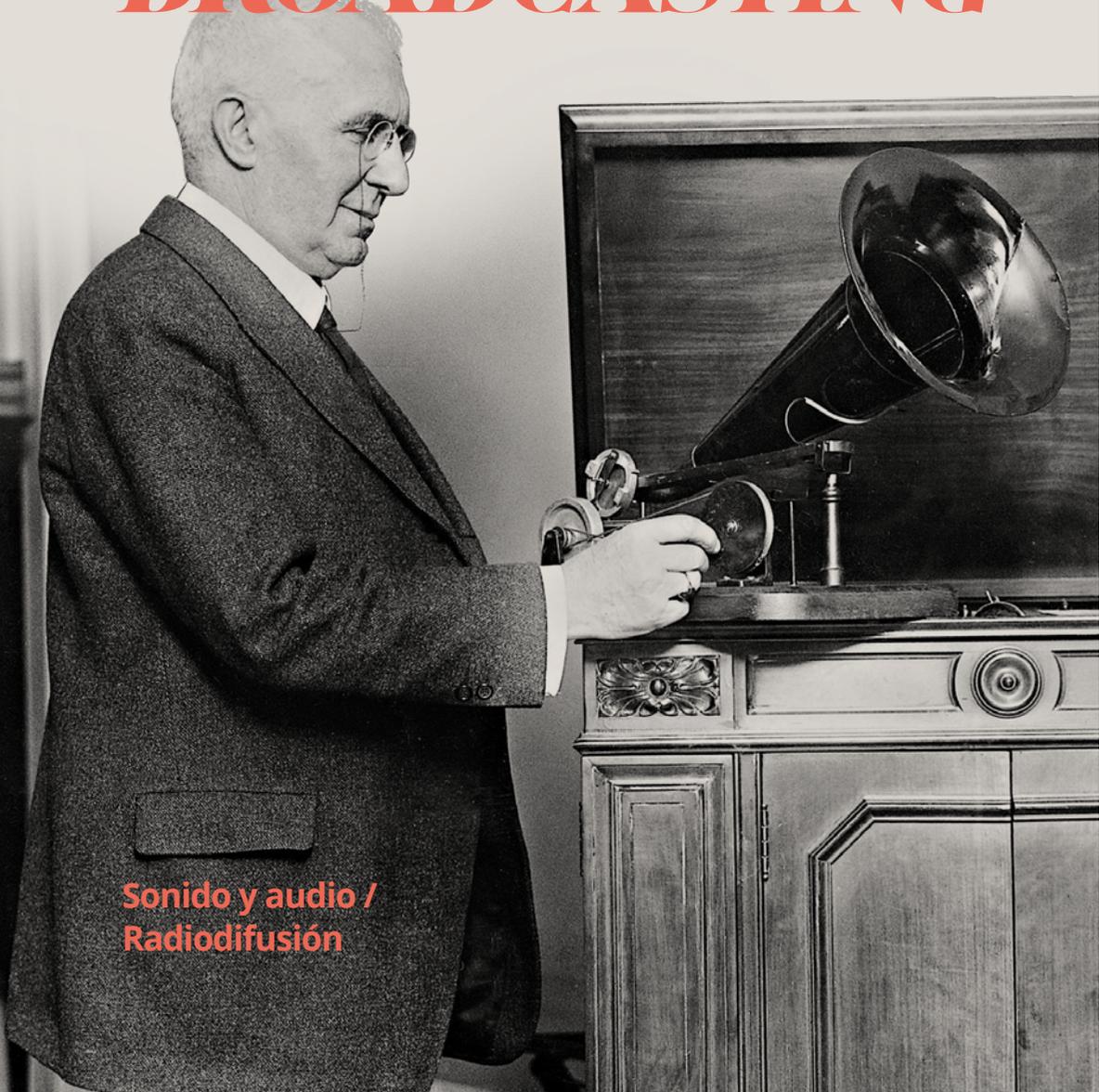
La fabricación y tendido de cables telegráficos submarinos fue una actividad de gran impacto en la economía mundial.

conductores a los repetidores, se produjo un cambio sustancial en los sistemas de cables coaxiales submarinos.

Más de 20.000 leguas de cable submarino, reposan sobre el fondo de las profundidades marinas, resistiendo las duras condiciones del medio, portando las señales a larga distancia de forma rápida y eficaz.

# 9

## DE LA GALENA AL BROADCASTING



Sonido y audio /  
Radiodifusión

Las ondas de radio transmiten música, conversaciones, imágenes y datos de forma invisible a través del aire, y lo suelen hacer frecuentemente por miles de kilómetros. Aunque son invisibles e indetectables por el ser humano, han cambiado totalmente la sociedad.

Y la grabación y reproducción del sonido también evolucionaba con los avances tecnológicos. En 1807, Thomas Young había grabado las primeras vibraciones acústicas. En 1857, Édouard-Léon Scott de Martinville diseñó el Fonoautógrafo, inspirándose en la oreja humana. En 1877, Charles Cros presentó a la Academia de las Ciencias de París su “Procedimiento de grabación y reproducción de los fenómenos sonoros”, que no pudo materializar y Thomas Alva Edison patentó el Fonógrafo o “sonido escrito” sobre soportes cilíndricos, donde grabó su propia voz que, hoy día podemos escuchar, cantando *Mary had a little lamb* (“María tenía un corderito ...”). Al mismo tiempo, Emil Berliner patentó el Gramófono, apostando por la grabación en discos planos. Su invento facilitó la comercialización de la reproducción del sonido.

Volviendo a las ondas de radio, Nikola Tesla, en 1895, realizó una demostración de la comunicación inalámbrica por medio de ondas de radio. Por ello, en 1943, la Corte Suprema de los Estados Unidos lo acreditó como el verdadero inventor de la radio.

Marconi patentó su sistema de transmisión de señales, en 1896, y logró comunicar a una distancia de un par de kilómetros. Al año siguiente, ya lo hizo desde la costa hasta un barco a 29 km en alta mar y, dos años, más tarde estableció una comunicación comercial entre Inglaterra y Francia, con independencia del estado del tiempo. A principios de 1901, consiguió enviar señales a más de 322 km de distancia, y, a finales de ese mismo, año transmitió una carta de un lado a otro del océano Atlántico. No obstante, no fue hasta la década de los años veinte del siglo XX cuando los avances tecnológicos permitieron la difusión de la voz, dando lugar a la “radiodifusión”.



Lee de Forest, inventor del triodo (audiófono).

El 12 de abril de 1912, con el hundimiento del transatlántico británico Titanic, se puso en evidencia la enorme dificultad de comunicación que tuvo para lograr una respuesta eficaz de las embarcaciones o puertos cercanos. A fin de lograr un sistema de comunicaciones más eficiente, los países iniciaron un debate sobre la necesidad de reglamentar las emisiones radiofónicas. En consecuencia, en 1912, las primeras emisiones públicas de radio proliferaron con las señales provenientes del transporte marítimo y de las estaciones terrestres de comunicación. Muchos historiadores dicen que esto fue el origen de la radio pública.

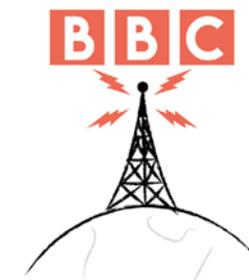
Las funciones rectificadoras y detectoras de algunos cristales fueron descubiertas en esa década por Greenleaf W. Pickard, al ponerlos en contacto con un alambre que hizo de antena. Había nacido la “radio galena”, cuyo uso como receptor se haría popular en los años veinte, por su sencillez y bajo coste.

El invento de la válvula termoiónica, por J A Fleming, en 1904, perfeccionada por Lee de Forest, en 1907, con el triodo (audiófono), que promocionó con emisiones de palabra y música en París y Nueva York, será la “lámpara de Aladino” de la radio transmisión. Se había hecho posible recibir y transmitir no sólo las señales Morse, sino también sonidos y palabras. **De la Radiotelegrafía se había llegado a la Radiodifusión.**

En 1920, se asignaron frecuencias exclusivas a las estaciones de radio dentro de Estados Unidos y, en la década siguiente, proliferarán cientos de emisoras privadas. EE.UU. apoyaba e incentivaba la aparición de las primeras cadenas de radio, conscientes del poder masivo que éste medio de comunicación tendría.

En 1922, nació la radio comercial, inicialmente emitiendo “cuñas” publicitarias del creciente mercado de productos en Europa y Estados Unidos, acompañadas de música. Un año más tarde, comenzaron los primeros programas de narraciones e historias, que tuvieron una gran recepción por parte de la audiencia. Se había demostrado que el sonido resultaba un material innovador y sorprendente. El 4 de noviembre de 1922, se fundó en Londres la BBC (*British Broadcasting Corporation*).

La rápida difusión mundial de la radio, en los años treinta, obligó a los Estados a intervenir en el reparto del espacio radioeléctrico mediante la concesión de canales. Ello fue posible, en gran parte, gracias al perfeccionamiento de los equipos transmisores y receptores, con bandas cada vez mejor delimitadas.



El 4 de noviembre de 1922, se funda en Londres la BBC.

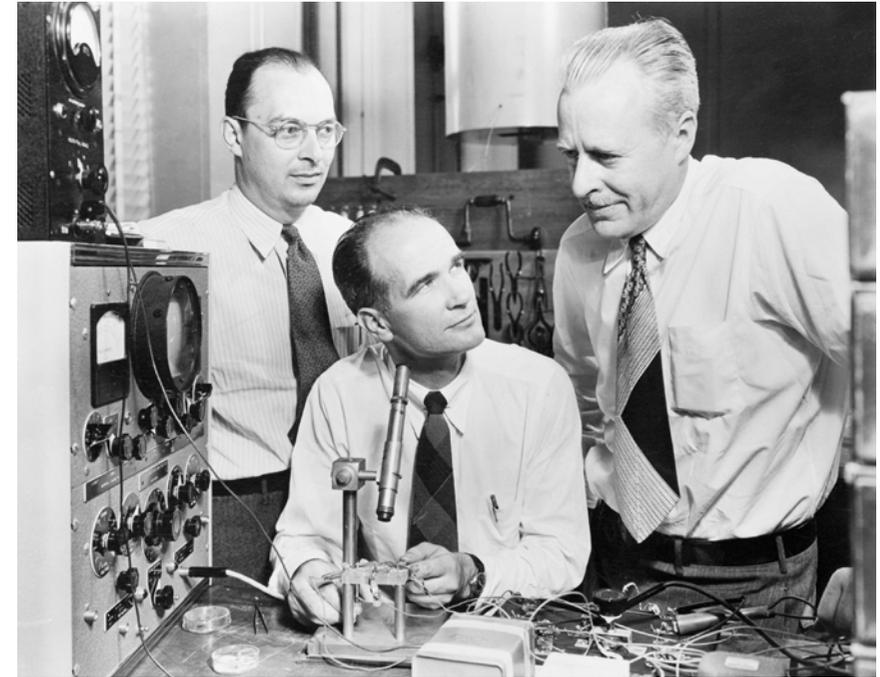
Se puede asociar la realidad de la radio con tres personajes: **Lee de Forest** por el triodo, en 1907; **Edwin Armstrong**, por el circuito retroalimentador, en 1912, y la frecuencia modulada, en 1933, y **David Sarnoff**, que, en 1930, encabezó la *Radio Corporation of America* (RCA), e hizo posible la industrialización y comercialización de dichos inventos. En 1937, las radioemisoras de todo el mundo interrumpieron sus transmisiones un minuto por el fallecimiento de Marconi.

El 14 de noviembre de 1924, se inauguró EAJ-1 Radio Barcelona, la estación pionera en España. La nomenclatura EAJ-1, identifica el código de los radioaficionados, auténticos artífices del nacimiento de la radio. E por España, AJ designa a las estaciones de Telegrafía sin Hilos y 1 por ser la primera. No obstante, las primeras emisiones radiofónicas en España las realizó Radio Ibérica de Madrid, entre 1923 y 1924, aunque por sus importantes irregularidades en lo que a continuidad temporal se refiere, los analistas del medio prefieren situar el nacimiento de la radio en otro momento.

A señalar la pasión de los radioaficionados, “radio amateurs”, por utilizar la radio para comunicarse utilizando sencillas o complejas instalaciones que se suelen montar ellos mismos. Para ello, utilizan una banda de frecuencia reservada para este uso, la llamada “Banda Ciudadana”. Son importantes sus logros en las comunicaciones a gran distancia y en las ayudas en catástrofes, que pueden causar el corte de las comunicaciones habituales, y entonces se convierten en la única vía de comunicación posible.

Unos nuevos componentes revolucionaron la electrónica hasta nuestros días. En 1948, J. Bardeen, W. Brattain y W. Shockley patentaron el transistor y, una década más tarde, R. Noyce y J. Kilby diseñaron el circuito integrado. Técnicamente, la radio será distinta pero su principio de funcionamiento seguirá siendo el mismo.

Las tecnologías de grabación y reproducción del sonido, cada vez más se convirtieron en servicios de uso personal y colectivo, y fueron confluyendo con los sistemas de transmisión de voz e imagen. En 1925, apareció el tocadiscos con amplificadores a válvulas. Fritz Pfleumer, en 1928, creó el *Soundingpaper*, prototipo de cinta magnética con base de papel y, en 1935, presentó el *Magnetophon K1*. El magnetoscopio o video nació en 1956 y, cuatro años después, ya se había generalizado su uso en televisión. En los años setenta se comercializaron para el hogar, con un éxito considerable. Un amplio lenguaje, derivado de nuevos sistemas y dispositivos



En 1948, J. Bardeen, W. Brattain y W. Shockley patentan el transistor.

se hará familiar: los magnetófonos, los *cassettes*, los DVD, el *compact disc* (CD), efecto Dolby, el DVB (*Digital Video Broadcasting*) o radiodifusión digital de vídeo, la cinta de audio digital (DAT), los MP3, los *Blu-ray*, los sistemas de grabación digital en PC, *Laserdisc*, *Laser Vision*, etc.

Un paso significativo en la evolución de la radio llegó con el siglo XXI, mediante la implantación de la radio digital terrestre, también conocida como DAB (*Digital Audio Broadcasting*). Una tecnología digital con nuevas técnicas de modulación y codificación, que supuso el cambio más importante desde la introducción de la FM.

La radio por Internet constituye otro servicio de radiodifusión. A través de nuestro ordenador, de nuestro teléfono móvil o a de un receptor específico, podemos localizar y acceder a multitud de emisoras, locales y remotas, y escucharlas con gran calidad de sonido.

# 10 NON SUFFICIENT ORBIS

## Radiocomunicaciones



El descubrimiento de la radiocomunicación, la comunicación a distancia a través de ondas de radio, supuso el nacimiento de la telegrafía sin hilos, que permitió interconectar ciudades y países dentro de un continente.

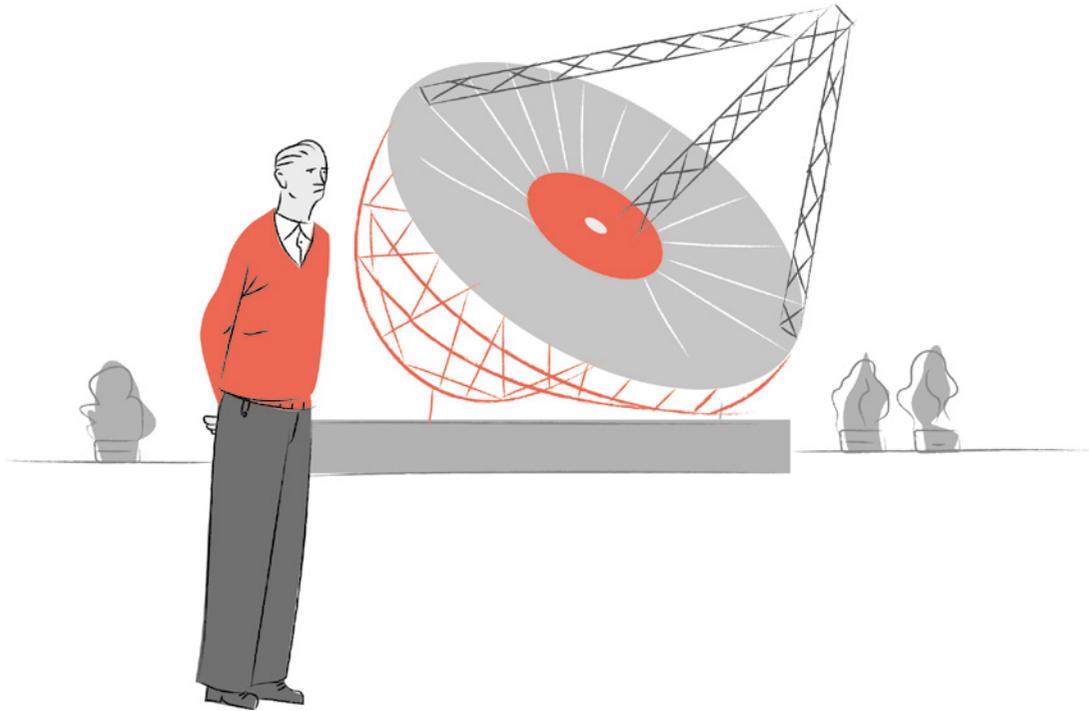
Con la llegada de los cables submarinos los servicios de telegrafía, primero, y telefonía, después, extendieron la comunicación entre continentes, salvando la barrera de los océanos.

