

# SUCESOS

GRANDES REPORTAJES A LA HISTORIA DEL MUNDO

Nº 12

PRECIO Eº5

## HISTORIA DE LOS INVENTOS



DE COMO EL HOMBRE PRIMITIVO PUDO ALCANZAR EL FABULOSO DESARROLLO DE HOY





BISONTES DE ALTAMIRA: COMO UNA DEMOSTRACION MUY ANTICIPADA DE SU POSICION EN EL FUTURO, EL HOMBRE DEL PERIODO MAGDALENIENSE "INVENTO" EL ARTE, LA QUIMICA Y LOS ELEMENTOS PARA PINTAR. SU OBJETIVO ERA "MAGICO", PORQUE DIBUJANDO AL BISONTE, ESTE YA PERDIA GRAN PARTE DE SU AGILIDAD Y FUERZA, Y PODIA SER CAZADO CON MAYOR FACILIDAD POR LA TRIBU PRIMITIVA. EL PROGRESO DE LA QUIMICA TUVO DECISIVA IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DEL ARTE, Y EN ESPECIAL DE LA PINTURA, CUANDO SE CREO EL OLEO, PROVOCANDOSE UNA REVOLUCION FORMAL EN ELLA. EL GRABADO REPRODUCE LOS FAMOSOS BISONTES DESCUBIERTOS EN LAS CUEVAS DE ALTAMIRA, ADMIRADOS HASTA HOY POR EL DOMINIO DEL ARTISTA ANONIMO, EN ASPECTOS TAN COMPLEJOS COMO EL COLOR Y EL MOVIMIENTO.



## Introducción

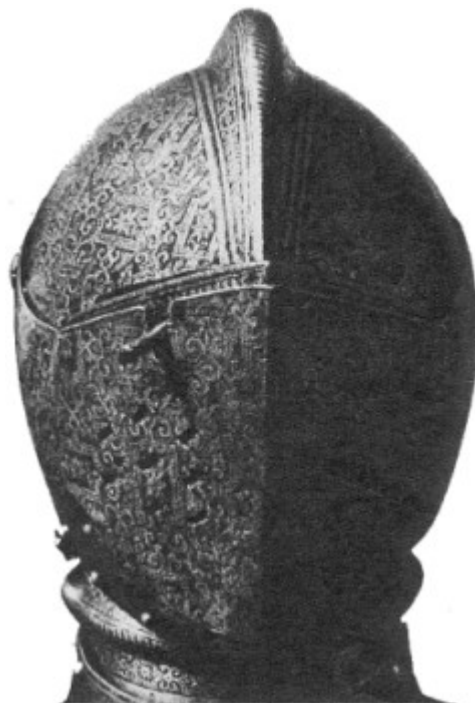
No bien nos enfrentamos con el primer esquema de lo que sería esta historia de los inventos, nos saltó a la vista que estábamos lanzados en un propósito excesivamente ambicioso.

La historia de los inventos es en sí misma, la historia de la humanidad. Una gesta que va desde las necesidades primarias del "homo sapiens", tales como comer, situarse bajo un techo protector y defenderse de sus enemigos, hasta este mundo electrónico y sorprendente en que hoy vivimos.

La generalización es entonces el tributo obligado a un relato que abarca miles de años y que debe condensarse en ochenta y tantas paginas. Pedimos disculpas por esta inadvertida pretensión. No obstante, creemos no estar defraudando a quienes nos favorecen con su interés. Aunque planteada con rasgos generales, esta historia del cerebro y el músculo del hombre enfrentados con la naturaleza es acuciosa. Pueden haber quedado rezagados en el empeño hombres y realizaciones que merezcan el agradecimiento del mundo, pero las líneas generales cruzan puntualmente por los paralelos y los meridianos de este cosmos sorprendente que es la historia del genio y el ingenio humanos.

Muchas veces, además, tuvimos que meter en el mismo costal a inventores y descubridores, ya que la historia los presenta, muchas veces unidos en forma casi indivisible. Por lo demás, los son, en último análisis, notables inventores, ya que en la mayor parte de los casos para ordenar un fenómeno o una ley preexistente han dado muestra de la misma clarividencia, sentido práctico y tenacidad que los más notables inventores. En el hecho, entonces, nuestra tarea ha sido aun mas compleja.

Y de entre las muchas conclusiones a que necesariamente lleva la labor de síntesis, hay una que sirve para asentar el concepto de que nada hay de nuevo bajo el sol. Detrás, y no demasiado, de cada uno de los mas increíbles productos nacidos de la capacidad inventiva del hombre aparece nítidamente la influencia de otra mente lúcida anterior que ha prestado su pensamiento organizado en leyes físicas o matemáticas y que aparece como precursor quizá si sirva como medida de este aserto el hecho que Demócrito, 500 años antes de Cristo, ya había hablado de átomos y soportado los anatemas de los sabios de su tiempo por sostener que la materia estaba compuesta de pequeñísimos corpúsculos rodeados de espacios vacíos.

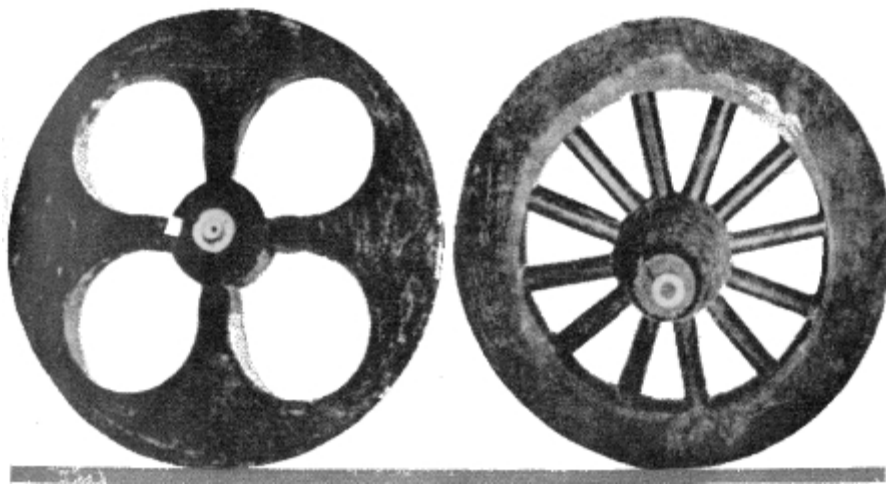


Esta apasionante epopeya blanca, que no es otra cosa, repetimos, que el desarrollo del hombre en la tierra, es la que presentamos hoy con ánimo de entregar una historia esquemática pero completa.



## **Cronología**

**Siglo XXXV a. de C.** La civilización mesopotámica inventa la rueda.



**Siglo V a. de C.** Demócrito enuncia su teoría sobre el átomo.

**Siglo II a. de C.** Arquímedes plantea y resuelve el problema de calcular el volumen de una corona por la cantidad de agua desplazada.

**121 a. de C.** Los chinos crean la brújula.

**1440.** Gutenberg inventa los caracteres móviles de metal para la imprenta.

**1665.** Newton enuncia la teoría sobre la gravitación universal.

**1752.** Franklin formula la teoría sobre existencia de electricidad en la atmósfera.

**1782.** Watt construye la máquina a vapor de doble efecto.

**1783.** Los hermanos Montgolfier elevan su primer aeróstato

**1788.** Fulton aplica el vapor a la navegación.

**1800.** Volta inventa la pila eléctrica que lleva su nombre.

**1838.** Morse patentó el telégrafo.

**1875.** Bell realiza la primera conversación telefónica.

- 1877.** Edison inventa el fonógrafo.
- 1885.** Daimler prueba con éxito el automóvil con motor de explosión a bencina.
- 1888.** Hertz descubre las ondas electromagnéticas, fundamento de la radio.
- 1895.** Marconi realiza su primera transmisión radio. Roentgen obtiene la radiografía de una mano de su esposa.
- 1896.** Becquerel descubre la radiactividad.
- 1898.** Los esposos Curie descubren el polonio.
- 1903.** Wilbur y Orville Wright hacen volar el primer aeroplano con motor.
- 1905.** Einstein publica su teoría sobre la relatividad.
- 1924.** Baird realiza la primera transmisión de televisión. Goddard lanza el primer cohete propulsado con combustible líquido.
- 1942.** Es probada con éxito la pila atómica ideada por Fermi.
- 1957.** El Sputnik I, en órbita, inaugura la era espacial

## **1. LA LUCHA POR LA SOBREVIVENCIA**

***En un millón de años, el hombre pasó de animal a Homo Sapiens, dominando el medio y a los demás pobladores de la tierra, pero sus triunfos mayores fueron la rueda y la escritura***

Durante incontables millones de años la gigantesca esfera que hoy llamamos Tierra giró en el vacío, tu superficie cubierta de aguas y rocas. Edades sin cuento hubieron de pasar antes de que apareciese la primera célula viva, el primer pez, el ave, el insecto, los mamíferos. Entre monstruosos cataclismos nacían volcanes y se hundían mares y lagos, se elevaban cadenas montañosas y se abrían paso los ríos, rugían las tempestades y ardía el inmutable sol. El planeta giraba y rondaba al gran astro llameante, y en su superficie tomaba forma un mundo rico en especies animales y vegetales, jugosas frondas verdes y grandes saurios hambrientos, bosques espesos e inmensas llanuras desiertas.