Todo ello no era suficiente para un mundo en evolución y sus científicos. La atmósfera y su espacio son fuentes de constantes innovaciones para las telecomunicaciones. En 1902, Oliver Heaviside y Arthur E. Kennelly predijeron, independientemente, la existencia en una capa alta de la atmósfera, de gas ionizado que permitía que las señales se reflejasen en ella volviendo a la superficie terrestre. En 1924, Merle Tuve y Gregory Breit confirmaron definitivamente la existencia de la ionosfera y se generalizó el uso de los estudios ionosféricos.

Inicialmente se utilizó como radioayuda en el mar. En 1904, Christian Huelsmeyer con una enigmática caja de madera, que denominó *Telemobiloskop*, anunció que su aparato podía detectar cualquier objeto metálico como una embarcación, incluso en la oscuridad, con niebla o lluvia, evitando así las colisiones de los barcos.

Cruzar el océano Atlántico con sus dispositivos era un sueño para los radioaficionados. En 1923, Léon Deloy y Fred Schnell establecieron, en onda corta, el primer enlace bilateral entre el viejo y el nuevo continente.

Posteriormente, la radiocomunicación se empezó a utilizar en la navegación aérea. En 1930, Leo C. Young coordinó un proyecto de investigación para la detección de una aeronave por medio de ondas de radio reflejadas y, en 1934, sus investigaciones posibilitaron el desarrollo del RADAR (RADio Detection And Ranging). En 1939, Russell Varian revolucionó esta tecnología logrando que se realizase un aterrizaje a ciegas. Las radiocomunicaciones aeronáuticas sufrieron un fuerte impulso en la segunda Guerra Mundial.



Grote Reber, creador del primer maparadio de la Vía Láctea. Precursor de la radioastronomía.

Las antenas son uno de los elementos fundamentales para que sean posibles las radiocomunicaciones. En 1896, el ruso Aleksandr Popov había inventado la antena, un dispositivo radiante que permitía emitir y recibirlas ondas hercianas (electromagnéticas). En 1924, Lucien Levy inventó la antena polarizada horizontal, que le permitió experimentar y confirmar la existencia de la capa de Heaviside ionizante. John D. Kraus, en 1946, inventó la antena helicoidal que se convirtió en el caballo de batalla de las comunicaciones espaciales.

En los inicios del siglo XIX, en 1801, los astrónomos detectaron un pequeño planeta orbitando alrededor del Sol entre Marte y Júpiter, que bautizaron con el nombre de Ceres y que, a las pocas semanas se perdió entre las estrellas. Gauss aplicó la Ley de Bode y predijo matemáticamente el lugar de aparición de Ceres.

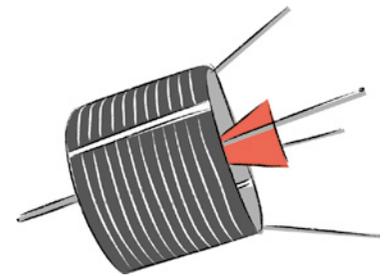
Se dice que Gauss “ya pensaba en seres dotados de inteligencia en planetas de nuestro Sistema Solar”. En 1933, Karl Guthe Jansky descubrió unas ondas electromagnéticas que no procedían del sistema solar sino del centro de nuestra galaxia.

Grote Reber, en 1944, publicó el primer mapa de radio de la Vía Láctea y su dedicación fue el detonante de la radioastronomía. Los equipos de radar empezaron a utilizarse, también, como radiotelescopios.

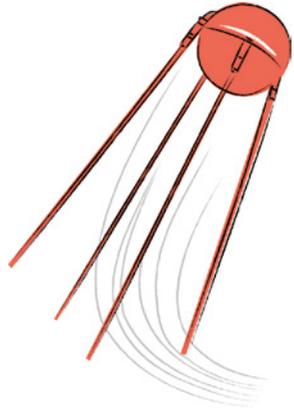
Sir Arthur C. Clarke destacó por su capacidad de imaginar el futuro. En 1945 propuso en la revista *Wireless World*, con el título “*Extra-Terrestrial Relays*”, el uso de satélites espaciales geoestacionarios como repetidores de las señales de radio y televisión a través del globo. Entendía que la tecnología, utilizada en el cohete alemán V2 durante la guerra, se podía usar con fines pacíficos para poner satélites en órbita, con un cohete capaz de transportar una carga con una velocidad superior a la inserción orbital.

Clarke popularizó la idea del uso de la órbita geoestacionaria (Órbita de Clarke), por la que los satélites viajando de oeste a este, a una altura superior a los 36.000 km sobre el Ecuador y a la misma velocidad que la rotación de la Tierra, parecen estar siempre en el mismo sitio.

Veinte años después, el 6 de abril de 1965, la propuesta de Clarke se hizo realidad con el lanzamiento del primer satélite comercial de comunicaciones, el *Early Bird*, que Intelsat situó en órbita geoestacionaria.



Early Bird, primer satélite de comunicaciones comercial.



Sputnik, primer satélite artificial puesto en órbita alrededor de la Tierra.

Con los satélites *Sputnik*, en 1957, y *Echo*, en 1960, las telecomunicaciones iniciaron un nuevo modo de comunicación. El lema de Felipe II “*Non Sufficit Orbis*”, señalando que el mundo no es suficiente y la predicción de Marshall McLuhan del mundo convertido en una aldea global, empezaron a hacerse realidad con las aportaciones de los satélites. Un incremento sustancial en la conectividad entre los lugares más remotos del mundo, la transmisión a alta velocidad de los mensajes en texto, sonido o imagen.

A título de ejemplo se destacan algunos acontecimientos. En 1958, se transmitió por primera vez la voz humana desde el espacio. Fue el mensaje de Navidad del presidente norteamericano Dwight D. Eisenhower, que fue grabado en una cinta magnetofónica y emitido desde el satélite de comunicaciones Score. **El 1 de julio de 1962, se realizó la primera transmisión de televisión en directo entre EE. UU. y Europa desde el espacio, mediante el satélite Telstar-1.** En 1967, el “teléfono rojo”, unión directa de los despachos de los presidentes de EE.UU. y la URSS, prestó un valioso servicio en la guerra árabe-israelí

El 21 de julio de 1969, gracias a un software de Margaret Hamilton, se ignoraron mensajes de error, generados por una alarma innecesaria, permitiendo que el Módulo Lunar no abortase el alunizaje en el último momento. Y, poco después, llegarían las primeras palabras desde la base de la Tranquilidad, en la Luna: “*Houston, Tranquility Base here. The Eagle has landed*”. Por cierto, gracias al enlace de la estación de Fresnedillas (España) con la de Houston se pudo ver en directo la llegada del hombre a la luna.



Gracias al enlace de la estación de Fresnedillas (España) con la de Houston se pudo ver en directo la llegada del hombre a la luna.

Desde 1960, la puesta en órbita de satélites de comunicaciones ha llevado a un vertiginoso avance de las telecomunicaciones. En 1964, la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) invitó a todos los países a formar parte de una organización única, INTELSAT, para garantizar los enlaces intercontinentales de comunicaciones por satélite. En 1983, el proyecto EUTELSAT, permitió definir el sistema europeo de telecomunicaciones por satélite.

Las radiocomunicaciones se han convertido, integradas con el resto de redes de comunicación, en la infraestructura imprescindible para el transporte voluminoso de datos, la radio, la televisión, las comunicaciones móviles, los sistemas de navegación o la colaboración en tragedias.

# 11

## LA VENTANA GLOBAL

Imagen y video /  
Teledifusión



Las innovaciones tecnológicas avanzaban rápidamente en Europa y EE.UU. y, así nació un nuevo servicio, el telefónico, asegurando la interlocución directa y oral entre las personas.

### ¿Qué pasaba con la imagen?

Desde la antigüedad, constituía motivo de atención y desarrollo, la proyección y transmisión de imágenes. Irán apareciendo la linterna mágica, los dioramas, el taumatropo, la fotografía, etc. El concepto de televisión (visión a distancia) se puede asociar con Galileo Galilei y su telescopio. La transmisión a distancia de imágenes estáticas mediante métodos eléctricos, fue un ideal perseguido utilizando el soporte del telégrafo. En 1842, Alexander Bain, exploraba las imágenes convirtiéndolas en señales eléctricas y las enviaba por línea telegráfica. Posteriormente, en 1856, Giovanni Caselli construyó un aparato, que denominó Pantelégrafo, para la transmisión estable de documentos a distancia.

En 1873, Joseph May descubrió el efecto fotoeléctrico por casualidad, que George Carey, Constantin Senlecq y otros utilizaron para ingeniar sistemas de visión a distancia. En 1884, Paul Nipkow ideó y patentó un sistema de visión a distancia, basado en un disco giratorio perforado (*disco de Nipkow*), que al girar delante del ojo permitía explorar una imagen por partes. Con él nació la televisión mecánica, harto complicada y de muy poca resolución, y la Teledifusión.

Con el siglo XX se inicia el camino de la televisión electrónica. En 1897, Karl Ferdinand Braun abrió el camino con la invención del tubo de rayos catódicos (tubo de Braun), adaptándolo para que los electrones se movieran hacia una pantalla fluorescente por medio de campos magnéticos generados por la corriente alterna. Y



Karl F. Braun inventor del tubo de rayos catódicos (tubo de Braun).

Jan Szczepanski solicitó la patente del *Telectroscopio* como “Método y Aparato de reproducción de imágenes y su réplica a distancia mediante electricidad”.

La televisión mecánica siguió su progreso y con la mejora de los sistemas de barrido mecánico se fue incrementando la calidad de las imágenes. En 1919, Dénes von Mihaly construyó el *Telehor* que transmitía siluetas fijas. En 1924, John Logie Baird unió en un mismo aparato el disco de Nipkow y una célula fotoeléctrica de selenio capaz de transformar la luz recibida en impulsos eléctricos. Dos años después, con su *Noctovision*, transmitió imágenes en movimiento. Y en 1928, mediante ondas de radio, emitió entre Londres y Nueva York y consiguió la primera transmisión de imágenes a un barco en el medio del Atlántico.

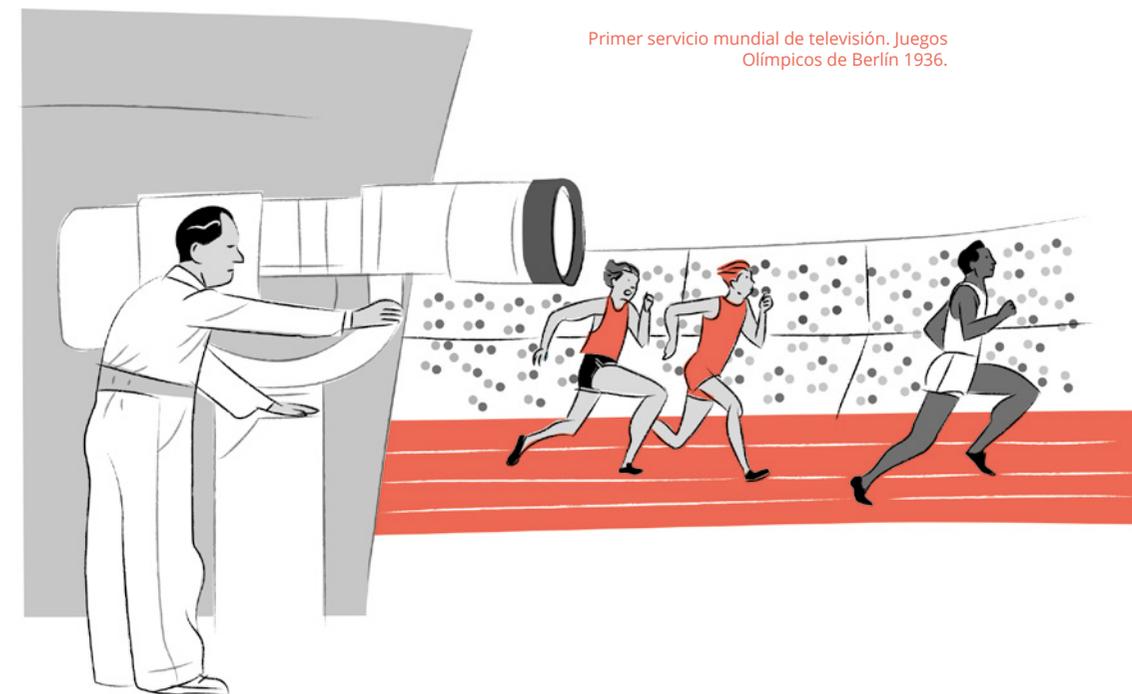
Con la implementación del barrido electrónico, basado en el tubo de Braun, se fue imponiendo la televisión electrónica y se inició la carrera por el servicio regular de televisión. En 1924, Vladimir Zworykin creó el iconoscopio, el primer tubo de imagen para cámara de televisión. **Philo Farnsworth ideó el Disector de Imagen, primera cámara con válvulas de la televisión electrónica que descomponía una imagen en una secuencia lineal convirtiéndola en señales eléctricas.**

Algunos consideran a Farnsworth como el verdadero inventor de la televisión electrónica.

En 1926, Kálmán Tihanyi patentó un sistema de televisión totalmente electrónico, el “*Radioskop*”. Al año siguiente, se hicieron las primeras transmisiones de televisión por línea telefónica entre Nueva York y Washington

DC. En 1931, Manfred von Ardenne mostró al mundo la primera demostración pública de un sistema de televisión, con tubos de rayos catódicos para transmisión y recepción. El primer servicio mundial de televisión electrónicamente escaneada comenzó en Berlín en 1935 y en Alemania se transmitieron en directo los Juegos Olímpicos de Berlín 1936.

Para la exploración de una imagen en movimiento se descompone en fotogramas (cuadros) que son leídos por líneas. Imagen que luego debe recomponerse. Se analizó la forma de percepción de imágenes en movimiento por el ojo humano, para determinar el número de cuadros por segundo y líneas mínimas necesarios.



Primer servicio mundial de televisión. Juegos Olímpicos de Berlín 1936.



En 1940, la CBS realizó en Nueva York la primera transmisión de televisión en color de la historia.

En 1936, la BBC inició un servicio de programación regular de televisión en el Reino Unido y, en 1939, la NBC en EE.UU. En 1940, la CBS realizó en Nueva York la primera transmisión de televisión en color de la historia. El comienzo de la segunda guerra mundial supuso una interrupción de las transmisiones televisivas, que no se reanudaron hasta 1946. En junio falleció Baird, quien estaba trabajando en un nuevo invento, la televisión en color, llegando a finalizar su "telecromo", un aparato capaz de transmitir imágenes en colores.

La televisión volvió a empezar de cero y las firmas de material radiofónico se lanzaron a este nuevo mercado, en el que uno de los principales problemas fue la definición de las imágenes y su normalización. Mientras los Estados Unidos conservaban las 525 líneas, la BBC británica permaneció fiel a sus 405 líneas, y el resto de países europeos se agruparon en 625 líneas, que llegó a alcanzar una especie de consenso mundial.

Hacia fines de los años cuarenta, la televisión electrónica había desplazado por completo a la mecánica. En 1948, sólo Estados Unidos y Gran Bretaña disfrutaban de emisiones regulares de televisión. A finales de la década, se realizaron en todos los países europeos verdaderas campañas de publicidad para popularizar la televi-

sión. En Europa Occidental, las emisiones comenzaron en 1951 en los Países Bajos; en 1953, en Bélgica y Dinamarca; en 1955 en Austria, Luxemburgo y Mónaco, y en 1956, llegó a Suecia y a España. Las emisiones regulares de TVE empezaron, para Madrid, el domingo 28 de octubre de 1956.

Los programas televisivos se emitían en directo sin ningún sistema de almacenaje. Centenares de obras de teatro y novelas, informativos, programas educativos o de entretenimiento únicamente sobreviven en la memoria de aquellos que los hicieron o que los vieron. La aparición del magnetoscopio (vídeo) en 1956 que almacenaba las imágenes electrónicas captadas por las cámaras de televisión solucionó este problema.

Los fundamentos para conseguir la televisión en color ya se habían fijado en los años cuarenta, empezando a dar resultados prácticos, con lo que empezaron a verse las primeras emisiones, aunque con muchas limitaciones hasta que llegó el primer sistema compatible, el NTSC, en 1953.

### La Ventana Global.

**La espectacular implantación de la televisión ha contribuido a que la televisión sea, con diferencia, el electrodoméstico más introducido en todas las casas. Todo ello será consecuencia de la evolución tecnológica de los dispositivos (cámaras, receptores, etc.) y de los medios de transporte de la señal (radio, cable o satélite), que conducirán a un nuevo servicio y cultura social.** La distribución de frecuencias, la normalización, la compatibilidad, el color, la alta definición, las pantallas planas, las imágenes 3D, la TDT (Televisión Digital Terrestre), la interactividad, el plasma, la resolución, las pantallas LCD (pantalla de cristal líquido) y LED (diodo emisor de luz), la televisión en el ordenador personal, la HDTV (televisión de alta definición), la televisión de pago, el cable, el satélite, internet, el móvil, los servicios de valor añadido, etc. se convierten en el lenguaje habitual para técnicos e incluso usuarios.

# 12 *Урал-2* UN CAMBIO COPERNICANO

Procesamiento digital  
de la información

Las necesidades de realizar cálculos son casi tan antiguas como la vida misma, pues como dijera Gordon Childe: “Cuando una sociedad tiene bienes en cantidad superior a la que puede utilizar con carácter inmediato, necesita números”.

A medida que las sociedades han ido evolucionando se han tenido que enfrentar con mayor cantidad de problemas numéricos cada vez más complejos, hasta tal punto que podría establecerse una estrecha correlación entre desarrollo tecnológico y capacidad de cálculo. Las calculadoras mecánicas se desarrollaron y perfeccionaron a lo largo de un periodo que podría situarse entre los años 1623 y 1899.

La máquina tabuladora y las tarjetas perforadas, que utilizaba como soporte de información, fueron desarrolladas, en 1890, por el inventor americano Herman Hollerith para tabular el censo de ese mismo año en Estados Unidos. La auténtica contribución de Hollerith fue la de diseñar un sistema (máquinas interdependientes) capaz de manipular información, a una velocidad cien veces superior a la del ser humano. En el siglo XX, el sistema de Hollerith recibiría el nombre de taller mecanográfico, compuesto por una serie de máquinas: perforadora, traductora, intercaladora, tabuladora y clasificadora.

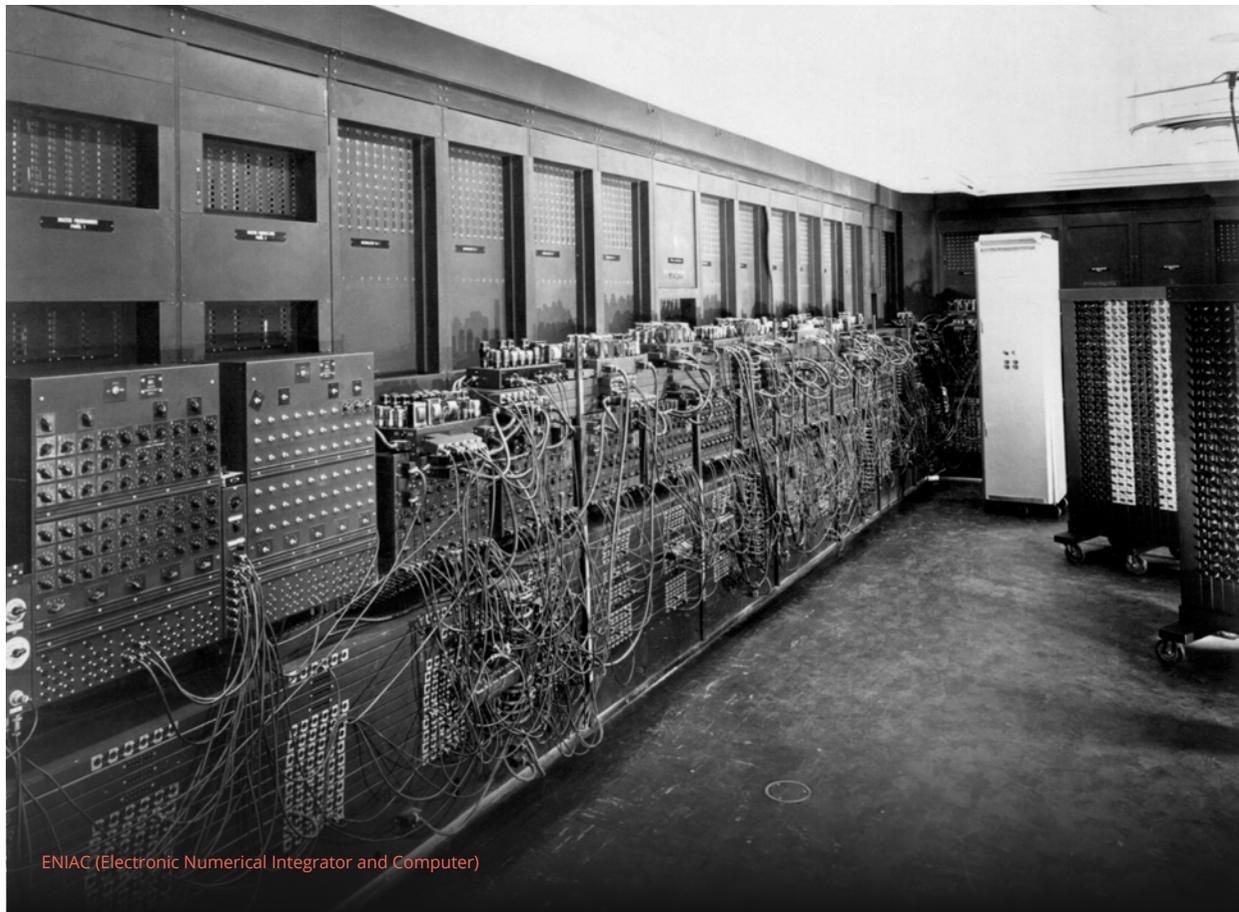
Hasta 1930, las tecnologías habían recorrido caminos paralelos para el cálculo automático, el control de dispositivos, la autorregulación y el registro de la información. A partir de



Herman Hollerith  
inventor del taller  
mecanográfico.

1930, se inició un cambio copernicano, con la convergencia de una serie de desarrollos tecnológicos, que culmina, en 1945, con el desarrollo del ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*), por John Presper Eckert y John William Mauchly y presentado al público, en 1946.

El Ordenador no es, por tanto, una máquina, sino un conjunto de aparatos interconectados que actúan coherentemente para manejar, de forma automática, información codificada ya sea ésta números, texto, imagen o sonido. El sistema es capaz de realizar cálculos, conservar los resultados y saber qué hacer con ellos.



ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)

Aunque se reconozca a esta máquina y a sus creadores como el tatarabuelo de los modernos cacharros de la quinta generación, no hay que olvidar que, en la gestación de los principios básicos en los que descansa el proceso de datos, intervinieron hombres ilustres entre los que cabría destacar: John von Neumann (arquitectura Von Neumann), Howard Aiken (desarrollo de la serie de ordenadores Harvard Mark) y George Stibitz (desarrollo de circuitos digitales lógicos) en los EE.UU.; Douglas Hartree (desarrollo de análisis numérico), Alan Turing (padre de la ciencia de la computación y precursor de la informática moderna) y Maurice Wilkes (diseño del EDSAC, primer ordenador con programa almacenado en memoria) en el Reino Unido.

En 1962, el francés Philippe Dreyfus acuñó el neologismo INFORMATICA (INFORMación + autoMÁTICA). El procesamiento digital de la información está soportado en el desarrollo tecnológico de cuatro columnas básicas: el hardware, los sistemas operativos (*OS, Operating Systems*), los lenguajes de programación y las memorias de almacenamiento externo.

En función de la tecnología empleada, los ordenadores se clasifican en generaciones de acuerdo con la siguiente cronología:

- **Primera generación:** Válvulas (1940-1956)
- **Segunda generación:** Transistores (1956-1963)
- **Tercera generación:** Circuitos integrados (1964-1971)
- **Cuarta generación:** Microprocesadores (1971-1981)
- **Quinta generación** (1982-1993)

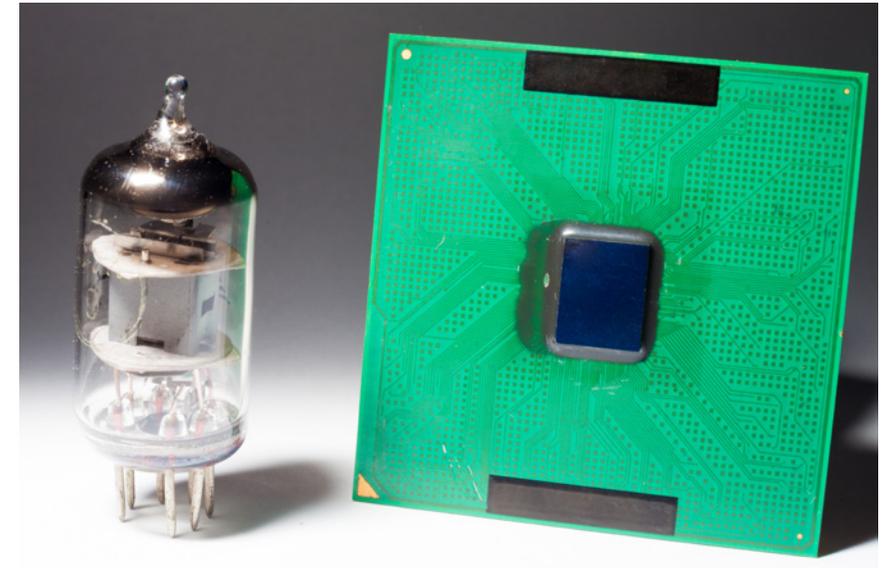
La quinta generación de ordenadores fue un proyecto iniciado y desarrollado en Japón, en el año 1982. El proyecto duró once años, pero se canceló al no alcanzarse los resultados esperados.

Un Sistema Operativo (OS) es un conjunto de programas usados para poder trabajar con los diferentes componentes de un ordenador, convirtiéndose así en la interfaz usuario/ordenador.

Las dos etapas principales en el desarrollo de los OS se producirían en los sesenta, con la aparición de las técnicas de multiprogramación, *time-sharing*, multiproceso y tiempo real, y en los ochenta, con el desarrollo de multitud de OS para ordenadores personales y microprocesadores.

Entre 1842 y 1843, Ada Lovelace se propuso traducir las memorias del matemático italiano Luigi Federico Menabrea y, mientras lo hacía, creó un lenguaje de programación a mano para calcular la serie de números de Bernoulli con la máquina de Babbage. Lady Lovelace está considerada como la pionera de la programación.

Lady Lovelace, primera programadora de la historia.



A la izquierda Tubo de radio de vacío, a la derecha Procesador de computador. (Comparación de componentes, evolución generacional).

Algunos de los lenguajes de programación más importantes, podrían ser: Fortran (1957, John W. Backus), Cobol (1959, Grace Murray Hopper y Bob Bemer), BASIC (1964, John George Kemey), C (1972, Dennis Ritchie), C++ (1979, Bjarne Stroustrup), HTML (1991, Tim Berners-Lee), Visual Basic (1991, Alan Cooper), Java (1995, James Gosling), JavaScript (1995, Brendan Eich), PHP (1995, Rasmus Lerdorf), C# (2001, Anders Hejlsberg), Scratch (2006, Mitchel Resnick) y Go (2009, Robert Griesemer, Rob Pike y Ken Thompson).

En 1977, la revista NOVATICA, en un artículo titulado TELEMATICA, Luis Arroyo "sintetizaba las edades" que llevaron a la confluencia de las telecomunicaciones y la informática: Tabulación de Datos (Prehistoria), Proceso de Datos (Edad Antigua), Informática (Edad Media), Teleinformática o "aunamiento" de las tecnologías de telecomunicaciones e informática (Edad Moderna) y Telemática o nueva tecnología alumbrada por las telecomunicaciones y la informática (Edad Contemporánea).

# 13 DE LA TRANSMISIÓN DE DATOS A LA GALAXIA INTERNET

La convergencia  
multimedia

Cuando los rusos infligen al orgullo tecnológico estadounidense la gran victoria que supuso el lanzamiento y puesta en órbita del primer satélite artificial, el Sputnik (octubre 1957), el presidente Eisenhower acepta de buen grado la creación de la agencia ARPA.

Neil McElroy acuñaría el nombre de ARPA (*Advanced Research Program Agency*), que entraría en funcionamiento, en 1958, bajo la dirección de Roy Johnson. A los seis años de su puesta en marcha, el departamento C&C (*Comand and Control*) pasaría a denominarse IPTO (*Information Processing Techniques Office*), con lo que los programas militares se abandonan para abordar proyectos de investigación sobre *time-sharing*, gráficos y lenguajes. En 1965, Bob Taylor es nombrado director de esta Oficina.

Al entrar por primera vez en su despacho, Taylor descubre una puerta con el cartel de “*Terminal Room*” que le conduce a una pequeña estancia donde están ubicados tres terminales conectados a los ordenadores de otras tantas universidades. Pensando que aquello era como tener en casa varios televisores dedicados cada uno a un canal distinto, decide que debería desarrollarse algún procedimiento para que un único terminal pudiera conectarse a los tres ordenadores mediante un lenguaje y procedimiento de comunicación únicos. Para desarrollar este proyecto nombra a Larry Roberts, que, en 1967, presentó las características técnicas de la red y, unos años más tarde, se convertiría en el padre de ARPANET.

En los primeros compases del desarrollo de este proyecto, Wes Clark propuso dejar a los ordenadores fuera del



Larry Roberts desarrolla los principios fundamentales de la red ARPANET.

flujo de datos y hacer una red con nodos basados en la filosofía IMP (*Interface Message Processor*). La empresa adjudicataria para el desarrollo de los IMP sería BBN (*Bolt Bareneck and Newman*) que, en 1969, entregó los primeros equipos.

Por aquellos años, Paul Baran, a partir de los estudios de supervivencia después de un ataque nuclear, propuso una red redundante, distribuida, con conmutación de paquetes (*packet-switching*) y nodos independientes. El físico inglés Donald Watts Davies publicó un tratado de redes de ordenadores basadas en las técnicas del *packet-switching*, término y concepto aceptados en la red ARPA. En paralelo a estos proyectos, Louis Pouzin estaría desarrollando en Francia la red Cyclades basada en los mismos principios que ARPANET.

A finales de 1969, Leonard Kleinrock envió por primera vez un mensaje a través de ARPANET. Además de esta red, estaban en funcionamiento otras dos redes, pero con conexión vía satélite, ALOHANET y SATNET. Bob Kahn y Vint Cerf se plantearon el concepto de “red de redes” con la intención de interconectar las tres redes existentes. Desarrollaron el protocolo TCP/IP, que fue adoptado por ARPANET en enero de 1983.