*ANTEPASADO: Retrato hablado del "Hombre de Piltdown", denominado así en honor del antropólogo que reunió sus restos encontrados en Europa.*

Después vinieron los hielos. Una y otra vez los glaciares avanzaron y retrocedieron, empujando hacia el cinturón ecuatorial la verde línea de vegetación, ligando con inmensas tundras y estepas la esbelta franja arbolada y los interminables páramos de hielo polar. Durante incontables siglos pareció que todo signo de vida moriría bajo los hielos que avanzaban implacablemente. Pero llegó un día en que los glaciares detuvieron su marcha, y nuevos milenios transcurrieron, mientras una vez más se cubría de verdor la zona temporada del globo. Y durante esa primera pausa, ese primer respiro entre la primera y la segunda invasión de los glaciares, apareció sobre la superficie de la Tierra un ser que caminaba erecto, sobre sus extremidades traseras, equilibrando apenas el tosco cuerpo velludo y la gran cabezota de mono: el Australopiteco, primer indicio de una nueva raza que dominaría la Tierra.

Desde entonces ha transcurrido un millón de años. Pero fue esa criatura tan lejana en el tiempo, ese Australopiteco a quien los hombres de ciencia no saben si definir aún como mono o ya como hombre, el que aprendió a matar a sus enemigos, los babuinos, no mediante su fuerza muscular o sus garras, sino empleando un instrumento: una piedra astillada. ¿La encontró en algún claro de la selva, o la "construyó" golpeándola con otro objeto para darle la forma requerida? No importa: el Australopiteco fue el primero de todos los seres aparecidos sobre el planeta quien, moviéndose en un universo de cosas desconocidas, vio ese objeto y decidió valerse de él para aumentar la fuerza o el alcance de su brazo. Había inventado la primera arma.

Desde ese remoto instante se inició la cadena que hoy ha permitido al hombre explorar los continentes, los mares y el espacio interplanetario; transformar la distancia y someter el tiempo; crear ciudades y navíos, aviones y armas atómicas, máquinas y herramientas, vehículos y obras de arte. La larga cadena de inventos y descubrimientos, mediante los cuales el ser humano ha plasmado para sí un mundo que se transforma vertiginosamente, se estira desde esa piedra astillada cogida por el Australopiteco hasta las últimas novedades tecnológicas de hoy.

## **EL HOMBRE INVENTOR**

Entre todos los animales, el hombre es el único capaz de inventar, es decir, de modificar el orden de la naturaleza mediante el empleo de instrumentos.

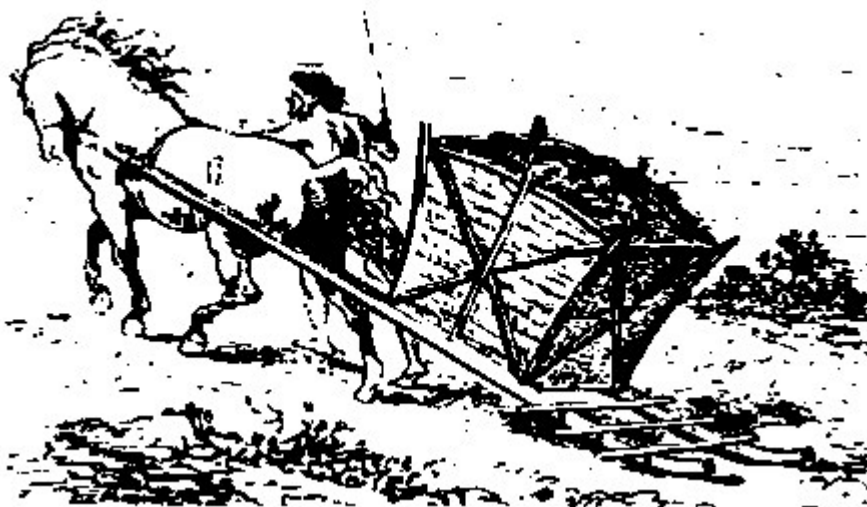
Es verdad que los castores y las golondrinas construyen sus habitaciones con materias extrañas, que las abejas y las hormigas crean verdaderas ciudades y el gusano de seda o la araña "inventaron" la fibra textil: pero su manera de hacerlo no ha cambiado desde que aparecieron en el escenario del mundo. El hombre, en cambio, empuñó una piedra para defenderse de un animal salvaje; luego buscó mejorar ese instrumento primitivo, y terminó construyendo herramientas que le servirían para fabricar nuevas herramientas.

Además, no sólo ha inventado objetos; también ha descubierto las propiedades de los fenómenos naturales, las leyes que los rigen y los factores que los alteran. Pero ambas cosas, los inventos y los descubrimientos, le sirvieron en primer término para dar mayor potencia a su propio cuerpo, a sus manos, brazos, piernas y pies, ojos y oídos. Para golpear mejor, mazas y martillos; para coger mejor, tenazas y pinzas; para recoger mejor, redes y recipientes; para rascar mejor, raspadores, peines y rastrillos, para lanzar más lejos un proyectil, lanzas, hondas y arcos; para alargar el brazo, el hacha y la hoz; para trasladarse allí donde sus pies no pueden llevarle, la barca y el carro...

La historia de los inventos no es más que la historia del hombre y sus relaciones con la naturaleza, con todo el mundo que le rodea. Un mundo hostil al que hubo que domeñar ya en esos inimaginablemente lejanos albores de la prehistoria, en ese amanecer del espíritu humano, simbolizado en el guijarro trizado, aferrado por la mano oscura y de un ente a quien le faltaban aún incontables milenios para llegar a ser, en toda la extensión de la palabra, un ejemplar de esa especie zoológica definida por Linneo como Homo Sapiens.

## LOS GENIOS OLVIDADOS

La historia, tal como la conocemos, data de menos de seis mil años atrás. Fue sólo a mediados del cuarto milenio antes de Cristo, que los anónimos habitantes de Sumer aprendieron a marcar, con ayuda de una cuña, una superficie húmeda para grabar una serie de signos permanentes, los que transmitirían su pensamiento a las generaciones futuras. Allí, entre los sumerios que habitaban el fértil valle que se extiende a los pies de las montañas curvas, entre los



ríos Tigris y Eufrates, nació la escritura y con ella la historia. Casi simultáneamente, algún anónimo genio súmero descubrió que era más fácil arrastrar una carga si bajo la plataforma que la sostenía se colocaban dos discos de madera unidos con un eje, la rueda, al igual que la escritura saltó como una chispa del genio humano y ambos inventos marcaron la frontera entre la larguísima preparatoria y la acelerada marcha de la civilización actual.

Fue ese largo período que desembocó en el doble descubrimiento, ese interminable amanecer de la inteligencia humana que se prolongó hasta el año 3500 antes de Cristo, el que constituyó la prehistoria. Poco sabemos de quienes habitaron la Tierra durante esos mil milenios: pero podemos estar seguros de que hubo entre ellos genios comparables a Arquímedes y Leonardo da Vinci, Newton y Einstein. Fue durante ese millón de años ignorados que vivieron los anónimos inventores de las primeras armas, viviendas, herramientas agrícolas, vasijas y embarcaciones: los que aprendieron a cocinar el alimento, fabricar trajes de piel, arar la tierra y pintar hermosas imágenes en las paredes de las cuevas de roca.

Después del Australopiteco, el conocimiento del hombre se abre en un largo paréntesis que abarca cerca de medio millón de años. Alrededor del año 500.000 antes de Cristo aparecen el Pitecántropo, primer ser vivo considerado verdaderamente humano, y el llamado "Hombre de Java". Conoce el fuego, pero aún no lo usa para endurecer la madera ni para cocinar los alimentos; se guarece bajo rocas salientes o en el interior de cavernas naturales y se sirve de piedras astilladas como único instrumento de caza o defensa.