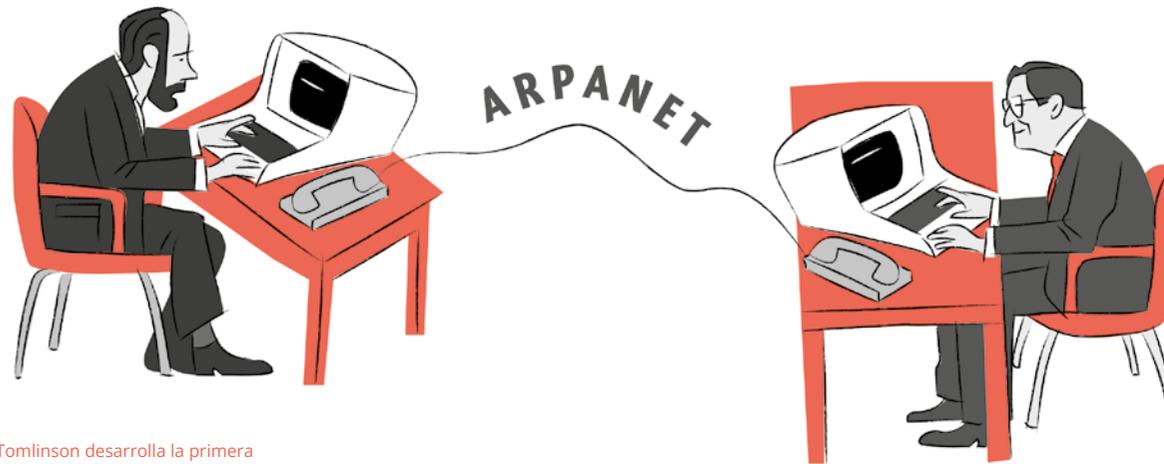
Leonard Kleinrock envía por primera vez un mensaje a través de ARPANET.



En 1990 se crea el primer navegador o programa cliente, denominado World Wide Web (WWW).

La web nació como una herramienta de *groupware* pero pronto se convirtió en el espacio virtual por antonomasia para intercambiar información, discutir, trabajar, comprar, vender y entretenerse. En 1970, Tim Berners-Lee presentó el primer protocolo sirviéndose de sus anteriores creaciones URL, HTML y HTTP, luego, en 1989, desarrolló su primera propuesta de la Web.

A finales de 1990, creó el primer navegador o programa cliente, denominado *World Wide Web (WWW)*, cuya arquitectura revolucionó el desarrollo de aplicaciones.



En 1971 Raymond S. Tomlinson desarrolla la primera aplicación de ARPANET que hizo posible enviar mensajes a usuarios remotos.

En 1971, Raymond S. Tomlinson desarrolló la primera aplicación de ARPANET, combinando los programas SNDMSG de correo entre usuarios locales y CPYNET de transferencia experimental de archivos, que hizo posible enviar mensajes a usuarios remotos. Y eligió el símbolo de arroba, @, que intercaló entre el nombre del usuario y el nombre del host. A finales de 1971, envió el primer mensaje con el nuevo comando.

Los orígenes del empleo de las redes de ordenadores en nuestro país se remontan a noviembre de 1971, cuando en la central Madrid/Velázquez entró en servicio la primera red pública comercial de conmutación de paquetes del mundo. La CTNE se adelantó, al resto de países de Europa, en el despliegue de redes de conmutación de datos pública.

En 1985, en el departamento de Telemática de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación se instaló un equipo para integrarse en el proyecto

Red IRIS, red española para la Interconexión de los Recursos Informáticos de las universidades y centros de investigación. Al cabo de un par de años, este servicio fue asumido por la CTNE.

En 1991, se creó “GOYA Servicios Telemáticos”, primer proveedor de servicios Internet (ISP-Internet Service Provider) que, con la aparición de fuertes competidores, sufriría graves problemas financieros hasta ser absorbida por el grupo Sema, quien más tarde acabaría vendiéndola a UUNET internacional. Tres años después aparecería SERVICOM como segundo proveedor. La trayectoria de esta empresa fue realmente meteórica y en muy poco tiempo llegó a contar con una plantilla de ochenta comerciales

En 1994, se inició la comercialización del primer navegador, Netscape. Microsoft introdujo en su sistema operativo Windows 95 el navegador Internet Explorer, y Sun Microsystems diseñó el lenguaje Java que permite la programación de aplicaciones, las apps.

Y en 1996, Estados Unidos ya realizaba más envíos por correo electrónico que por correo postal.

Google, fundada por Larry Page y Sergey Brin el 4 de septiembre de 1998 es hoy, una de las tres empresas más valiosas del mundo, junto con Apple y Amazon. La búsqueda en la web es su buque insignia, al que acompañan Android, maps, Waze, Photos, Chrome, Gmail, Google One, Play y Youtube.

“La historia de Internet nos enseña el enorme potencial que tiene interconectar la inteligencia humana de forma abierta”. Andreu Veà, Presidente de la *Internet Society* (ISOC-ES).

# 14 DE NUEVO LA LUZ

Fibra óptica, láseres y  
energía fotovoltaica

Volviendo a los principios de las telecomunicaciones, se puede recordar que fueron los medios ópticos los primeros en ser utilizados.

El progresivo avance en las Tecnologías de la Información y Comunicación, con las nuevas aplicaciones y servicios sin limitaciones por la distancia, requería de una mejora paralela en la velocidad y capacidad de los medios para la transmisión de la información. **A mediados del siglo XX, algunos investigadores y científicos se centraron en un nuevo desafío, utilizar la luz como un posible medio de transporte.**

Dos complejos desarrollos tuvieron que confluír para hacer realidad las comunicaciones ópticas. El primero fue encontrar la fuente generadora del haz de luz que posteriormente sería transportado. Y el segundo, lógicamente, lograr el medio que transporte la luz desde su origen a su destino, al igual que el hilo conductor lo hace con la electricidad.

La luz fue objeto de muchos estudios. En el siglo XIX, John Tyndall experimentó sobre la dispersión de los rayos de luz mediante suspensiones coloidales (Efecto Tyndall). En 1905, Albert Einstein publicó una descripción sobre la composición de la luz y la explicación para el efecto fotoeléctrico. En 1953, Charles Townes y su equipo describieron el proceso productor de un haz coherente de microondas, origen del MASER (*Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). Y con esta base, en 1960, Theodore Maiman desarrolló el LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) de rubí rosa de estado sólido, que emitió la primera luz coherente.

En 1952, Narinder Kapany descubrió la fibra óptica. Cristales de sílice de tamaño capilar, por los que circulan los rayos de luz, modulados con la información que se quiere transmitir. Al año siguiente, Kapany y Harold Hopkins transmitieron imágenes con buena calidad a través de un haz de fibras ópticas. Sin embargo, la aplicación que se le dio fue limitada a la transmisión de imágenes. En 1960, Kapany definió el término "Fibra Óptica". En 1965, investigadores de la Universidad de Michigan fabricaron la primera fibra óptica semiflexible que se usaría para realizar una endoscopia con un dispositivo óptico.

En los años sesenta la demanda sobre las redes telefónicas obligaba a las empresas y sus técnicos a buscar formas de aumentar la capacidad de los sistemas. Sir Charles K. Kao razonaba que la solución podría encontrarse subiendo el espectro hasta las frecuencias ópticas. Esto suponía sustituir el cobre por el vidrio como el adecuado portador para el incesante tráfico de las telecomunicaciones. El reto radicaba en encontrar la adecuada fuente de luz, ya que los láseres ópticos estaban en su infancia.

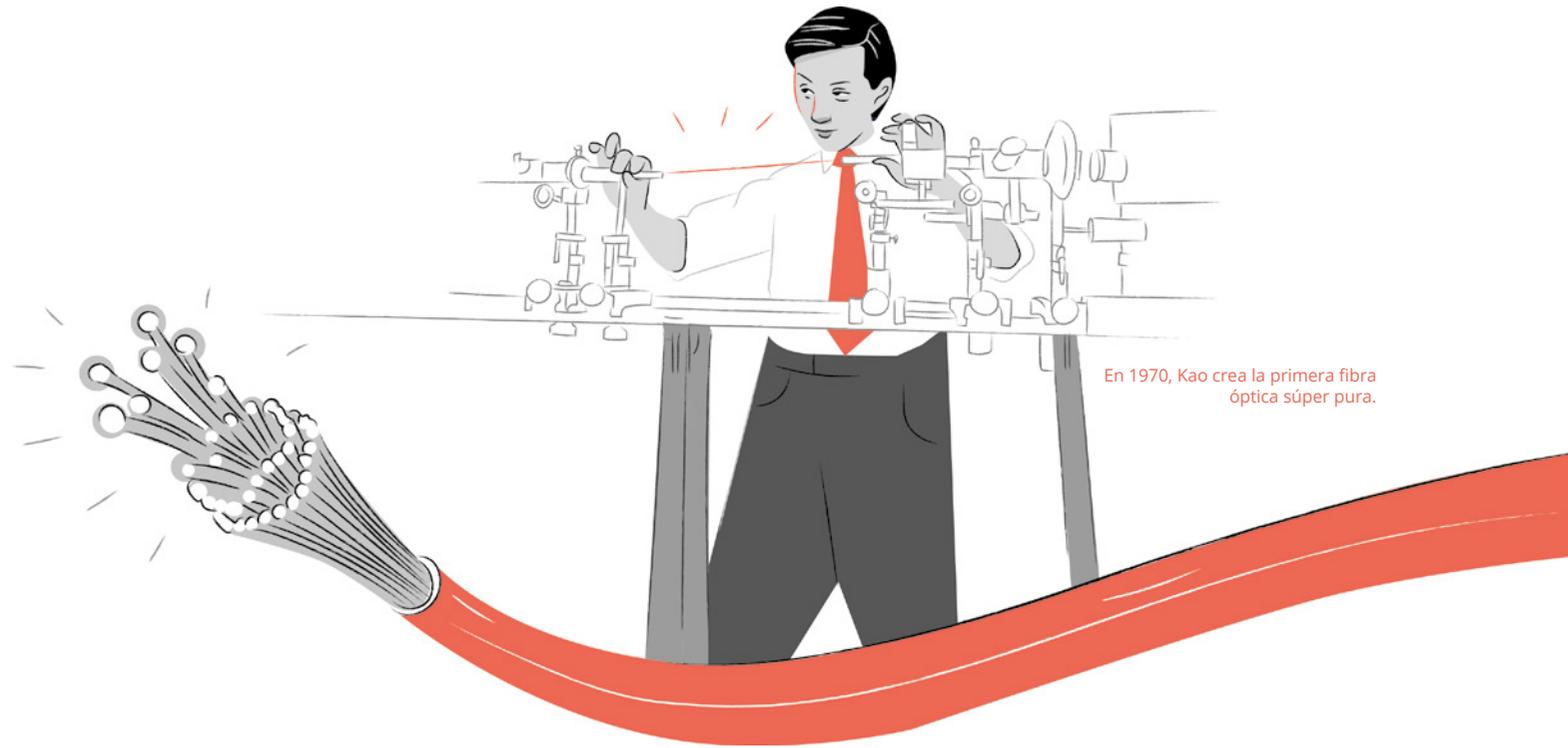
Inicialmente se decía que la luz se dispersaría y perdería intensidad antes de que pudiera viajar lo suficientemente lejos como para convertirse en un canal práctico de telecomunicaciones. Kao y George Hockham, el teórico del equipo, pensaron de otra manera y se pusieron a trabajar en la idea.

En julio de 1966, publicaron su primer artículo, “Guías de ondas de superficie de fibra dieléctrica para frecuencias ópticas”. Una fecha que ahora se considera el nacimiento de la comunicación por fibra óptica.

Para confinar la luz en el núcleo de la fibra idearon revestirlo con una vaina de vidrio con un índice de refracción más bajo. Además, solucionaron, entre otros, el problema que generaba la luz al doblar las esquinas.

Kao desarrolló las especificaciones para las fuentes de luz y aparecieron los primeros láseres semiconductores. En 1966, se logró que, a través de la fibra de vidrio, se transmitiesen señales de un láser a 100 km de distancia. Otra tarea que tuvo fue persuadir a la industria de las telecomunicaciones de que su idea no era descabellada y asegurarse de que las fibras pudieran fabricarse en cantidades industriales. **En 1970, Kao creó la primera fibra óptica súper pura.**

En 1970, la empresa Corning Glass demostró que una guía de onda de sílice fundido tenía unas pérdidas de so-



En 1970, Kao crea la primera fibra óptica súper pura.

lamente 17 db/km y pudo fabricar bobinas de 100 m, con lo que la producción industrial estaba asegurada. Su entusiasmo inspiró a otros científicos, lo que desembocó en la creación de la primera fibra óptica súper pura.

A Kao se le considera como “padrino de la banda ancha y padre de las comunicaciones por fibra óptica”. Hubo quien instó a Kao a guardar secreto sobre sus ideas, pero dijo “No, no llegaré a ninguna parte a menos que involucremos a más personas”. Se ha llegado a decir que el descubrimiento de Kao fue tan importante como el de Marconi.

El invento del amplificador óptico por Desurvire y Payne en 1980, abrió el camino para la utilización de las fibras ópticas en las infraestructuras de telecomunicaciones.

En el año 2000, Narinder Kapany fundó la compañía K2 Optronics, una start-up emergente en la industria de las comunicaciones de fibra óptica. Hoy día, las redes de fibra óptica se extienden en millones de kilómetros por el mundo, enlazando por tierra, mar y aire, a las personas, los medios y los sistemas.

En el siglo XVIII, Georges-Louis Leclerc desarrolló un sistema de espejos para concentrar la luz solar y Antoine Lavoisier creó un horno solar. En 1838, Alexandre Bequerel descubrió el efecto fotovoltaico. En 1868, Augustin Mouchot se convirtió en pionero de los sensores solares y apuntó que el Sol sería la energía del futuro.

**En 1911, se creó en EE.UU. la primera planta solar para generar energía. Los Bell Labs, en 1954, desarrollaron la primera célula solar utilizando el silicio.**

Como consecuencia de la guerra árabe-israelí de los años setenta, los países dependientes del petróleo decidieron diversificar las fuentes de energía, entre ellas la solar. El presidente Jimmy Carter hizo que paneles solares fueran instalados en el techo de la Casa Blanca. La era espacial es usuaria de los paneles solares como fuente de energía, siendo en 1958 el satélite *Vanguard I* el pionero.

Como siempre, serán los científicos e investigadores quienes seguirán tomando la palabra, al igual que con la luz y la energía del Sol, para desarrollar sistemas y aplicaciones que involucren a otros componentes del universo, en el avance de las Tecnologías de la Información y Comunicación. De nuevo la luz.



En 1954, desarrollaron la primera célula solar utilizando el silicio.

# 15

## MOBILIS IN MOBILE

Comunicaciones  
móviles digitales



Los primeros intentos conocidos de transmitir la energía eléctrica por el espacio se deben a S. Gray y Dufay durante la primera mitad del siglo XVIII. Pocos años más tarde, también lo intentaron Franklin y Watson, aunque, como puede suponerse, no obtuvieron ningún éxito.

También es notable el intento, en diciembre de 1795, del barcelonés Francisco Salvá, que intentó transmitir señales entre la costa de Alicante y de la isla de Mallorca aprovechando las propiedades conductoras del agua del mar.

La utilización de la radio para la movilidad en la comunicación es una idea que surgió con los primeros experimentos de transmisión a larga distancia del italiano Guillermo Marconi. A comienzos del siglo XX logró con éxito transmitir señales telegráficas instalando los primeros sistemas de “radio móvil” sobre vehículos con apariencia de tranvías.

La gran ventaja de las redes por radio es la movilidad: Los usuarios pueden conectarse desde cualquier lugar en los que tengan cobertura y moverse libremente por toda el área, mientras mantienen una conversación o una comunicación de datos. No en vano, el lema del submarino Nautilus del capitán Nemo, en la famosa novela de Julio Verne escrita en 1880, “20 mil leguas de viaje submarino”, fue, nada más y nada menos, *Mobilis in mobile*. Por primera vez se utilizó el concepto de movilidad, justo cuando había nacido Bell Telephone Company.

El primer servicio de telefonía móvil (en forma de mensajes de aviso) fue utilizado por la policía de Detroit en los años veinte y treinta del siglo pasado.



Los primeros aparatos de telefonía móvil nacieron de la mano de Ericsson, por su enorme consumo, peso y tamaño sólo se podían instalar en vehículos.