Las excavaciones demuestran que después de la aparición del Pitecántropo, un nuevo descenso de los glaciares apagó toda vida en extensas, regiones que antes fueron habitadas. Debieron transcurrir nuevos milenios antes de que una vez más retrocediesen los hielos y un nuevo período de clima cálido hiciera aparecer nuevas especies animales, como el rinoceronte, el hipopótamo y el antepasado de nuestro actual elefante. En esta segunda época interglaciaria que se extiende aproximadamente entre los años 450.000 y 250.000 antes de Cristo, aparecen el Hombre de Heidelberg llamado así, porque parte de un esqueleto fósil de este tipo humano fue hallado en 1907 en la localidad de Mauer, cerca de la ciudad alemana de Heidelberg y el Sinántropo u Hombre de Pekín, cuyos restos fueron encontrados en un gran depósito fósil cerca de la capital china, entre los años 1927 y 1943.

El Sinántropo poseía gran abundancia de herramientas y se cree que fue caníbal: gran cantidad de los cráneos encontrados han sido rotos violentamente y los huesos largos, partidos como si antes de ser inhumados alguien hubiese tratado de extraer la médula y los tejidos cerebrales.

Tanto el Sinántropo como el Hombre de Heidelberg habían inventado las raederas o raspadores de piedra, simples trozos de roca de borde afilado con que raspaban las pieles de animales que les servían para cubrirse. Se alimentaban de la caza y de la pesca, empleando herramientas en extremo rudimentarias y toscas trampas; se cree que ya habían aprendido a producir artificialmente el fuego, golpeando trozos de sílice o piritita. Esta habilidad, que indica cierto grado de civilización, no es, como podría pensarse común a todos los pueblos, ni siquiera hoy. Cuando el antropólogo A. R. Radcliffe-Brown investigó la cultura de los aborígenes de las islas Andaman, en 1908, descubrió que no sabían hacer fuego; conservaban durante largos períodos trozos de madera encendidos y traspasaban la llama de un tronco a otro, sin permitir que se extinguiera. En cuanto a los pigmeos que habitan las márgenes del río Epilu, en el África Central, no saben hacer fuego hasta el día de hoy: lo "compraban" forma de teas encendidas, a mercaderes congoleños que visitan sus remotas aldeas.

El Sinántropo que vivió trescientos mil años o más antes de Cristo conocía, entonces, inventos que ignoran algunos salvajes primitivos de nuestros propios días. Quienquiera fuese el genio anónimo que previera las ventajas que daría al hombre el dominio del fuego, es innegable que su brillante intuición le sitúa a la altura de todos los grandes inventores que vinieron después.

Entretanto, los habitantes de Europa habían alcanzado un nivel de desarrollo conocido como "período chelense", el que se caracteriza por el uso de la clásica piedra, *amigdaloides* o en forma de almendra; un trozo de sílice ovalado, astillado por ambos costados para darle filo y terminado en una tosca punta, que servía de hacha, cuchillo, raspador y punzón. Entre los años 250.000 y 150.000 antes de Cristo, el tercer período glacial volverá a cubrir de hielo gran parte del mundo conocido, para ser seguido por un nuevo florecimiento de la civilización durante una larga época de clima templado y veranos calurosos: el tercer período interglacial, cuando aparece el Hombre de Neanderthal.

## EL INTELIGENTE HOMBRE DE NEANDERTHAL

El tipo humano llamado Neanderthal se distingue en primer término por su gran capacidad craneana, que permite presuponer un avanzado desarrollo cerebral: aproximadamente 1.450 centímetros cúbicos, comparados con los 1.350 del hombre moderno. No es de extrañarse que entre los miembros de esta estirpe humana surgieran los desconocidos inventores que hicieron dar un gran paso adelante a la todavía vacilante civilización prehistórica.



*PROGRESOS: Los rasgos del antropeo van desapareciendo en la medida en que su mente se*



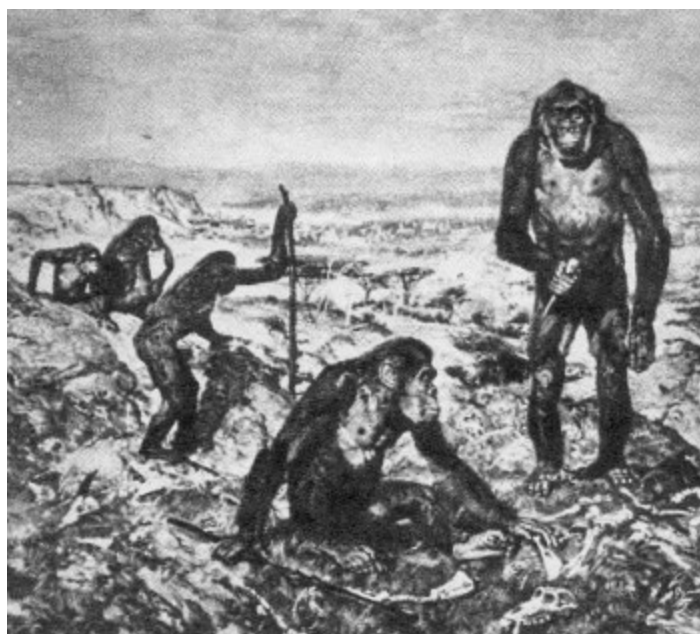
*desarrolla, exigiendo mayor cabida para su cerebro. Una vez armado y en poder del fuego, su predominio sobre el medio fue indiscutido.*

El Hombre de Neanderthal aprende, en primer lugar, a introducir sus filudas piedras amigdaloides en mangos de madera endurecida, creando así una valiosa herramienta: el hacha.

También fabrica afiladas puntas de piedra y las amarra a largos caños de madera endurecida, obteniendo así la lanza que le permitirá cazar animales de cada vez mayor tamaño. Ha aprendido a usar el fuego no sólo para defenderse del frío, sino para cocinar sus alimentos. Cuando sobreviene el cuarto período glacial durante el lapso de cien mil años que separa la cultura musteriense (del Hombre de Neanderthal) de la auriñaciense aprenderá a refugiarse en profundas cavernas de roca y a confeccionar gruesas indumentarias de piel con hebillas de hueso.

Su sucesor será el Hombre de Cromagnon, llamado también "el Apolo de la Prehistoria": una raza humana cuyos ejemplares alcanzaban una estatura media de 1,75 metro, caminaban muy erguidos, poseían una capacidad craneana de 1.660 centímetros cúbicos y fabricaban los bellísimos implementos de hueso característicos de la cultura auriñaciense (de Aurignac, localidad francesa donde se encontraron los primeros fósiles de este tipo).

EL Hombre de Cromagnon es, sin duda alguna, un hombre moderno, un verdadero Homo Sapiens. Durante el florecimiento de su cultura, la paleolítica superior, la población se multiplica y surgen las primeras viviendas subterráneas: nacen las cocinas que emplean carbón a leña, los primeros recipientes, conchillas de animales marinos, cráneos, piedras huecas, la aguja de hueso y el taladro.



*ARMAS Y HERRAMIENTAS: La acción de coger una rama o una piedra aguzada y utilizarla para la defensa o el ataque o para remover la tierra en busca de alimento pudo ser un accidente, pero también fue el primer paso del genio humano. En el grabado, una concepción artística de ese momento decisivo.*

El hombre de este período, que se extiende entre los años 60.000 y 10.000 antes de Cristo, es un artista: fabrica buriles de hueso para grabar en madera, hueso o piedra, esculpe pequeñas estatuas y figuras, adorna con dibujos y colores las paredes de sus habitaciones y el rostro de sus muertos. Ya el Hombre de Neanderthal había aprendido a sepultar a sus cadáveres con cierto ceremonial, lo que permite adivinar la existencia de algún tipo de religión primitiva; ahora, el hombre crea las primeras grutas-santuarios y celebra en ellas ritos mágicos que han de proporcionarle fecundidad y éxito en la caza. Hacia el fin de este período, aproximadamente en

15.000 años antes de Cristo, las anónimas manos de un gran artista pintan los célebres bisontes policromos en las oscuras profundidades de las cuevas de Altamira y de Lascaux.



*DOLMEN. En el orden cronológico, esta fue una de las segundas grandes construcciones del hombre. Una laja horizontal sobre dos pilastras verticales.*

Ya no basta el humeante fuego a la entrada de la caverna: el hombre busca horadar la oscuridad de la noche, y fabrica las primeras lámparas, primitivos candiles de piedra, en las que quema trozos de sebo animal. Un trozo de sílice dentada hace de sierra; otro más arqueado le servirá de arpón. Con un trozo de roca machacará los pigmentos minerales en un tosco mortero; más tarde, el mismo principio le servirá para moler los granos, pero para que eso ocurra, para que la agricultura reemplace a la caza y a la pesca como fuente de alimento, faltan aún varios milenios.

Alrededor del año 8.000 años antes de Cristo, el período paleolítico cederá a la cultura mesolítica, verdadera etapa de transición hacia las últimas edades prehistóricas. El clima templado termina de dar a la superficie del globo el aspecto que tiene actualmente; los hielos polares se han retirado por cuarta y última vez a partir del año 50.000 años antes de Cristo. Paulatinamente desaparece la amenaza de nuevas invasiones de glaciares, y el Horno Sapiens se convierte en amo del planeta.