**En Europa el sistema pionero de telefonía móvil nació en los años cuarenta en la ciudad de Estocolmo, de la mano de Ericsson, con aparatos que por su enorme consumo, peso y tamaño sólo se podían instalar en vehículos.**

Por lo que respecta al primer sistema público de telefonía móvil semiautomática, esto es, que cualquier persona con suficiente dinero pudiera contratar, empezó a funcionar en San Luis (Missouri-EE.UU.), en 1945. El equipo, debido a su gran tamaño, se instalaba en el maletero del vehículo y el auricular, el disco para marcar y el microteléfono en su interior.

La evolución fue rápida, AT&T obtuvo, en 1946, la aprobación de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) para operar el primer servicio de telefonía móvil para coches. En el año 1947, los laboratorios Bell presentaron el concepto “celular”, que permitiría la reutilización de las frecuencias, a través de numerosas estaciones base de baja potencia, donde cada una de las cuales proporcionaría servicio a una pequeña zona de cobertura denominada célula. Ello permitiría el uso masivo del invento; aunque tardaría treinta años en desarrollarse, al faltar la técnica para el paso de célula a célula, lo que se conoce como traspaso, o “handover” en inglés.

*Televerket*, la operadora responsable de las telecomunicaciones en Suecia, instaló un sistema de prueba que entró en servicio, en 1956. A mediados de los años sesenta, se puso en funcionamiento un sistema que incluía el encaminamiento automático de llamadas y la marcación directa.

**En 1970, la FCC reservó, por fin, frecuencias para la tecnología celular y en 1977 autorizó dos sistemas. El 13 de octubre de 1983, el sistema de Chicago entró en servicio; sin embargo, no fue la primera red móvil del mundo.**

**Martin Cooper desarrolló en Motorola el primer prototipo de teléfono móvil**, llegando a confesar que fue viendo al Capitán Kirk usar su comunicador en la serie *Star Trek* lo que le inspiró el desarrollo del aparato. En 1970, los laboratorios Bell empezaron a trabajar en los “sistemas celulares”. El 3 de abril de 1973, Martin Cooper, estando en la calle, tuvo que hacer una llamada y al activar su terminal prototipo *DynaTAC* se conectó a la estación base instalada en la terraza de un edificio. Cooper, considerado el padre del teléfono celular, marcó el número de su rival, Joel Engel, el responsable del departamento de investigación de Bell Labs, quienes paradójicamente habían presentado una patente el año anterior.

En los países escandinavos surgió el concepto NMT (*Nordiska Mobile Telephongruppen*). Los problemas técnicos que hasta el momento producían gran congestión (*roaming* y conmutación) fueron resueltos y, en 1981, el servicio se inauguró en Suecia.

**Curiosamente, el honor de haber puesto en marcha la primera red móvil celular corresponde a Arabia Saudita, que inició su andadura en septiembre de 1981 con tecnología NMT suministrada por Ericsson**, en la banda de frecuencia de 450 MHz. En 1983, se empezó a utilizar en Estados Unidos el AMPS (*Advanced Mobile Phone System*)



Martin Cooper desarrolla el primer prototipo de teléfono móvil.

pionero entre los sistemas celulares analógicos mundiales, Poco más tarde surgía el TACS (*Total Access Communication System*) para uso en Europa, y en 1992 se empezó a implantar el primer sistema digital, el GSM (*Global System for Mobiles*).

El gran auge de estas redes sucedió a partir de la década de los ochenta, motivado por los terminales y los servicios prestados. El abaratamiento de los terminales y su mejora tecnológica se ha traducido en más prestaciones, mayor autonomía, pantallas de gran resolución y un menor tamaño, oferta de voz, texto y datos, y la realidad de la banda ancha móvil. La mejora de los servicios, como las modalidades de prepago o contrato, la portabilidad para cambiar de operador, la disponibilidad de cobertura en prácticamente cualquier lugar, la estandarización, la "itinerancia" (*roaming*) internacional y facilidad de uso, etc. Por no hablar de los smartphones o teléfonos inteligentes, tan extendidos y con tantas prestaciones y altas capacidades, que se hacen algo imprescindible para todos y todo en la vida cotidiana.

La evolución acelerada de las distintas tecnologías que soportan la telefonía móvil es impresionante. Ello se traduce



Evolución del primer teléfono móvil del pasado al presente.

en que los operadores necesitan amortizar las inversiones realizadas en una tecnología antes de desplegar otra y los usuarios disponen de una oferta tan amplia en el mercado que les es difícil decidirse por una o por otra.

No es fácil imaginar para el usuario habitual actual que, hace apenas 30 años, los dispositivos móviles eran algo soñado por unos pocos ingenieros y que el primer teléfono móvil del mundo (DynaTAC 8000x) fue realidad en 1983. Baste pensar en el imparable despliegue comercial de sistemas, que han convivido o lo siguen haciendo, 2G (GSM), 3G (UMTS y CDMA), 4G (LTE), 5G y la 6G que ya se anuncia.

# 16

# MINERÍA DE DATOS

Tratamiento y análisis de la información



Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), a lo largo de la historia, han sido un referente importante en la evolución de la sociedad en sus aspectos económicos y sociales.

Los desarrollos tecnológicos: comunicaciones fijas y móviles, medios utilizados (radio, cables, satélites, fibra óptica...), televisión, video, internet, sistemas (analógicos y digitales), etc. han ido brindando soluciones y oportunidades para el avance de un mundo cada vez más global.

El Tratamiento de los Datos y el Análisis de la Información son hoy día procesos inseparables y vitales para el desarrollo de las actividades humanas, en lo político, económico, empresarial, cultural y social. Servicios de información, de mensajería, transaccionales, de gestión, de comunicación, etc. En 1997, la reunión anual de Davos bajo el lema “*Building the Network Society*”, daría origen al lanzamiento de “*Network Society Map*”, mostrando la conectividad de cada parte del globo.

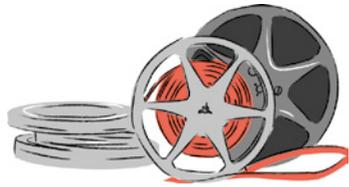
“Datos” es un término que se refiere a hechos, eventos, transacciones, etc., que han sido registrados. “Información” hace referencia a los datos que han sido “procesados” y comunicados de tal manera que pueden ser entendidos e interpretados por el receptor de los mismos.

**datos >>> entrada >>> procesamiento >>> salida >>> información**

Este es el esquema del tratamiento de la información que se ha venido utilizando desde el invento de las tarjetas perforadas de Hollerith, y lo que ha ido evolucionando en el tiempo han sido los soportes en los que se ha ido almacenando la



El Tratamiento de los Datos y el Análisis de la Información son hoy día procesos inseparables y vitales.



Las cintas magnéticas se convirtieron en el primer soporte electrónico de la información.

información, buscando siempre volumen reducido y gran velocidad de entrada/salida (E/S), con lo que pudo hacerse frente al incremento exponencial de la cantidad de información procesada en los CPD (Centros de Proceso de Datos), o en su día en los Talleres Mecanográficos.

En los años cincuenta, las cintas magnéticas se convirtieron en el primer soporte electrónico de la información, que debía procesarse de forma secuencial. Reducido volumen, elevada capacidad de almacenamiento y gran velocidad de E/S. En esta época se introdujo el concepto de procesamiento por lotes (*batch processing*), donde los programas se ejecutan sin la intervención del operador de consola.

En la década de los sesenta, la aparición de los discos magnéticos, como almacenamiento de acceso aleatorio, supuso un cambio radical en el procesamiento de la información que dio lugar al nacimiento de las bases de datos (*Data Base-DB*), sistema que permite almacenar la información de forma organizada, estableciendo diferentes relaciones entre los datos para formar un todo coherente.

Uno de los principales logros de aquella época fue la creación del sistema SABRE (*Semi Automatic Business Research Environment*), desarrollado por IBM, con objeto de crear un sistema automático de reserva de plazas para la compañía aérea American Airlines.

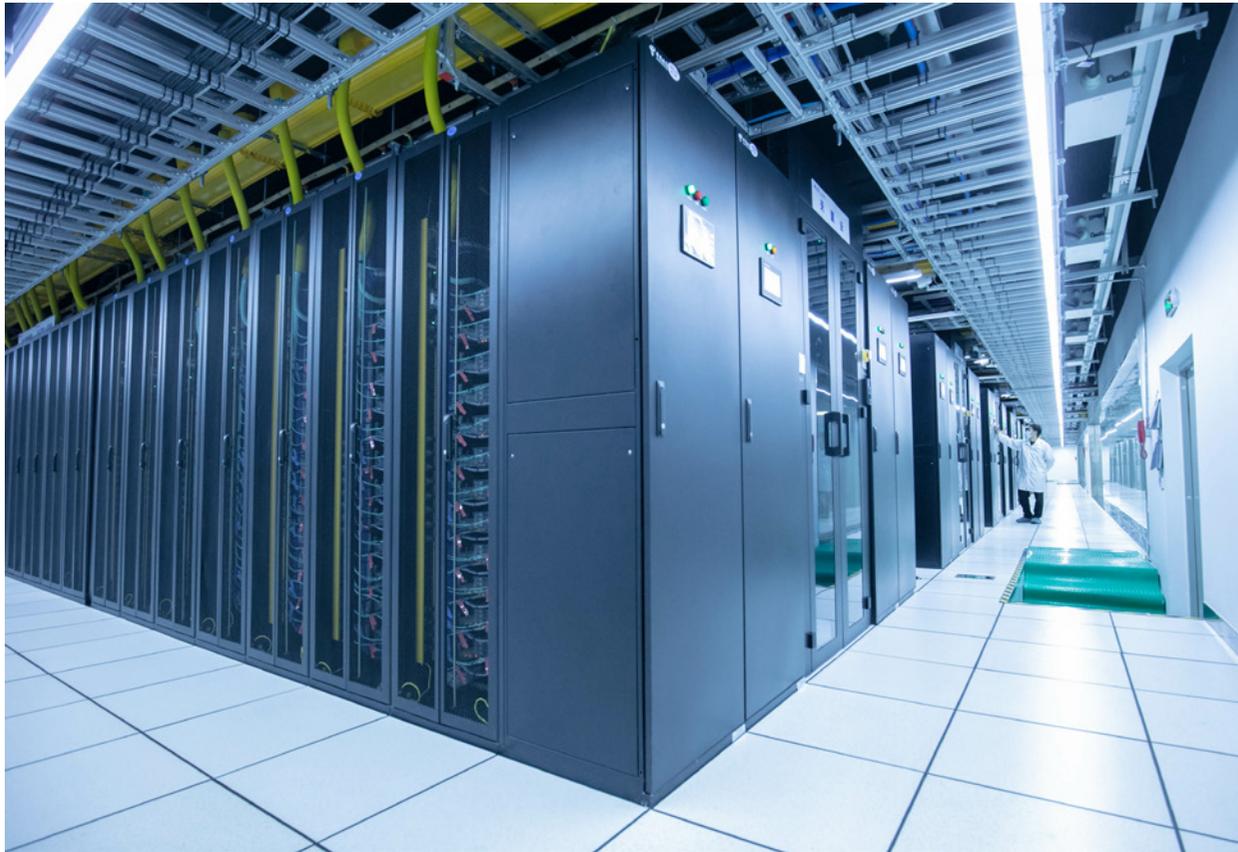
En el año 1970, Edgar Frank Codd definió los principios de las bases de datos relacionales como un tipo de DB que almacena y proporciona acceso a puntos de datos relacionados entre sí, mediante una forma intuitiva y directa de



La aparición de los discos magnéticos, como almacenamiento de acceso aleatorio, supuso un cambio radical en el procesamiento de la información.

representar datos en tablas. A partir de las aportaciones de Codd, el multimillonario Larry Ellison desarrolló la base de datos Oracle. El primer sistema de gestión de bases de datos (DBMS, *Data Base Management System*) fue diseñado por Charles Bachman, cuando este trabajaba para General Electric, y se le aplicó el nombre de IDS (*Integrated Data Store*). El sistema de DB jerárquica establecido por Bachman fue de capital importancia para todos los desarrollos posteriores de DBMS.

El “*Big Data*” consiste en el análisis de un gran volumen de datos. Para recolectar, tratar y analizar esa ingente cantidad de datos se necesitan herramientas de proceso muy potentes. Este término comenzó a utilizarse en los



El primer sistema de gestión de bases de datos (DBMS, Data Base Management System) fue diseñado por Charles Bachman, cuando este trabajaba para General Electric.

años noventa y el boom llegó con los avances experimentados en campos como Internet, dispositivos móviles y modos de comunicación avanzados.

Con el nacimiento de Internet, a finales de los noventa, se produjo la gran revolución en la recolección, almacenamiento y análisis de los datos. La web permite establecer un sistema de red con interconexiones a nivel mundial accesible para todos y desde cualquier lugar.

En 1865, había aparecido por primera vez el término “*Business Intelligence*” en la enciclopedia comercial de Miller Devens, donde se explica cómo un banquero consigue una gran ventaja competitiva recogiendo, estructurando y analizando datos clave de su actividad. En 1958, el informático alemán Hans Peter Luhn definió la inteligencia de negocio como la habilidad de percibir las interrelaciones de los hechos recogidos para guiar acciones hacia un objetivo deseado. A principios de este siglo Doug Laney, de la consultora Gartner, definió las “tres V” del Big Data, volumen, variedad y velocidad.

La Minería de Datos es un campo de la estadística y las ciencias de la computación referida al proceso que intenta descubrir patrones en grandes volúmenes de conjuntos de datos. Utiliza los métodos de inteligencia artificial, aprendizaje automático, estadística y sistemas de bases de datos.

El “*Data Mining*” o Minería de Datos, es un conjunto de técnicas que se utilizan para explorar grandes cantidades de datos (*Big Data*). Encontrando patrones en los datos, el *Data Mining* nos puede ayudar a optimizar la toma de decisiones y la estrategia empresarial (*Business Intelligence*). La minería de datos es una de las técnicas que emplea el *Business Intelligence* para transformar los datos en conocimiento. Según Forrester “Todas las empresas son ahora negocios de datos”. Cada vez más empresas intentarán impulsar el valor de sus datos.

# 17

## ¿SUEÑAN LOS ANDROIDES CON OVEJAS ELÉCTRICAS?



Aplicaciones del  
tratamiento y análisis  
de la información

En 1981, la compañía IBM presentaba su Ordenador Personal (PC), lo que supuso toda una novedad y una revolución en el mundo de la informática, pero este no fue el primer desarrollo ni el único para el tratamiento de la información.

Diez años antes, en 1971, los Laboratorios Wang ya habían lanzado su primer procesador de textos, el Wang 1200, que era una reminiscencia de una máquina de escribir, al que siguió el Wang 1200 WPS, todo un éxito al igual que su sucesor, el Wang OIS de 1977 (Sistema de Información de Oficina). Mientras que el Wang fue el primer procesador de textos, el programa WordStar, por primera vez en 1978, fue, junto con WordPerfect, el que hizo que los programas de procesamiento de texto se popularizaran entre los usuarios que disponían de un PC compatible. Más tarde vino Excel, PowerPoint, Access, etc. y todo un sinfín de aplicaciones para el tratamiento y análisis de la información disponibles en nuestros ordenadores, tabletas y smartphones.

En esas décadas también surgió el Teletexto para el envío y recepción de mensajes de texto de una manera muy similar al servicio Télex de Telégrafos. La tecnología era más moderna y usaba la red de datos pública, pero su uso no se extendió fuera de los entornos de oficina. La principal limitación del servicio es que necesitaba terminales ad hoc, que eran máquinas de escribir electrónicas de un precio elevado para cualquier usuario particular. Por otra parte, el teletexto, que aún sigue presente en nuestros televisores, funciona en modo difusión, no hay interacción entre el usuario y el emisor, pero se puede elegir, entre los titulares, aquel al que queremos acceder.

También apareció el Videotex, nacido en Reino Unido en los años setenta, mientras que en España, desde los ochenta se podía acceder al servicio interactivo telemático videotex por medio de una línea telefónica RTC o RDSI, mediante un terminal específico, televisor, o un PC con una tarjeta adaptadora. Un software de emulación, a través de un módem, comenzó a ser prestado por Telefónica, a partir del año 1986 con el nombre comercial de Ibertex, Su interfaz era parecida a la del

teletexto pero con más colores, aunque su tecnología y los servicios que ofrecía estaban más relacionados con lo que luego sería internet. El servicio estuvo disponible hasta que desapareció, reemplazado por InfoVía en 1995, el sucesor de Ibertex tras la llegada de Internet. En Francia en junio de 2012, tras 35 años, el servicio Minitel francés, similar a nuestro videotex, llegó a su fin.