## **EL AMANECER DE LA CIVILIZACION**

Aproximadamente 12.000 años atrás, el hombre domesticó por primera vez a un animal salvaje: el perro, quien sería su fiel compañero hasta nuestros días. Al comienzo el perro era, en primer término, un eficaz ayudante en la actividad primordial que alimentaba al ser humano: la caza. Al mismo tiempo, los milenios transcurrían acelerando cada vez más el progreso del hombre y aguzando su inventiva: el arco y la flecha con punta de piedra, así como las boleadoras le convertirán en un cazador cada vez más eficiente, mientras la canoa y el anzuelo de madera, al igual que las redes tejidas de fibras vegetales, le darán acceso a la fauna que puebla los ríos y lagos. En las regiones nevadas, el trineo ayuda a transportar todos los bienes de la tribu nómada: bienes que son mínimos y han de ser siempre livianos, porque la familia que vive de la caza ha de recorrer constantemente grandes extensiones, buscando nuevas presas. Las viviendas son transportables: carpas, ligeras construcciones desarmables de ramas o pieles que se erigen a nivel del suelo. Mientras el hombre sale a cazar, la mujer recoge semillas, frutos y raíces silvestres. Será ella quien, durante esas actividades de recolección, observará la relación entre la semilla y la germinación de la nueva planta, y creará la agricultura; y con ella, la vida sedentaria, la sociedad estable, la civilización del futuro.



*EL PALEOLITICO: Uno de las fases del desarrollo humano en que se crearon todos los medios elementales para sobrevivir: el trabajo para convertir piedras, huesos y maderos en armas y herramientas con participación del grupo, único camino para imponerse a condiciones hostiles. Más tarde aprendió a hilar para protegerse del frío. Todo el esfuerzo desplegado lo transformó de animal en Homo Sapiens.*

Los primeros agricultores aparecen en el período que media entre los años 5.000 y 3.000 antes de Cristo. El trigo se siega con hoces de sílice pulida, se trilla y tritura; más tarde surgirá el arado, apenas un bastón curvo empujado y arrastrado por varios individuos para romper los duros terrones de tierra virgen, cuya forma esencial no cambiará durante milenios. El período



Neolítico trae el invento de la piedra pulida: simultáneamente aparecen las primeras aldeas, y los hombres comienzan a construir palafitos o viviendas definitivas. La artesanía progresa a pasos agigantados: la greda da nacimiento al arte de la alfarería, las fibras textiles cosechadas en los nuevos sembrados se hilan y tejen, se trenzan cuerdas, se domestican los primeros animales, y la agricultura conduce al hombre al culto de la fértil Madre Tierra y, con ello, a una estructura matriarcal de la sociedad. Aparecen las primeras piedras preciosas y joyas, aunque ya varios siglos atrás se conocían los alfileres para los cabellos, y alrededor del año 3000 antes de Cristo el hombre comienza a trabajar los metales: primero el cobre, el oro y la plata, para seguir con el bronce y el hierro.

Termina la larga y prehistórica Edad de Piedra, para dar paso a la Edad de los Metales: comienza la historia.

## **LAS GRANDES VARIANTES**

Dentro de este esquema general, es necesario recordar que algunos términos como "Edad de Piedra", "Mesolítico", "Neolítico", "Edad de Bronce", etc., no tienen un significado cronológico preciso: se refieren a diferentes etapas de la civilización humana, que surgieron más temprano en algunas regiones y más tarde en otras. A partir del año 10.000 antes de Cristo, el progreso varió profundamente en las diferentes regiones de la Tierra, y por eso es imposible fijar el comienzo de la Edad de los Metales en tal o cual fecha, ya que no sobrevino de golpe en todo el mundo habitado.

Es así como la Edad de Hierro se inicia en Asia Menor alrededor del año 1.200 a.C.; en Italia, en el año 1.000 a.C.; en China, en 700 a.C.; en Japón, en el siglo II de nuestra era; en las islas Fiji, en el año 1872, hace menos de un siglo.



*LA MOLIENDA: También durante el periodo Paleolítico, el hombre aprendió a moler alimentos y tierras de colores para pintar.*

Ello explica por qué se suele fijar el comienzo del Neolítico y la aparición de la agricultura en el año 5.000 a.C., pese a que ya 20 siglos antes un pueblo agrícola vivía en forma sedentaria en las cavernas del Monte Carmelo, en Wadi-el-Natuf, en Palestina. Dos milenios antes de tiempo, por decirlo así, los habitantes de las cavernas de Natuf usaban hoces de sílice pulida con mango de hueso, habían domesticado al perro y utilizaban recipientes y morteros de piedra.

Por otra parte, los arqueólogos descubrieron no hace mucho una aldea en Jarmo, en las vertientes meridionales de los montes de Kurdistán, en Irak. Quince siglos antes de la fecha aceptada generalmente como el comienzo de la domesticación de otros animales fuera del perro, los habitantes de Jarmo vivían en una aldea de chozas de barro, poseían cabras, cerdos y ovejas.

domesticados y cercaban sus tierras: por otra parte, sus instrumentos eran de piedra tosca y no pulida, correspondiendo así a una cultura anterior al Neolítico.

Pero tal vez el descubrimiento más asombroso, y el mejor destinado a hacernos comprender que dentro del devenir histórico siempre surgieron islas de civilización que se adelantaron a su época, fue el que realizaron los arqueólogos en 1956, al descubrir a los pies de la antigua y bellísima ciudad de Jericó una completa ciudad con casas de piedra, calles empedradas, habitaciones alhajadas con muebles de madera y lujosos santuarios, que data del año 9.000 antes de Cristo. Los 2.000 habitantes de esa antiquísima urbe se habían anticipado en varios milenios al nivel cultural de su tiempo, pero ignoraban la alfarería, típica de los comienzos del Neolítico. Sin embargo, poseían una religión compleja, en la cual se adoraban cráneos humanos, y realizaban intercambio comercial con otros pueblos que han desaparecido sin dejar huella: entre las ruinas se encontraron turquesas, conchas marinas y piedras labradas correspondientes a zonas lejanas, donde hace 11.000 años tienen que haber existido focos de civilización de los cuales no tenemos ninguna noticia.

## LOS ALBORES DE LA HISTORIA

La cultura Neolítica con todas sus características, agricultura, domesticación de animales, alfarería, uso de textiles, llegó al valle del Nilo hace cosa de 60 siglos. Una vasija del año 4.400 antes de Cristo nos muestra un telar idéntico al que se usó hasta la invención de telares automáticos en el siglo XIX; las fibras de lino, la lana de los rebaños de ovejas se transformaba en telas que eran teñidas y estampadas.



*MENHIR: lo primero construcción del hombre: una piedra vertical asentada firmemente en el terreno, anticipo de lo que serán más tarde las ciudades.*

Con otras fibras se fabricaban redes, canastos, bolsas. Los rebaños eran a menudo objeto de asalto: por consiguiente, fue necesario perfeccionar las armas y dedicarlas no a cazar animales, sino a defender la propiedad amenazada. A veces, el ladrón no era muerto, sino capturado: pagaba su delito entregando su vida y sus fuerzas al servicio del ofendido. Junto a la propiedad privada nacía la esclavitud.

Plantar y cosechar, antes tarea de mujeres, se convirtió en labor varonil: ahora la tierra proporcionaba alimento y riquezas. La irregularidad del tiempo hizo que espíritus prudentes planearan guardar los excedentes de un año de buenas cosechas, para prevenir una sequía o una inundación: nacieron los graneros. Las periódicas salidas de agua del Nilo que cubrían sus márgenes de un limo fertilizante comenzaron a ser observadas y contabilizadas: apareció el calendario, y con él la división del tiempo en años y meses y las primeras observaciones astronómicas.

Mientras los valles del Nilo y de la Mesopotamia servían de escenario de un acelerado desarrollo que pronto conduciría a la invención de la escritura, numerosos pueblos dispersos en los cinco continentes continuaban llevando una vida similar a la que llevaran sus antepasados durante los incontables milenios paleolíticos: sociedades nómades en que el hombre cazaba y la mujer recogía frutos silvestres. Hasta hoy, hay sociedades que se encuentran en esa etapa de la evolución: los esquimales, los aborígenes australianos, los pigmeos del África Central, los habitantes de las islas Andamán, los onas de Tierra del Fuego. Estos últimos, que habitan los canales de la Patagonia austral desde 9.000 a.C., ni siquiera usan vasijas para cocinar: asan su alimento sobre un fuego abierto, como lo hiciera el Hombre de Neanderthal hace casi cien mil años.