Para el usuario, InfoVía tenía la ventaja de que marcando el número «055» podía conectarse a su proveedor con un coste de llamada local, con independencia del lugar desde el que lo hiciera. Los proveedores, a su vez, podían tener clientes en cualquier punto de España sin necesidad de instalar bancos de módems, caros y complejos de mantener. Fue con el cambio de siglo cuando Telefónica presentó el ADSL en España.

También llegaron a ser muy populares en España, en la década de los ochenta y los noventa del siglo XX, los BBS o Boletines de Noticias/Tablones de Anuncios, basados en texto. Fueron muchas personas aficionadas a la informática quienes experimentaron, a finales de los setenta, con las comunicaciones entre ordenadores. Las primeras iniciativas se orientaron al intercambio de datos usando módems a través de líneas telefónicas.



Datáfono, o terminal telefónico para transmisión de datos y voz.

El Audiotex comenzó su andadura en España en 1988 a partir de la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT). Durante los primeros años este sistema comenzó a evolucionar, pero no fue hasta el año 1992 cuando se implantó definitivamente gracias a Telefónica. La empresa permitió la mejora de la comunicación entre los usuarios vía teléfono y con ello una facturación que pasó de los 1000 millones de pesetas de la época, superando a sus principales competidores.

Hay otro servicio de esa época que alcanzó una gran difusión y aún hoy sigue siendo muy popular, aunque la tecnología haya evolucionado. Se trata

del Datáfono, o terminal telefónico para transmisión de datos y voz. En origen, era un terminal con múltiples funciones pensado para pequeños comercios y empresas y hoy es el medio de pago electrónico por excelencia, utilizando tarjetas de crédito o el móvil.

Con la popularización de internet, el uso del correo electrónico, hasta entonces utilizado solo por grandes empresas y corporaciones, alcanzó a todos los públicos. El correo electrónico es la transmisión de información privada desde un origen definido a un destino también definido. Hoy, todos somos poseedores de una o más cuentas de correo electrónico (*e-mail*) muchas de carácter gratuito y gran capacidad, como Gmail.

Y no podemos olvidarnos del servicio Fax, presentado y patentado en 1964 por Xerox Corporation, adoptado a fines de 1970 por muchas empresas de todo el mundo (pero sobre todo en Japón), para enviar todo tipo de documentos, con texto y/o imágenes, de manera rápida, de un lugar a otro del mundo haciendo uso de la red telefónica conmutada. Durante décadas ha sido un dispositivo esencial en las



Servicio Fax, presentado y patentado en 1964 por Xerox Corporation.

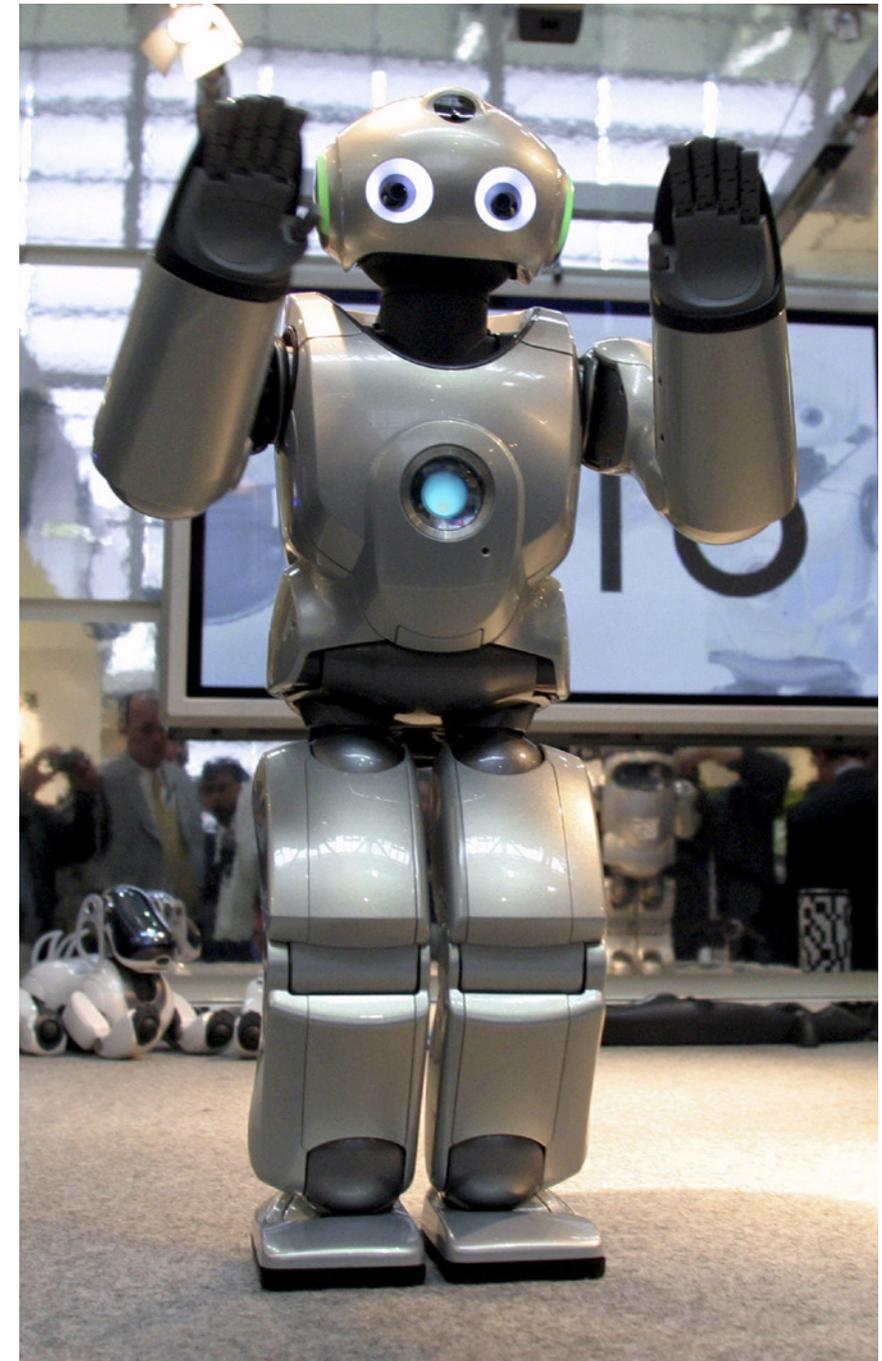
empresas, pero con el uso de internet su utilidad ha quedado en desventaja. Actualmente existe la opción de utilizar el Fax virtual, un servicio que permite enviar y recibir faxes a través de internet sin necesidad de utilizar la “máquina de fax”.

EDI, las siglas en inglés para intercambio electrónico de datos, es la comunicación entre compañías de documentos empresariales en un formato estándar. La definición simple de EDI es un formato electrónico estándar que sustituye a los documentos basados en papel, como pedidos de compra, albaranes o facturas. Al automatizar transacciones basadas en papel, las organizaciones pueden ahorrar tiempo y eliminar errores costosos causados por el procesamiento manual. EFT (*Electronic Funds Transfer*) y EFTPOS (*Electronic Funds Transfer at Point Of Sale*) para transacciones dinerarias, CRS (*Common Reporting Standard*), un sistema de intercambio automático de información tributaria entre los países adheridos, etc., son otros de los sistemas comunes para intercambio de datos. A todo ello añadamos las capacidades de gestión: *Outsourcing*, *Facilities Management*, etc. y las enormes posibilidades que ofrecen las redes sociales (Facebook, LinkedIn, Instagram, TikTok, X (Twitter), Youtube, etc.) y las aplicaciones multimedia (imágenes, texto, animación, audio, video) que, gracias a la nube (*cloud*) se extienden por todos los ámbitos.

Y no nos podemos olvidar de los androides. En 2003, Toshitada Doi, trabajando para Sony, creó QRIO, un robot humanoide, bípedo, con capacidad de diálogo por voz, y propuso una nueva disciplina: la “dinámica de inteligencia”, integrando la inteligencia artificial y la ciencia del cerebro.

En 2010, ya había nanobots, capaces de realizar tareas complejas a una escala microscópica. La evolución de la robótica, desde entonces, combinada con la Inteligencia artificial, ha sido imparable.

Robot humanoide “QRIO”,  
creado por Toshitada Doi en  
la compañía Sony.



# 18 UNA HISTORIA INTERMINABLE

La transformación digital

En el mundo en qué vivimos la mayoría de los fenómenos son analógicos y, como tales, la humanidad los ha asumido y tratado desde siempre; por ejemplo el sonido (la voz), como medio de comunicación que todos los seres utilizan de una u otra forma.

Y así, todos los medios eléctricos; telégrafo, teléfono, radio, televisión, etc., han sido analógicos, manejando señales variables en el tiempo de manera continua, desde su invención hasta la segunda mitad del siglo XX, cuando gracias al proceso de digitalización todo ha cambiado gracias a nuevas técnicas que lo han hecho posible.

Para este cambio, de lo analógico a lo digital, hay que tener en cuenta varios hechos: por una parte, quizá el más importante, la transformación de una señal analógica en digital (señal que sólo puede tomar valores discretos, con dos variantes “0” y “1”) y, por otra, la aparición una nueva electrónica digital constituida por transistores, que trabaja en base al álgebra de Boole, de los ordenadores y de la informática (*software*) para el tratamiento de estas nuevas señales. Los ordenadores (y los otros dispositivos digitales) únicamente pueden manipular números; trabajan con dos valores: unos (1) y ceros (0), lo que se conoce como código binario, pero mediante combinaciones de unos y ceros se puede representar cualquier cosa: otros números, letras, palabras, sonidos, colores, imágenes, fotografías, videos, etc.

Existen varios métodos para la digitalización de las señales analógicas, siendo el más extendido el de la Modulación por Impulsos Codificados, conocido como MIC en español o como PCM (*Pulse Code Modulation*) en inglés. Este sistema, que no es el único, por ejemplo, digitaliza la señal telefónica y la transmite por la línea junto con el resto de señales, utilizando una técnica de multiplexación por división en el tiempo (TDM), que conlleva un proceso de muestreo, cuantificación y codificación.



Alec Harley Reeves y Edmond Maurice patentaron el sistema de cifricación SIGSALY, utilizado en la II Guerra Mundial.

El ingeniero británico Alec Harley Reeves y el francés Edmond Maurice Deloraine concibieron el uso de la técnica MIC para las comunicaciones de voz, en 1937, mientras trabajaban para la empresa International Standard Electric Corp. Ambos solicitaron una patente en Francia y en EE. UU., en 1938, que se les otorgó en 1941. La primera transmisión de voz por técnicas digitales hizo uso del sistema de codificación y cifrado SIGSALY (*X-System*), utilizado para comunicaciones de alto nivel de los aliados durante la II Guerra Mundial, en 1943. Ese año, los investigadores de Bell Labs que lo habían diseñado se dieron cuenta de que el uso de MIC había sido ya propuesto por Reeves. Pero las técnicas de digitalización de la voz desarrolladas por él, en 1937, no encontraron aplicación práctica civil hasta 1962, año en el que se instaló el primer sistema de transmisión digital, llamado "T1".

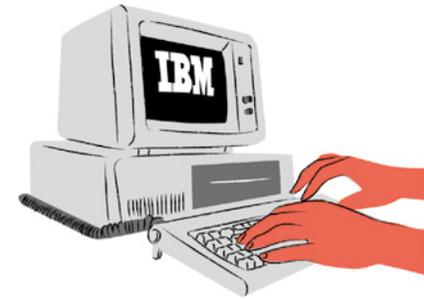
Pocos años más tarde, en 1948, los científicos William Shockley, John Bardeen, y Walter Brattain, trabajando para los laboratorios Bell, buscaban un reemplazo para las válvulas de vacío. Tras el éxito, el 1 de julio de 1948, el primer transistor en la historia se da a conocer. El nombre "transistor" fue asignado por sus inventores, como abreviación de "transit resistor" y muchos lo califican como la invención más importante del siglo XX. Sin el transistor, la aparición de las nuevas generaciones de ordenadores no hubiese sido posible, ni la digitalización hubiera alcanzado a todo y a todos.

También en Estados Unidos, John P. Eckert y John W. Mauchly construyeron durante los años 1943 a 1946, en la Universidad de Pennsylvania, uno de los primeros computadores electrónicos, basado en los trabajos de John Atanasoff, al que llamaron ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*). En agosto de 1981 IBM presentaría el PC (*Personal Computer*) y en enero de 1984 la compañía Apple presentó el Macintosh, que hoy tienen sus rivales en los *smartphones*.

Pero, mientras que a mediados del siglo XX la mayor parte de las aplicaciones utilizaban tecnologías de válvulas o tubos de vacío, la electrónica de semiconductores continuaba su desarrollo. En 1959, dos ingenieros independientes, trabajando para empresas diferentes, desarrollaron los primeros circuitos integrados de la historia. Jack St. Clair Kilby, para Texas Instruments, desarrolló el primer circuito integrado de germanio; por su parte, Robert N. Noyce, que lo hacía para Fairchild Semiconductor, desarrolló el primer circuito integrado de silicio.

A comienzos de la década de 1960, AT&T diseñó el primer MODEM, al que llamó *Dataphone*. Este dispositivo convertía datos en señales acústicas que podían ser transportadas por la red telefónica, y años más tarde, a partir de la década de los ochenta, directamente realizando la transformación de señales eléctricas analógicas a digitales, mediante un proceso de modulación/demodulación.

El módem se ha venido utilizando durante décadas para la transmisión de datos y acceso a Internet por RTC (red telefónica conmutada), hasta que fue desplazado por las modernas redes de fibra óptica FTTH (*Fiber-To-The-Home*).



Primer modelo de ordenador personal (Personal Computer, PC) presentado por IBM en 1981.

En 1971, Intel produjo el 4004 con una sola CPU. Un microprocesador de 4 bits que fue diseñado por el italiano Federico Faggin, un fichaje de Robert Noyce, fundador de Intel en Silicon Valley, entre 1970 y 1971. El nuevo tipo de chip había sido concebido por Ted Hoff, y definido con más precisión por Stanley Mazor y Masatoshi Shima. El 4004 en sí mismo se usó en muy pocas aplicaciones comerciales porque fue superado por diseños de microprocesadores superiores a los pocos meses de su lanzamiento.

A fines de 1972, Northern Telecom diseñó la primera centralita (PBX) digital implementando conmutación digital por división de tiempo (TDM). Ericsson hizo lo propio, con el desarrollo de la MD110, que fue la base del servicio Ibercom (1985), para empresas, ofrecido por Telefónica durante décadas, y que migró al mundo IP (*Internet Protocol*) para integrar voz y datos en el año 2004. En 1976, se inauguró en Chicago la primera central pública con conmutación digital por división de tiempo (TDM). Hoy, toda la red telefónica es digital.

A comienzos de la década de 1980, se sentaron las bases conceptuales para una nueva red telefónica, con tecnología digital hasta los terminales de abonado, un nuevo concepto en telefonía: la RDSI (*Red Digital de Servicios Integrados*), de existencia efímera, pues el ADSL le restó protagonismo y acabó desapareciendo en pocos años.

Conexiones de un modem wifi ADSL.



Pero es ya, a partir de la década de los noventa, cuando se produce la verdadera revolución digital, con la introducción del primer sistema de telefonía móvil digital (2G), el GSM en 1992, y, poco después, el lanzamiento comercial de Internet, haciendo uso del protocolo TCP/IP, en todo el mundo. La 5G ya está aquí, y se habla de la 6G.

Siguiendo con el proceso de transformación digital, éste ha afectado sobremanera al mundo audiovisual y, hoy en día, todos los programas y canciones se producen, almacenan, editan y se emiten en formato digital.

Hace poco más de una década, en España se produjo el paso de la TV analógica a la TDT, tras el apagado analógico en abril de 2010 y, actualmente, las plataformas digitales de contenidos proliferan.

La transformación digital nos permite consumir todo tipo de contenidos multimedia en nuestros dispositivos móviles.

# 19

## SALUD DIGITAL. eHealth



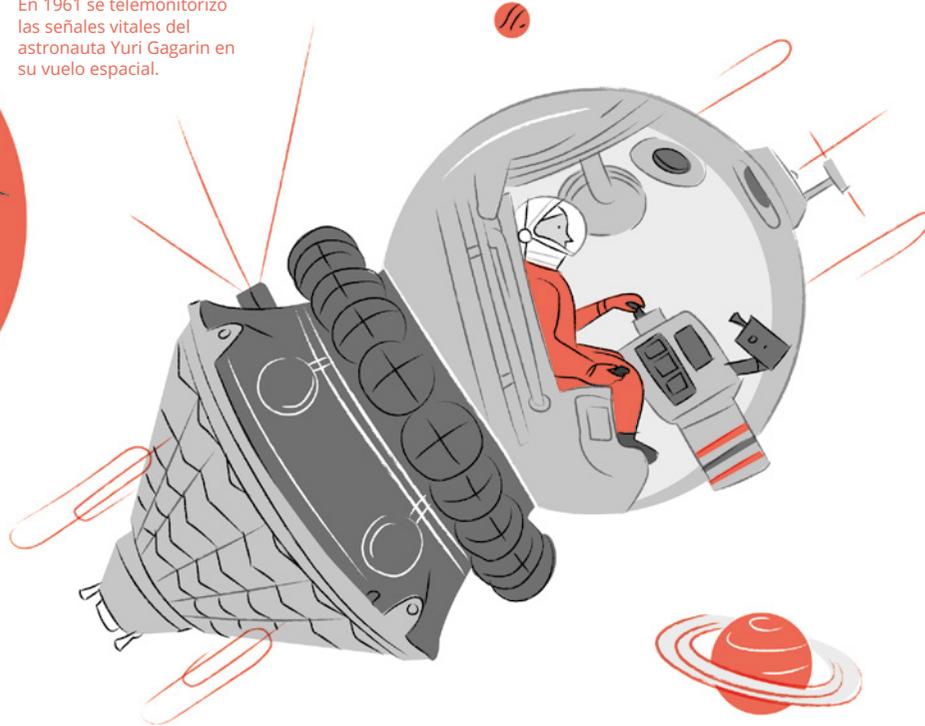
Cómo la ingeniería se  
convierte en vida:  
TIC para la Salud

A finales del siglo XIX, el arsenal tecnológico de la medicina apenas se limitaba al microscopio y el esfigmomanómetro. La realización del primer registro electrocardiográfico por Augustus Waller en 1887 y el descubrimiento de los Rayos X por Conrad Röntgen en 1995 abrieron el camino de una nueva era para las tecnologías sanitarias.

Así, los primeros pasos de las TIC para la Salud estuvieron ligados a la telegrafía, la telefonía y la radio. En 1905, Wilhelm Einthoven realizó la primera transmisión documentada de un electrocardiograma usando una línea telefónica desde su laboratorio en la Universidad de Leiden al hospital de la universidad, a 1,5 km de distancia. En la década de 1920, se utilizó la radiotelegrafía para asistencia médica marítima en los países nórdicos, como el caso de los servicios del Hospital de Haukeland en Noruega. En 1930, quedó establecido el primer centro español de consultas por radio de asistencia sanitaria en alta mar, dependiente de la Armada, con una estación en cada departamento naval, enlazada con el hospital de Marina correspondiente, con servicio las 24 horas.

En los años posteriores a la II Guerra Mundial, los avances en televisión y enlaces de microondas facilitaron, en 1955, experiencias en telemedicina entre el Instituto de Psiquiatría de Nebraska y el Hospital de Norfolk separados unos 180 km. Por su parte, en 1957 Albert Jutras comenzó un programa de telerradiología en el Hospital de Montreal. Ya pasada una década, en el año 1967, se instaló el primer sistema completo de telemedicina, entre el centro de atención primaria del Aeropuerto Logan y el Hospital General de Massachusetts en Boston, con atención a los pacientes en tiempo real.

En 1961 se telemonitorizó las señales vitales del astronauta Yuri Gagarin en su vuelo espacial.



Los avances en electrónica, asociados a la invención del transistor, permitieron la realización en 1958 del primer marcapasos implantable por Rune Elmquist en Suecia y en 1963 el Dr. Rodríguez Delgado en la Universidad de Yale desarrolló sistemas para estimulación y registro de actividad neuronal vía radio en movilidad.

**La carrera espacial dio un fuerte empuje a la telemonitorización de señales vitales que se utilizó por primera vez con humanos en el espacio con el vuelo de Yuri Gagarin en 1961.**

Tiempo más tarde, en 1969, se pudo seguir el electrocardiograma de Neil Armstrong y Buzz Aldrin durante su paseo lunar.

En la década de los 70, la posibilidad de las comunicaciones por satélite hicieron posible dar servicios de telemedicina a zonas remotas y aisladas. En 1971, se utilizó el satélite ATS-1 de NASA para dar servicios a la población rural en Alaska. Los

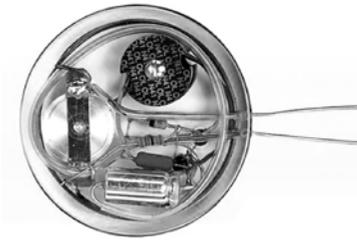
avances en telecomunicaciones de la época tuvieron reflejo en el Proyecto STARPHAC (1972-1975) para atender a la población indígena de la Reserva de Papago en Arizona.

Desde su disponibilidad comercial en 1959, los computadores digitales encontraron una rápida aplicación en el mundo médico. En 1961, Martin Lipkin, de la Universidad de Cornell y el Dr. Howard P. Rome de la Sección de Psiquiatría de la Clínica Mayo los utilizaron para automatizar procesos médicos. En 1962, Jeremy Brown promovió el desarrollo del minicomputador LINC-8 por el NIH (*National Institutes of Health*). LINC fue el primer ordenador pensado como herramienta científica de uso personal que adelantó muchos elementos que caracterizarían más tarde a los PCs.

Ya en 1966, el Hospital "Camino Real", cerca de Los Ángeles, comenzó a trabajar con Lockheed para desarrollar un sistema de información hospitalario total. Ese mismo año G. Octo Barnett creó MUMPS en el Hospital General de Massachusetts, que tuvo una larga difusión para implementar historias clínicas y otras aplicaciones en hospitales. En 1969, vio la luz el sistema de información médica computerizado PROMIS, de impacto para el desarrollo de las historias clínicas electrónicas, que estaba basado en el Registro Médico Orientado por Problemas de Larry Weed.

A principios de los 70, Edward Shortliffe desarrolló el sistema experto MYCIN en la Universidad de Stanford para el diagnóstico de infecciones hematológicas que fue un adelantado en la aplicación de la Inteligencia Artificial en diagnóstico médico.

La incorporación de las capacidades de cómputo a la instrumentación biomédica dio lugar a una nueva era con la digitalización de equipos y su capacidad de conexión a redes de datos impulsando los avances en sistemas para cardiología, cuidados intensivos, electrofisiología, medicina nuclear, radioterapia, laboratorios, cirugía y prácticamente todas las especialidades médicas. Una línea de especial relevancia lo constituyó el desarrollo de los



Primer marcapasos implantable realizado en 1958.



Pantalla del monitor de una ecografía.

sistemas de imágenes diagnósticas. En 1967, Allan Cormack y Godfrey Hounsfield en Gran Bretaña desarrollaron la Tomografía Axial Computerizada (TAC) y pocos años después, en 1971, Raymond Damadian realizó la primera máquina de imagen por resonancia magnética (MRI) en EE.UU. Estos equipos se unieron a los de Tomografía por Emisión de Positrones (PET) realizado por James Robertson en el Laboratorio Nacional de Brookhaven, en 1961, y de Tomografía por Emisión de Fotón Único (SPECT) cuyo primer aparato fue creado por David Kuhl, en 1963. Otra modalidad de imagen médica que se benefició de la digitalización fue la ecografía. Por otra parte, la digitalización de los rayos X, producida a principios de los 80, facilitó la integración de los equipos de imágenes de las distintas modalidades con las capacidades de informática y de las telecomunicaciones dando lugar al desarrollo de redes para el archivo y gestión de imágenes médicas (PACS). El primer sistema se instaló en 1982 y su difusión se vio impulsada por la adopción de la norma DICOM para la comunicación de imágenes médicas en 1993.

El panorama de las tecnologías médicas y de la informática sanitaria en nuestro país tuvo un cambio significativo en 1964 con la puesta en servicio del Hospital La Paz y el Hospital Puerta de Hierro en Madrid. En 1973, se creó el Laboratorio de Bioelectrónica en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de

Madrid ligada a La Paz, que tuvo continuidad, en 1976, en el Hospital Ramón y Cajal. Poco más tarde, en 1978, se formó el Laboratorio de Bioingeniería y Telemedicina del Hospital Puerta de Hierro. En años posteriores se crearon otros grupos con base en la Universidad. Desde los inicios, la ETSIT-UPM jugó un papel muy activo que condujo a la creación, en 1983, de la primera Cátedra de Bioingeniería en España.

Un hito en la historia de las TIC en Salud fue la acción BICEPS impulsada por Roland Hüber de la Comisión Europea (1984-1986) sobre la aplicación de las TIC para la sanidad. Fruto de ello, fue la Acción Exploratoria AIM (Informática Avanzada en Medicina), en 1989-1990, que representó el origen del desarrollo de la *eHealth* y su impulso en la UE hasta hoy día como gran referencia mundial.

Los trabajos iniciales de robótica en cirugía datan de 1988 por C. Kent Kwok. En este ámbito, cabe reseñar la primera intervención quirúrgica transcontinental realizada en 2001 por un equipo del Dr. Jacques Marescaux operando desde Nueva York un brazo robótico para realizar una colectomía a una paciente en un quirófano de Estrasburgo.

Uno de los impactos más trascendentes de las TIC en Salud en los últimos años ha sido la aplicación de las comunicaciones móviles digitales, usando GSM y las sucesivas generaciones, a partir de 1995.

Hoy día, el “*smartphone*” se ha convertido en una herramienta indispensable para los médicos que, junto a sus capacidades de comunicación y acceso a información, y la incorporación de sensores, dispositivos médicos portables y Apps han facilitado modelos innovadores de atención a crónicos y el desarrollo de la Telesalud en general.



El Dr. Jacques Marescaux realizó la primera intervención quirúrgica transcontinental gracias a un brazo robótico.

# 20 CUANDO LAS MÁQUINAS IMITAN A NUESTRO CEREBRO

La Inteligencia  
Artificial



La inteligencia artificial (IA) intenta resolver problemas complejos como lo hace un ser humano y crea máquinas y algoritmos que aprenden, razonan y toman decisiones como nosotros. Además, en muchos casos se diseñan para que sean capaces de entendernos, reconocer el entorno y adaptarse a nuevas situaciones.

Para poder emular al cerebro, los ordenadores deben sumar a sus capacidades de potencia de cálculo, velocidad de procesamiento y almacenamiento de datos, otras nuevas que les permitan imitar el razonamiento de la mente humana tales como la captación del entorno, la comprensión del lenguaje natural o la capacidad de conocimiento del entorno.

Los orígenes de la IA se sitúan en los años 50 y 60 del siglo pasado cuando pioneros como Alan Turing y John von Neumann imaginaron la posibilidad de que las máquinas pudieran realizar tareas que antes solo se consideraban posibles para la mente humana, aunque ya en 1943, Warren McCulloch y Walter Pitts habían publicado el primer modelo matemático de una red neuronal. John McCarthy es otro de los padres de la IA. En 1956, organizó una conferencia en Dartmouth College en la que se acuñó el término “inteligencia artificial” y se sentaron las bases para la investigación en este campo.

John McCarthy junto a Marvin Minsky fundaron el laboratorio de Inteligencia Artificial en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y realizaron las



John McCarthy uno de los padres de la IA.



Gary Kasparov fue derrotado por la IA Deep Blue en 1997.

primeras investigaciones en el campo de percepción visual y la resolución de los primeros problemas de IA. Por otro lado, Arthur Samuel creó uno de los primeros programas capaz de jugar juegos aprendiendo de las partidas jugadas y, en 1959, acuñó el término *Machine Learning*, Aprendizaje Automático, mientras trabajaba en IBM. Otros científicos realizaron aportaciones similares en esta nueva disciplina por lo que la IA se considera una invención colectiva.

Las investigaciones en IA continuaron, pero las necesidades de cálculo que los algoritmos requerían no podían ser suministradas por los ordenadores ni se disponía de suficientes datos para entrenarlos. Durante varias décadas, la IA pasó por lo que se conocen como los “inviernos de la IA”, en que los avances no alcanzaban las expectativas esperadas. Sin embargo, en 1997 la IA *Deep Blue* de IBM triunfó sobre el campeón mundial de ajedrez Gary Kasparov y, por primera vez, el hombre fue derrotado por una máquina.

A lo largo de este siglo, los avances en la capacidad de cálculo de los ordenadores y la disponibilidad de datos, gracias al desarrollo de Internet y el acceso a información a través de la Web, permitió el resurgimiento de la IA. Se desarrollaron las técnicas de *Deep Learning*, Aprendizaje Profundo, en las que, utilizando muchas capas de redes

neuronales, los ordenadores pueden resolver problemas muy complicados, como traducir idiomas, reconocer caras o jugar a juegos entrenándolas con muchos datos. En 2008, Google hizo grandes avances en el reconocimiento de voz y lanzó esa función en sus aplicaciones para los terminales inteligentes de las redes de comunicaciones móviles. Más adelante, en 2012, Andrew Ng alimentó una red neuronal con 10 millones de vídeos de *YouTube* como serie de datos de entrenamiento, consiguiendo que el algoritmo reconociese la presencia de gatos en un vídeo.

La utilización de la IA se está extendiendo a un ritmo acelerado. Empresas de todos los sectores utilizan el Aprendizaje Automático y el Aprendizaje Profundo para infinidad de aplicaciones. La IA no deja de avanzar y sorprender con su rendimiento. Hace unos años, la IA se hizo adaptativa, es decir, capaz de monitorizar y aprender de los cambios que se producen en el entorno para reentrenar continuamente los modelos. Ya hay algoritmos de IA que desarrollan algoritmos de IA y, además, lo que se conoce como IA generativa permite que, con sólo unas pocas indicaciones de una persona, sus modelos generen textos, imágenes e incluso vídeos convincentes a partir de datos extraídos de internet.