Pero mientras el progreso se detiene en algunos rincones del globo, en otros se anticipa. Sumeria, la vieja capital del fértil valle iraquí, vive en 3.500 a.C. una verdadera revolución, de la cual nadie, ni sus propios habitantes, se percató. Un desconocido peón discurre colocar una rueda bajo la carga que arrastra mediante cables de fibra vegetal: el roce desaparece, y se ha inventado una de las bases de la civilización moderna.

Pero nadie parece captar la importancia de la rueda; sólo será conocida fuera de Mesopotamia, en la tierra de los faraones, veinte siglos más tarde, alrededor del año 1.650 a.C. La escritura cuneiforme, sin embargo, inventada en el mismo período, es rápidamente imitada y los sacerdotes del valle del Nilo inventan los jeroglíficos. El hombre registra sus pensamientos, sus ideas, su historia, en trozos de piedras indestructibles: después de un millón de años de oscuridad viene la luz.

Y con ella, una nueva serie de inventos que transformarán el rostro de la Tierra y la vida de sus habitantes. Es ésa la historia que les relatamos en el presente número de nuestra revista.

## **2. LA ASOMBROSA HISTORIA DEL GENIO HUMANO**

***Dueño de la Tierra, el hombre prosiguió creando nuevos medios para dominar los elementos y hacerlos trabajar para él***

### **CUATRO PAREDES Y UN TECHO**

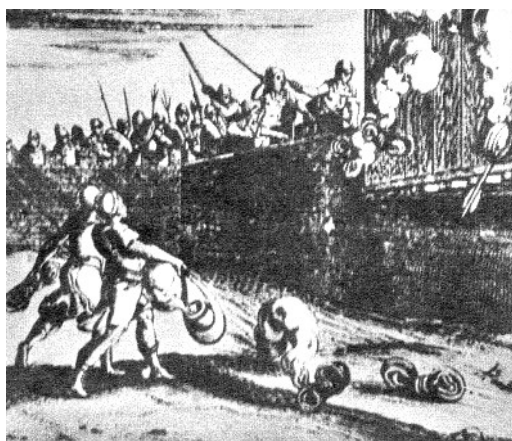
El arte de la guerra, sin embargo, acaparó sólo en muy pequeña medida la inventiva del hombre. Si bien debió defender sus posesiones, desde el nacimiento de la propiedad privada, simultáneo, como se ha visto, con el gran cambio que volvió al hombre sedentario y agricultor, fueron innumerables las generaciones que pudieron vivir en paz, dedicando sus energías a alimentar y proteger a su prole.





*EL ALQUIMISTA. Antiguo taller metalúrgico donde el alquimista trató de transmutar los metales. Usaba tres fuegos: sobrenatural, natural y húmedo, conocido como "bañomaria".*

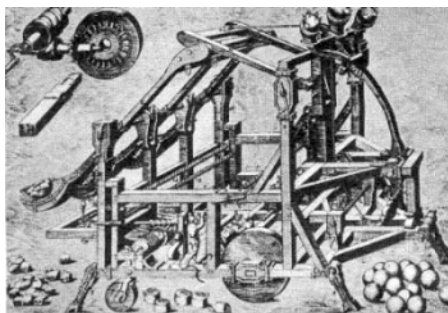
Uno de los primeros frutos del ingenio humano, destinado a ponerle a salvo de los elementos naturales, fue la vivienda. En su esencia, las casas que habitamos hoy se basan en los mismos principios que las primeras chozas del Neolítico, adaptaciones, a su vez, de los refugios transportables que usaba el cazador de la Edad de Piedra cuando se alejaba de la caverna que le servía de vivienda en invierno.



*FUEGO DESTRUCTOR. Con marmitas, vasijas ovoides y flechas, los encuentros armados se tornaron aun más destructores. Sustancias incendiarias redujeron a cenizas las defensas enemigas.*

Para el nómada era esencial contar con un refugio cuya armazón o estructura fuera desarmable: ese "esqueleto" de su hogar transitorio lo cubría de ramas, pieles, capas de musgo o barro. También las primeras viviendas estables presentan esa armazón o estructura que rodea una excavación, generalmente redonda, en cuyo centro se situará el hogar o fogata: un techo cónico protege al habitante de la lluvia y del frío. Posteriormente, la base de la estructura vertical se reforzará con un zócalo de tierra: será el nacimiento de la pared. Al agrandarse la vivienda, el techo se hará demasiado pesado para que lo soporten las paredes, y habrá que afirmarlo con un pilar de madera interior: así se originará la columna, que también iniciará la separación de diferentes ambientes dentro la choza.

La vida sedentaria traerá consigo la construcción de habitaciones más amplias, más complejas, más resistentes: comienza a emplearse la piedra, primero para tumbas y templos, después para la vivienda de los más acaudalados.



*TRIUNFO DEL INGENIO. Lo fuerza bruto es reemplazado por el ingenio. Para luchar contra sus adversarios, en un medio hostil, el hombre crea la catapulta. Trozos de hierros lanzados tras los altos murallones protectores del rival. Y, también, contra naves, causaban estragos. Un nuevo elemento comienza a emplearse en la lucha.*

Por otra parte, una reunión de varias chozas rodeadas por un muro vertical y cubiertas por un solo techo dará origen a la casa formada de varias habitaciones, dispuestas en torno a un patio, forma clásica de arquitectura que desde Grecia pasará a Roma y a toda Europa, alineándose especialmente en España y, por consiguiente, en América latina.

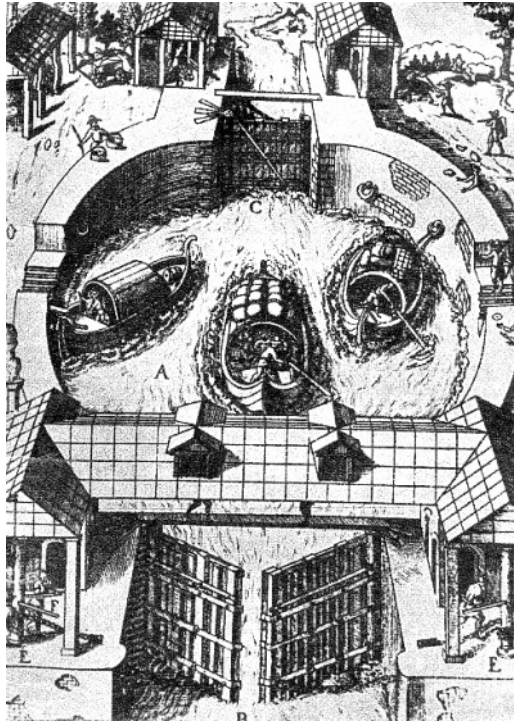
En una época no precisada, tal vez a fines del Neolítico, se descubrió que si el carbonato de calcio o piedra caliza se cocinaba y se mezclaba con agua, era posible obtener un producto que se endurecía irreversiblemente. Fue el origen de la argamasa o mortero, que se emplearía para unir los ladrillos, conocidos, ya desde los tiempos de Babilonia y usados también en el antiguo Egipto.

Una pintura tebana del año 1100 a.C. atestigua que en Egipto se conocía también el nivel de agua y el hilo a plomo, indispensables para las construcciones de cierta importancia. Más tarde los griegos perfeccionan nuevos instrumentos, como la roldana, para facilitar la elevación de pesados materiales; pero serían los romanos quienes innovarían decisivamente la técnica de preparación y transporte de materiales, usando montacargas, sistemas de poleas e instalaciones mecánicas hidráulicas. La unificación política del mundo antiguo bajo la hegemonía de Roma aseguró la rápida difusión de todos los nuevos medios mecánicos, que permitían economizar la fuerza muscular del hombre y reemplazarla, en parte, por los nuevos dispositivos mecánicos. La técnica de albañilería y construcción permaneció prácticamente inmutable desde los días del Imperio Romano hasta la invención del concreto armado.

También fueron los romanos los inventores de la calefacción central: en los subterráneos de edificios públicos, termas y viviendas de los más ricos, se mantenía hirviendo una gran caldera de agua cuyo vapor era repartido mediante cañerías de plomo o greda cocida bajo los pisos de las habitaciones. Asimismo, datan de este período las primeras cloacas o sistemas de alcantarillado, los primeros puentes de arco y las primeras cúpulas o bóvedas características de la arquitectura romana.

## **EL METAL DESPLAZA A LA PIEDRA**

Alrededor del año 4000 a. de C., en plena edad neolítica, algún anónimo habitante de lo que es hoy el Irán encontró una extraña "piedra roja", que podía moldear a martillazos: un trozo de cobre metálico, como a veces se encuentra en estado puro en la superficie de la tierra. Tendrían que pasar siglos antes de que el hombre aprendiera a extraer el metal de los minerales, a fundirlo y refinarlo, a alearlo con el estaño para lograr ese material duro y relativamente indestructible, el bronce, que reemplazaría a la piedra pulida como materia prima de instrumentos y herramientas.



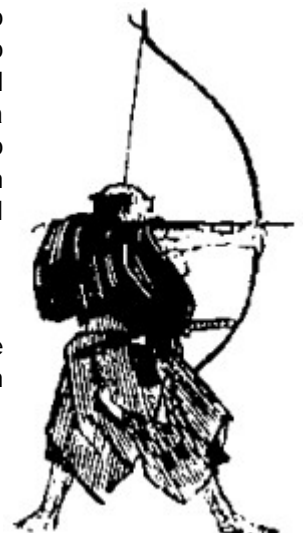
*ESCLUSA ANTIGUA. El poder creador del hombre inventa la esclusa. Supera de esta manera, el desnivel de dos sectores de un canal, el cual queda apto para la navegación.*

El uso del cobre, oro y plata primero esporádico y limitado a las regiones ricas en depósitos minerales, se extendió gracias al comercio; ya en el año 2000 a.C. el bronce, producido al comienzo sólo en aquellos lugares en que se encontraban depósitos minerales de cobre y estaño, se fabricaba intensivamente en numerosos centros de producción que empleaban estaño importado desde las lejanas islas Casitéridas o de lo que ahora llamamos el Cercano Oriente. Además de servir para la fabricación de cuchillos, lanzas, leznas, buriles y todo tipo de instrumentos, el bronce podía ser pulido, convirtiéndose así en material para hebillas, alfileres, anillos, pulseras y hasta espejos.

La extracción de los metales dio origen a la nueva ciencia de la metalurgia. Sus comienzos son materia de conjetura, es probable que para adornar su hogar, el hombre neolítico haya buscado las bellas "piedras de colores", azul, verde, rojizo, que contenían, sin que él lo supiese, una alta proporción de mineral cuprífero. Al encender una fogata encima de un piso forrado con trozos de mineral, éste se fundía y dejaba entre las cenizas una sustancia relativamente plástica, que podía moldearse a golpes, sin necesidad de astillarla como la piedra: una forma impura de cobre. Fue así como desde el comienzo el hombre adivinó que necesitaría la ayuda del fuego para extraer los metales de sus minerales.

Deduciendo y atando cabos, los desconocidos inventores del Neolítico comprendieron que era necesario encender el fuego sobre una cavidad en la cual se recogería el metal fundido, y concentrar su calor mediante un hornillo de piedras unidas con barro, para que llegase a la temperatura necesaria para fundir el mineral. Nació así el primer horno metalúrgico; pero pronto quedó en evidencia que la leña, único combustible conocido, producía sólo con mucha dificultad la cantidad requerida de calor. ¿Quién fue el artífice anónimo que descubrió que a menudo la leña semiconsumida dejaba entre las cenizas de un fuego apagado trozos de una materia negra y porosa que ardía produciendo un calor mucho más intenso? Nadie lo sabrá jamás: sólo podemos llamarle "el inventor del carbón de leña".

Soplando sobre el fuego era posible activar las llamas; este principio, conocido desde los albores de la Edad de Piedra, condujo a la creación de numerosos dispositivos de ventilación forzada, diseñados para producir un





viento artificial que avivase la combustión. Cañas y primitivos fuelles de membranas animales sirvieron para completar el proceso de extracción mineral. Y durante los milenios siguientes la metalurgia no requeriría de nuevas innovaciones esenciales: el primitivo horno de piedra se transformó en horno de crisol, y sólo después del Renacimiento creció para tomar la forma del cubilote y del alto horno actual; el carbón de leña se reemplazó sólo alrededor del año 1700, ¡hace menos de tres siglos! por carbón de origen mineral; la introducción de la energía motriz agrandó las instalaciones, aumentó y facilitó la producción de metal. Pero, hasta hace muy poco, la metalurgia se basaba en los mismos tres principios conocidos en el Neolítico, horno, carbón, ventilación, y en la aleación, que ya conocían los artesanos egipcios y sumerios, hace más de cuatro mil años.

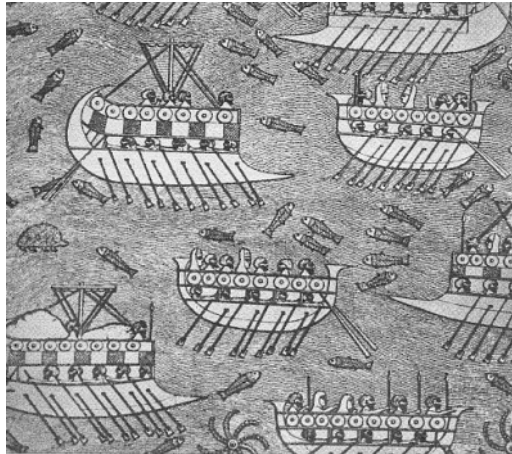
Muy pronto se agotaron los depósitos de minerales situados en la superficie de la tierra, y el hombre debió cavar entre rocas para buscar nuevos yacimientos, aprender a reconocer el mineral buscado, alumbrar los recovecos de sus galerías subterráneas, eliminar de ellas el agua y sostener artificialmente el frágil techo de sus excavaciones. Nació, en suma, la compleja técnica de la minería. Intuitivamente, los primeros mineros apuntalaron las paredes de sus corredores subterráneos con sólidos maderos unidos por vigas horizontales o, a veces, curvados hacia el centro para formar una ojiva. Siguiendo la caprichosa huella de las vetas minerales descubrieron también que era más conveniente extraer el mineral por la vía más corta, o sea, la vertical, en vez de sacarlo, carga por carga, desandando el largo camino de acceso. Se perforaron pozos por los cuales subida el mineral, auxiliado por un tronco horizontal alrededor del cual se envolvía la cuerda de la que colgaba la carga: fue el primer cabrestante.

Para dar forma al metal, surgió el moldeado y la fundición. Esta última técnica, conocida ya por los caldeos, pasó a Egipto y luego se expandió por el Mediterráneo, gracias al gran centro comercial de Micenas, productor de maravillosas figuras de bronce. Después, los griegos, los etruscos y finalmente los romanos perfeccionarían el proceso, reemplazando por yeso la cera de los moldes en que se daba forma a las diversas partes del objeto, uniéndolas enseguida. Un gran progreso fue el complejo procedimiento de fundición " *a la cera perdida* ", inventado en Samos, en el siglo VII a. de C., al que se deben las grandes obras maestras de la escultura antigua y, más tarde, del Renacimiento.

Durante la Edad Media, los árabes introdujeron la técnica de la " *forjadura en paquete* ", soldando capas alternadas de acero duro y dulce, obteniendo un material muy elástico y muy resistente, que hizo famosas las hojas de espada de Damasco y de Toledo. Diversas innovaciones perfeccionaron la metalurgia del hierro, después del Renacimiento, y a mediados del siglo XIX aparecería el inventor que transformaría la artesanía del metal en gran industria: Enrique Bessemer, cuyo convertidor haría posible la producción masiva, económica y fácil del acero, material indispensable para los ferrocarriles, barcos y máquinas a vapor.

## **LOS TRANSPORTES: DE LA Balsa AL TRANSATLANTICO**

Desde los tiempos más remotos, el agua fue, para el ser humano, condición indispensable de vida: y los primeros vestigios del hombre, siempre aparecen a orillas de ríos, lagos u océanos.



*FLOTA MARÍTIMA. La flota de Senaquerib, cuyo grabado fue captado de un bajorrelieve asirio, constituye un testimonio del espíritu aventurero y belicoso del hombre, incitado aún más por la navegación.*

Antes de inventar recipientes para transportar el indispensable líquido, Homo Sapiens no podía alejarse de sus fuentes; pero como sus cacerías le obligaban a recorrer grandes distancias, comenzó a utilizar los propios ríos como vías de comunicación.

Los comienzos de la navegación se pierden en las oscuridades de la Prehistoria. El hombre del Paleolítico conocía ya el bote formado de un tronco, la balsa, y también el primitivo kayak de cuero usado hasta hoy por los esquimales. Más tarde aprendería a cavar con el hacha o mediante el fuego el tronco del árbol, dando nacimiento a la canoa.

Restos de remos y balsas anteriores al Neolítico se han encontrado en depósitos fósiles, cerca de Lübeck, en Alemania, y Perth, en Escocia. Además, el hecho de que desde tiempos muy remotos estuviesen habitadas islas y archipiélagos a menudo alejados del continente, Creta, Cerdeña, las Islas Británicas, Heligoland, sugiere la existencia de sólidas balsas, capaces de afrontar el oleaje marino.

Por otra parte, ya en el cuarto milenio precristiano, Egipto conocía la barcaza, usada para el tráfico fluvial por el Nilo, y junto con los primeros faraones apareció el velamen sobre estas embarcaciones. Alrededor del año 2500 a. de C., numerosos navíos de carga surcaron el Mediterráneo, iniciando así una época de exploración e intercambio comercial que daría nacimiento a la civilización.