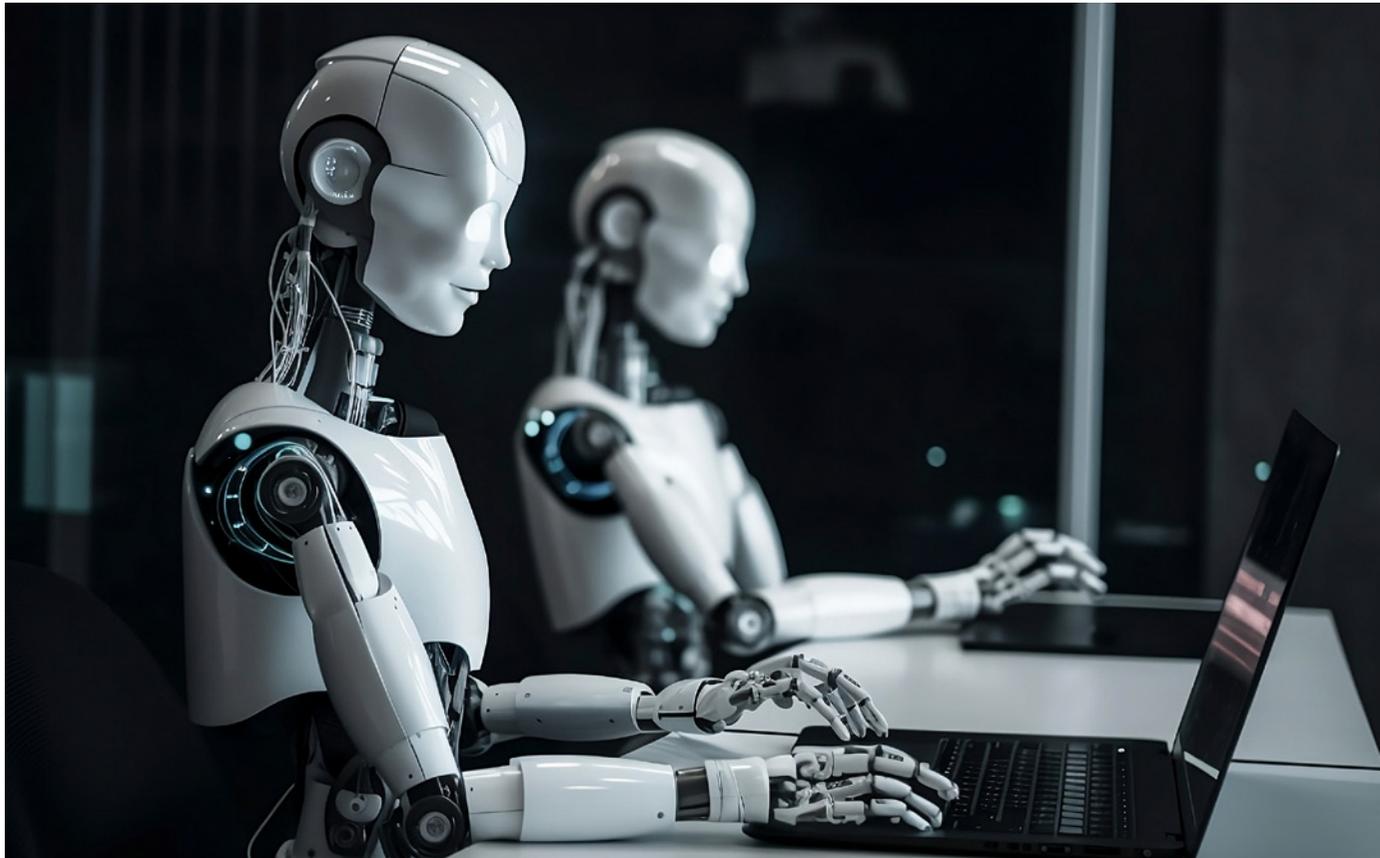
**El conocido *ChatGPT* es un ejemplo de IA generativa. Lanzado por la empresa Open IA en noviembre de 2022, en solo dos meses tenía más de 100 millones de usuarios.**

A *ChatGPT* y a programas similares, se les atribuye la capacidad de explicar conceptos científicos complejos mejor que muchos profesores, escribir buena música y elaborar cualquier texto, imagen o vídeo a gusto del usuario. También parece que tiene capacidad de generar código para programas de ordenador.

Lo que ha ocurrido con *ChatGPT* es un indicador de una disrupción que tendremos que asimilar y que desembocará



ChatGPT se ha convertido en la aplicación más popular de IA generativa.



Actualmente muchos países y organizaciones están desarrollando reglamentaciones para limitar el mal uso de la IA.

en cambios sociales muy profundos. En los próximos años, la IA nos dará sorpresas similares en los campos de la visión artificial, robótica, programación, predicción, fabricación etc.

En estos momentos las técnicas de IA se caracterizan porque sólo pueden resolver problemas específicos usando un conjunto muy grande pero definido de datos. Es lo que se conoce como IA Estrecha o ANI (*Artificial Narrow Intelligence*).

La ANI puede superar a la inteligencia y eficiencia humana pero sólo en el área específica en la que opera. Sin embargo, estas técnicas evolucionarán hacia lo que se conoce como IA General o AGI (*Artificial General Intelligence*) en la que las máquinas y algoritmos trabajan en diferentes tareas a la vez y con datos no específicos, alcanzando capacidades cognitivas a nivel humano y realizando tareas intelectuales propias de las personas.

Los sistemas de IA con inteligencia que compiten con la humana pueden plantear profundos riesgos para la humanidad. Son numerosos los científicos que están preocupados por los efectos económicos y sociales que están produciendo y, sobre todo, por el hecho de que después llegará la IA Superior o SAI (*Artificial SuperIntelligence*), la última fase en el desarrollo de estas tecnologías, cuando IA superará a la humana en prácticamente todos los campos y actividades.

La IA seguirá desarrollándose a ritmo acelerado porque incrementa la eficiencia y beneficios de las actividades humanas, pero la humanidad es quien debe decidir en qué dirección debe evolucionar. Muchos países y organizaciones están desarrollando reglamentaciones para limitar su uso a niveles aceptables para los estándares democráticos de las sociedades modernas y desde los más diversos grupos sociales se está reclamando unos nuevos códigos éticos para que las consecuencias de la extensión de la IA se traduzcan en una nueva era de progreso para todos nosotros.

## Índice Onomástico

- Ader, Clément. 6  
Agacino, Eugenio. 7  
Agnesi, Maria Gaetana. 3  
Aiken, Howard. 12  
Aldrin, Buzz. 19  
Alfonso X el Sabio. 4  
Amontons, Guillaume. 4  
Ampère, André-Marie. 5  
Armstrong, Edwin. 9  
Armstrong, Neil. 19  
Arroyo Galán, Luis. 12  
Babbage, Charles. 3  
Bachman, Charles. 16  
Backus, John W. 12  
Bain, Alexander. 11  
Baird, John Logie. 11  
Baran, Paul. 13  
Bardeen, John. 9,18  
Barnett, G. Octo. 19  
Baudot, Émile. 5  
Bell, Alexander Graham. 6  
Bemer, Bob. 12  
Bequerel, Alexandre. 14  
Berliner, Emil. 9  
Berners-Lee, Tim. 12,13  
Betancourt, Agustín de. 4  
Betulander, Gottlif. 6  
Boole, George. 3  
Bourseul, Charles. 6  
Brahmagupta. 3  
Branly, Édouard. 7  
Brattain, Walter. 9,18  
Braun, Karl Ferdinand. 11  
Bréguet, Abraham L. 4  
Breit, Gregory. 10  
Brett, Jacob. 8  
Brett, John Watkins. 8  
Brin, Segey. 13  
Brown, Jeremy. 19  
Carey, George. 11  
Carter, Jimmy. 14  
Caselli, Giovanni. 11  
Cerf, Vint. 13  
Cervera, Julio. 7  
Chappe, Claude. 4  
Childe, Gordon. 12  
Clark, Wes. 13  
Clarke, Sir Arthur C. 10  
Cleóxenes. 4  
Codd, Edgar Frank. 16  
Cooke, William Fothergill. 5  
Cooper, Alan. 12  
Cooper, Martin. 15  
Cormack, Allan. 19  
Coston, Martha. 7  
Cour, Poul la. 6  
Cros, Charles. 9  
Damadian, Raymond. 19  
Davies, Donald Watts. 13  
Davy, Sir Humphrey. 3  
Deloraine, Edmond Maurice. 18  
Deloy, Léon. 10  
Demócrito. 4  
Desurvire, Emmanuel. 14  
Devens, Miller. 16  
Doi, Toshitada. 17  
Ducretet, Eugène Adrien. 7  
Dufay, Charles F. de Cisternay. 15  
Eckert, John Presper. 12, 18  
Edison, Thomas Alva. 6, 9  
Eich, Brendan. 12  
Einstein, Albert. 1, 14  
Einthoven, Wilhelm. 19  
Eisenhower, Dwight D. 10, 13  
Ellison, Larry. 16  
Elmqvist, Rune. 19  
Eneas el Tácito. 4  
Faggin, Federico. 18  
Faraday, Michael. 5

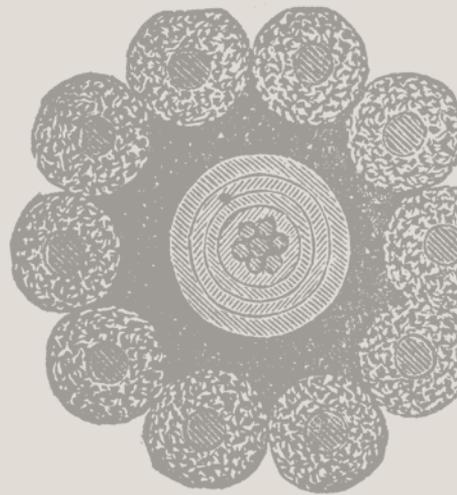
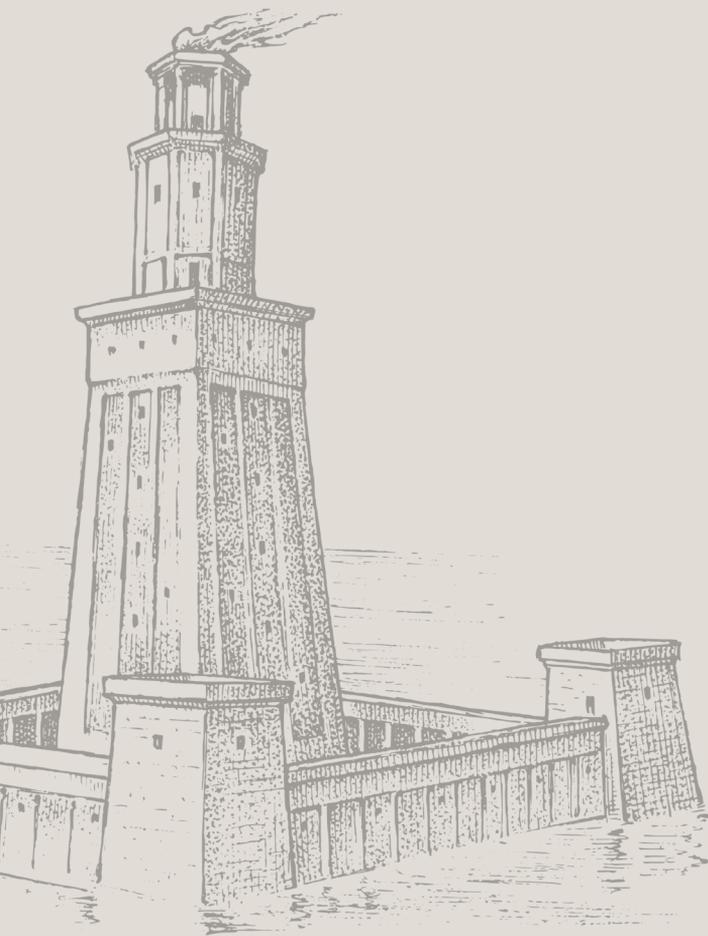
Farnsworth, Philo Taylor. 11  
Felipe II. 10  
Field, Cyrus West. 8  
Figuier, Louis. 5  
Filipedes. 2  
Fleming, J. A. 9  
Forest, Lee de. 9  
Franklin, Benjamin. 1, 15  
Gagarin, Yuri. 19  
Galilei, Galileo. 11  
Gauss, Johann Carl Friedrich. 5, 10  
Gauthey, Dom. 6  
Gherardi, Bancroft. 6  
Gisborne, Frederick. 8  
Gosling, James. 12  
Gray, Elisha. 6  
Gray, Stephen. 5, 15  
Griesemer, Robert. 12  
Hamilton, Margaret. 10  
Harrison, Russell. 8  
Hartree, Douglas. 12  
Heaviside, Oliver. 10  
Heaviside, Oliver. 7, 8, 10  
Heil, Oskar. 8  
Hejlsberg, Anders. 12  
Henry, Joseph. 3  
Hertz, Heinrich R. 7  
Hockham, George. 14  
Hoff, Ted. 18  
Hollerith, Herman. 12  
Hooke, Robert. 2, 6  
Hopper, Grace Murray. 12  
Hopkins, Harold. 14  
Hounsfield, Godfrey. 19  
Huang-Ti. 1  
Hüber, Roland. 19  
Huelsmeyer, Christian. 10  
Hughes, David. 6  
Huygens, Christiaan. 1  
Jacquard, Joseph Marie. 3  
Jansen, Zacarías. 4

Jansky, Karl Guthe. 10  
Johnson, Roy. 13  
Kahn, Bob. 13  
Kao, Sir Charles K. 14  
Kapany, Narinder. 14  
Kasparov, Gary. 20  
Kemey, John George. 12  
Kennelly, Arthur E. 7, 10  
Kilby, Jack St. Clair. 9, 18  
Kleinrock, Leonard. 13  
Kleist, E.G. von. 5  
Kraus, John D. 10.  
Kuhl, David. 19  
Kwoh, C. Kent. 19  
Laney, Doug. 16  
Lavoisier, Antoine. 14  
Leclerc, Georges-Louis. 14  
Leibniz, Gottfried. 1, 3  
Lerdorf, Rasmus. 12  
Lerena, Juan José. 4  
Levy, Lucien. 10  
Lipkin, Martin. 19  
Lodge, Oliver. 7  
Lord Byron. 3  
Lord Kelvin. 8  
Lovelace, Ada. 3, 12  
Luhn, Hans Peter. 16  
Maiman, Theodore. 14  
Marconi, Guglielmo. 7, 9, 15  
Marescaux, Jacques. 19  
Martinville, Édouard-Léon Scott de. 9  
Mathé, José María. 4  
Mauchly, John William. 12, 18  
Maxwell, James Clerk. 1, 7  
May, Joseph. 11  
Mazor, Stanley. 18  
McCarthy, John. 20  
McCullough, Warren. 20  
McElroy, Neil. 13  
McLuhhan, Marshall. 10  
Menabrea, Luigi Federico. 12

Meucci, Antonio. 6  
Mihaly, Dénes von. 11  
Minsky, Marvin. 20  
Morse, Samuel F. B. 5, 8  
Mouchot, Augustin. 14  
Neumann, John von. 1, 12, 20  
Newton, Isaac. 1  
Ng, Andrew Yan-Tak. 20  
Nipkow, Paul. 11  
Noyce, Robert N. 9, 18  
Ørsted, Hans Christian. 5  
Page, Charles G. 6  
Page, Larry. 13  
Pascal, Blaise. 1, 3  
Payne, David. 14  
Pedro IV de Aragón. 4  
Pfleumer, Fritz. 9  
Pickard, Greenleaf W. 9  
Pike, Rob. 12  
Pitts, Walter. 20  
Planck, Max. 1  
Popov, Alexander. 7, 10  
Pouzin, Louis. 13  
Reber, Grote. 10  
Reeves, Alec Harley. 18  
Reis, Johann Philipp. 6  
Resnick, Mitchel. 12  
Ritchie, Dennis. 12  
Rive, Auguste de la. 6  
Robertson, James. 19  
Rodríguez Delgado, José Manuel. 19  
Rome, Howard P. 19  
Röntgen, Conrad. 19  
Salvá y Campillo, Francisco. 5, 7, 15  
Samuel, Arthur. 20  
Sarnoff, David. 9  
Sauveur, Joseph. 1  
Schickard, Wilhelm. 3  
Schnell, Fred. 10  
Séneca. 2  
Senlecq, Constantin. 11

Shima, Masatoshi. 18  
Shockley, William. 9, 18  
Shortliffe, Edward. 19  
Siemens, Werner von. 8  
Sömmerring, Samuel Thomas von. 5  
Stibitz George. 12  
Stroustrup, Bjarne. 12  
Strowger, Almon B. 6  
Sturgeon, William. 5  
Szczepanski, Jan. 11  
Tales de Mileto. 1  
Taylor, Bob. 13  
Tesla, Nikola. 1, 7, 9  
Thompson, Ken. 12  
Tihanyi, Kálmán. 11  
Tomlinson, Raymond S. 13  
Torres Quevedo, Leonardo. 3  
Townes, Charles. 14  
Turing, Alan. 1, 12, 20  
Tuve, Merle. 10  
Tyndall, John. 14  
Vail, Alfred. 5  
Varian, Russell. 10  
Varley, Cromwell F. 5, 6, 8  
Veà, Andreu. 13  
Verne, Jules. 8  
Volta, Alejandro. 5  
Waller, Augustus. 19  
Watson, Thomas August. 6, 15  
Weber, Wilhelm Eduard. 5  
Weed, Larry. 19  
Wertheim, Guillaume. 6  
Wheatstone, Sir Charles. 3, 5  
Whitehouse, E. O. Wildman. 8  
Wilkes, Maurice. 1, 12  
Young, Leo C. 10  
Young, Thomas. 9  
Zworkyn, Vladimir. 11

Primera edición, marzo de 2024



*fht*))

Foro Histórico  
de las Telecomunicaciones

TELECO  
RENATA

PLAN DE  
PROMOCIÓN DE LOS ESTUDIOS  
DE TELECOMUNICACIÓN



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



Plan de Recuperación,  
Transformación  
y Resiliencia



UNICO  
I+D+G