*CANOAS. El hombre al horadar con fuego o cavar con hacha un tronco, creó la primera canoa. Al reemplazar los remos por la vela, comenzó a aprovechar las energías naturales. Posteriormente se resolvieron los problemas de equilibrio, resistencia y velocidad*

Hasta el siglo XIV a.C. predominó la potencia naval cretense; más tarde, los fenicios le arrebatrían su antigua hegemonía.

El primer navegante fue, sin duda, un hombre aferrado a un madero. Más tarde comprendería que era más cómodo viajar a horcajadas sobre su "embarcación", y que mediante una gruesa rama que tocara el fondo podría acelerar o cambiar de dirección. Después aplicaría sus

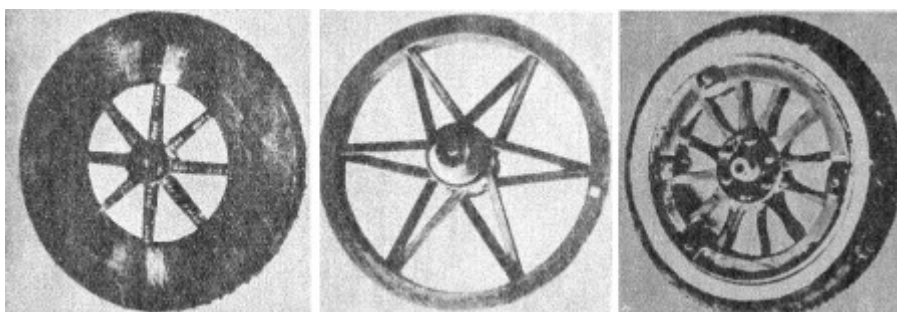
conocimientos de fibras vegetales y mimbres, que ya le servían para forrar, entretejidas, el techo de su choza, y con ellos ligaría varios troncos construyendo una balsa. Muy pronto descubriría, sin embargo, que el ancho de la proa encontraba resistencia en el agua, y daría a su bote la clásica forma de huso, para aumentar la velocidad.

Hacia el año 1500 a.C. aparece el timón, que al comienzo no fue más que un remo fijo a la popa; en el siglo VI a. de C., el marino griego Eupalamos inventa el ancla de un solo brazo, la que es perfeccionada algunos decenios más tarde por el escita Anacarsio dándole la forma que conserva hasta hoy. Ya desde el siglo anterior han aparecido en el Mediterráneo naves que agregan a la vela una hilera de remos, y alrededor del año 700 a.C. un estratega anónimo inventa el navío de guerra impulsado por 200 remeros dispuestos en tres filas: el trirreme.

Bordeando las costas, sólo los fenicios osaron afrontar el mar abierto, los navegantes de la Antigüedad exploran un mundo desconocido, entran en contacto con pueblos lejanos, transmiten conocimientos insospechados, buscan nuevas fuentes de riqueza, crean el intercambio y el comercio internacional. Vasijas y copas, joyas y esclavos, telas fenicias y ungüentos egipcios, vino y aceite, ánforas de greda y jarras de cristal atraviesan el mar para ser canjeados por trigo, minerales, lana y cuero. Técnicas y conocimientos se expanden por las márgenes del Mediterráneo, y la proa de las galeras avanza, cual vanguardia civilizadora, desde las costas palestinas y los archipiélagos egeos, hasta Gibraltar, tejiendo una nueva red comercial que unirá el mundo.

## DE LA RUEDA DE UR AL ANTEPASADO DEL AUTOMOVIL

Del reloj a la turbina, de la locomotora al monopatín, la rueda y el engranaje rotatorio forman parte tan intrínseca de nuestra vida que resulta difícil pensar en la existencia de una civilización que desconociera el principio de este instrumento esencial del movimiento. Y sin embargo, muchas grandes civilizaciones indoamericanas jamás llegaron a descubrirla y son innumerables los inventos, el arco, el tomo, el telar, el horno, el barco, el taladro, el trineo, el arado, creados por el hombre antes de la rueda.



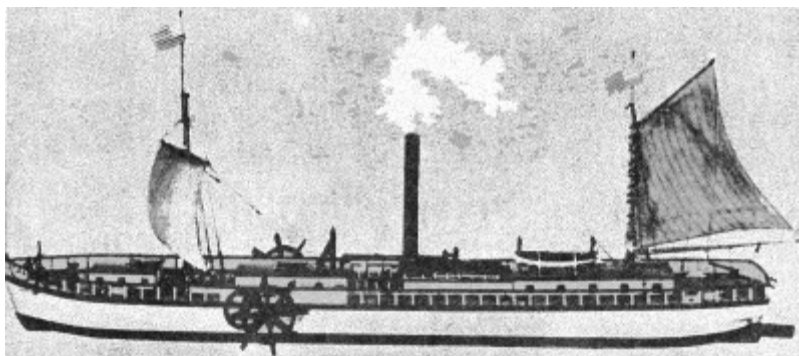
*LA RUEDA. Apareció alrededor del 3500 a.C. Los grabados muestran la evolución de una rueda del 700 a.C. (Asiria), la rueda acampanada de Leonardo y un neumático con clavos de comienzos del siglo XX*

¿Cómo se las ingeniaba el hombre para transportar objetos pesados antes de que el desconocido filósofo súmeru utilizara por primera vez la moda? Comenzó llevándolos sobre sus espaldas, para emplear más tarde cestas o angarillas que permitían repartir el esfuerzo entre dos o más pares de brazos. Ya alrededor del año 2500 a. de C., los pueblos primitivos de Escandinavia conocían el trineo, empleado también, mucho más tarde, en Mesopotamia y en Egipto, especialmente para el transporte de obeliscos, estatuas y grandes bloques de piedra. Los esquís, pese a que las primeras evidencias que poseemos datan sólo del tercer milenio antes de Cristo, fueron, probablemente, inventados mucho antes entre los pueblos nórdicos; y los rodillos para transportar cargas pesadas, datan del tiempo de las pirámides. Pero la rueda, que aparece alrededor de 3500 en Mesopotamia, no se emplea al comienzo para el transporte; se aplicará para "mecanizar" la alfarería y para facilitar el riego, transformándola, respectivamente, en rueda de alfarero y rueda de agua provista de cubos que recogen el agua del río y la vuelcan sobre la tierra.

Mil años después de su invención, la rueda de carro aún se compone de tres sectores sólidos, rodeados por un aro de cobre. Entre los años 2000 y 1500 antes de Cristo aparecen en Persia oriental, ruedas de rayos, que muy pronto se dan a conocer en Egipto (hay una en un bajorrelieve de una tumba tebana, del año 1600 a.C. y un siglo más tarde, en Cnossos y en Micenas. Alrededor del año 1000 a.C. ya se han difundido en toda Italia los carros de dos ruedas con el auriga de pie, y en los últimos cuatro siglos de la era precristiana aparecen carros cada vez más grandes y sólidos, para el transporte de carga y pasajeros.

En el año 45 a.C. se promulgó una ley destinada a solucionar un problema que nos parece muy característico de nuestros tiempos: el atochamiento de calles y avenidas urbanas, causado por la excesiva cantidad de carruajes que circulaban por el centro de Roma. La *Lex Julia Municipalis* limitó las horas en que los vehículos podían ocupar la calzada, permitiendo sólo peatones durante los períodos de mayor movimiento.

Más tarde el carro sería modificado para darle mayor velocidad y comodidad. En el siglo XIII reaparece la carroza, para uso de los nobles, mientras los constructores de las catedrales inventan la carretilla; doscientos años más tarde aparecen en Francia los primeros vehículos con la cabina de pasajeros suspendida mediante correas, primer intento de amortiguar las asperezas del camino. Pero continuamente, inventores y mecánicos buscan la posibilidad de construir un vehículo que prescindiera del caballo y se moviera por sus propios medios: un automóvil. El sueño sólo se hará realidad después de la invención del motor de combustión interna.



*LOCURA DE FULTON. En 1807, el "Clement" de Fulton fue echado al agua en Estados Unidos. Comenzaba de esta forma la era de la navegación a vapor. Alguien calificó este avance como "la locura de Fulton", quien era además un buen dibujante proyectista*

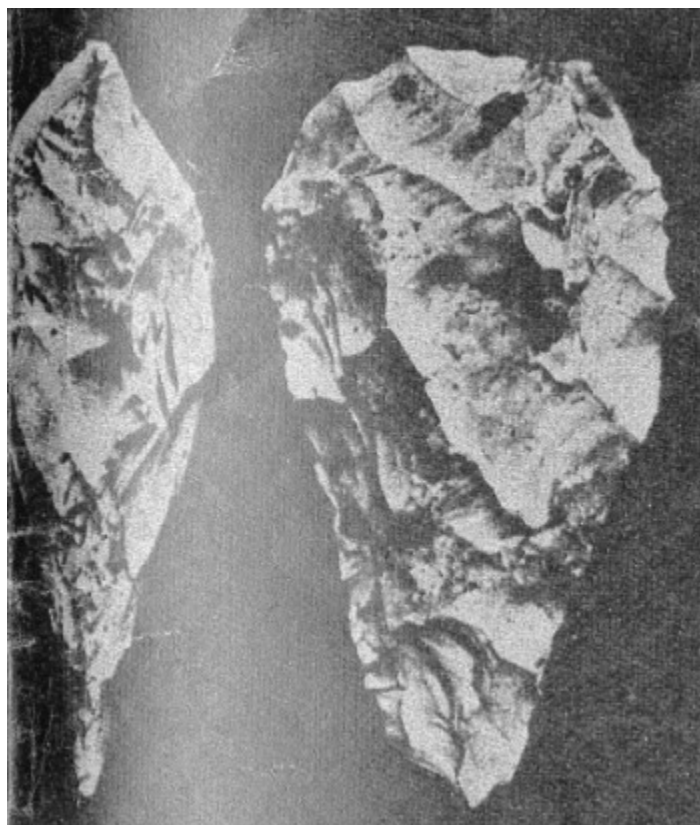
Entretanto, sigue la tracción a caballo como principal sistema de transportes. Junto al derrumbe del Imperio Romano se inició la decadencia de las magníficas carreteras construidas por los Césares; la Edad Media significa el estancamiento de la civilización; la economía feudal no requiere contactos entre los centros poblados, ni fomenta el desplazamiento de la gente; los únicos viajeros son los sufridos peregrinos que atraviesan el continente en cumplimiento de promesas sagradas... Durante el primer milenio cristiano la evolución de los medios de transporte se estanca y retrocede: la litera desplaza al vehículo, y sólo el Renacimiento volverá a dar nuevo impulso a la inventiva del hombre en este campo. Y a partir del año 900 de nuestra era el caballo cuenta con herraduras, lo que le convierte en una máquina más eficaz, y vuelve a implantarse el uso paulatino de carros y carruajes.

## **EL ATAQUE Y LA DEFENSA**

Si la caza era la guerra contra una especie inferior, el Homo Sapiens muy pronto concibió la lucha contra sus propios hermanos de especie como rodeada por cercos de tierra y piedras. Después vendrán las murallas fortificadas con almenas y torres de guardia, que rodean, ya sea una ciudad completa, Nínive o Babilonia, ya sea un pequeño recinto estratégico ocupado por una guarnición permanente. Paulatinamente, este último tipo de reducto fortificado se transformará en el castillo medieval.



Las armas mismas evolucionan sólo muy lentamente. El arco seguirá empleándose durante milenios; en el primer siglo de nuestra era los Romanos inventarán la ballesta, que sólo se difundirá en su forma definitiva alrededor del siglo X. Era un arco de acero, montado sobre un tronco de madera o cureña, provisto de culata para apoyarlo en el hombro: las flechas o "virritones" que lanzaba producían heridas tan terribles que el Papa Inocencio III autorizó a las naciones cristianas a emplear la ballesta únicamente contra los infieles. Ricardo Corazón de León no hizo caso de la prohibición, y en el sitio de Chalus cayó mortalmente herido por un virotón; por mucho tiempo se consideró su muerte un castigo del cielo.



*DOBLE FUNCION. Piedras astilladas fueron armas y herramientas de trabajo.*

La honda, también originaria del Paleolítico, daría origen ala catapulta y otras máquinas bélicas similares. Otra arma de lanzamiento, usada hasta hoy por los nativos del Amazonas, es la cerbatana: primer arma que aprovecha un impulso energético externo. Y así como en la cerbatana podemos vislumbrar el antepasado lejano del cañón, así en la flecha envenenada del pigmeo o la lanza ponzoñosa del bosquimano se adivina ya la futura guerra química.

## **EL AGUA Y EL VIENTO**

Para el hombre primitivo, el agua no era solo bebida y medio de riego; pronto se convirtió también en necesidad higiénica y curativa, en vía de comunicación, en trinchera natural que le protegía de sus enemigos, en principio natural, que regulaba la fertilidad de sus campos. Surgieron las redes de irrigación, las cañerías bajo presión, ya se las conocía en Cnossos y en las antiquísimas ciudades del Asia Menor, los acueductos de Corinto, Sarros y Siracusa, y el famoso acueducto de Eupalino, del siglo VI a.C. excavado en roca viva a lo largo de un kilómetro revestido interiormente por ladrillos. Llegó el momento en que un total de once acueductos llevaban a la capital imperial de Roma un total de un millón de metros cúbicos (mil millones de litros) de agua al día, y la maciza instalación de *Aqua Martia* transportaba el líquido elemento a casi cien kilómetros de distancia. Galerías, puentes, arcadas y otros restos atestiguan la amplitud de estas magistrales obras de ingeniería en todos los rincones de lo que fue el Imperio Romano: son especialmente célebres los acueductos de Tarragona, Segovia, Nimes, Lyon, Marsella, París y Cartago. Pero ya entre los años 3500 y 3000 a.C. en vísperas del gran florecimiento de las

dinastías egipcias y mesopotámicas, los habitantes neolíticos del Cercano Oriente debieron iniciar grandes labores de disección de pantanos e irrigación, a fin de poder dedicar a la agricultura los vastos márgenes del Nilo y de los ríos Tigris y Eufrates. Fue el mismo período en que nació, en la misma región, la rueda y la escritura, y se desarrollaba la metalurgia y la navegación: fue la verdadera víspera del amanecer civilizado, el instante clave en que la construcción de barreras y diques, la excavación de canales e instalación de cañerías, el estudio del comportamiento de los ríos y sus variaciones estacionales obligaron a los clanes egipcios a aglutinarse, a consolidar una comunidad, a buscar una autoridad central que organizara la gigantesca labor: a formar, en suma, la primera nación, el primer Estado de la historia.

Los asirios y babilonios en Mesopotamia, los fenicios en Siria y Cartago, los hebreos en Palestina, construirían más tarde las densas redes de canales, diques y piletas que les permitieron fertilizar sus desérticos territorios. Más tarde, en el siglo XIII de nuestra era, vendría el primer sistema de esclusas para superar el desnivel entre dos trechos navegables de una vía fluvial: un invento que cambió el mundo moderno, permitiendo la navegación por el canal de Panamá.

## UBICÁNDOSE EN EL OCEANO

*"Los navegantes tienen una brújula, que en el medio lleva enclavada, con un perno, una ruedecilla de papel liviano que gira en torno a dicho perno; dicha ruedecilla tiene muchas puntas y una de ellas lleva pintada una estrella traspasada por una Punta de aguja..."*

Francesco de Buti y Giovanni de Ferravalle, personajes reales de la "Divina Comedia" que vivieron en el siglo XIV, nos describen así una brújula idéntica a las de hoy. Se ha dicho repetidamente que los primeros inventores del indispensable instrumento fueron los chinos, pero algunos historiadores recalcan que, si bien la vieja Catay conocía instrumentos que aprovechaban los fenómenos magnéticos, ellos eran muy rudimentarios; y que la brújula del Mediterráneo fue adaptada de inmediato por los árabes, quienes la llevaron a Oriente y posiblemente hicieron que la conocieran los propios chinos.



*ASTROLABIO hecho por los árabes en el siglo XII. Está basado en el principio del cuadrante.*

Para guiar a los navegantes, los árabes perfeccionaron también el viejo astrolabio o cuadrante de los babilonios, que consistía en un hemisferio hueco, en el que giraba una esfera-mapa de las

principales estrellas o constelaciones. Ya Tolomeo había simplificado el artefacto, proyectando el mapa curvo sobre un plano; ahora los árabes se convertirían en los más famosos constructores de astrolabios y cuadrantes, instrumentos más complejos que resolvían numerosos problemas astronómicos y trigonométricos. En el siglo XVIII aparecería el sextante, sustituto definitivo de todos los anteriores instrumentos de medida. Su versión perfeccionada se usa hasta hoy

## LA LUZ, LA OPTICA Y LOS ANTEOJOS

Para el hombre medieval, la luz y los colores violentos y puros, los contrastes cromáticos vividos de sus tapicerías y vitraux dan fe de ello, tenían un significado no sólo estético, sino místico. No es sorprendente, entonces, que en pleno siglo XII el filósofo Roberto Grossatesta elaborase una osada doctrina, según la cual la energía creadora del mundo no era otra cosa que la luz, que procede de Dios y se condensa, formando diferentes estructuras geométricas, para dar origen a las sustancias naturales o elementos: teoría que se acerca bastante a las conclusiones de la física moderna, que establece la energía como fundamento del universo y componente único, en última instancia, de toda materia.

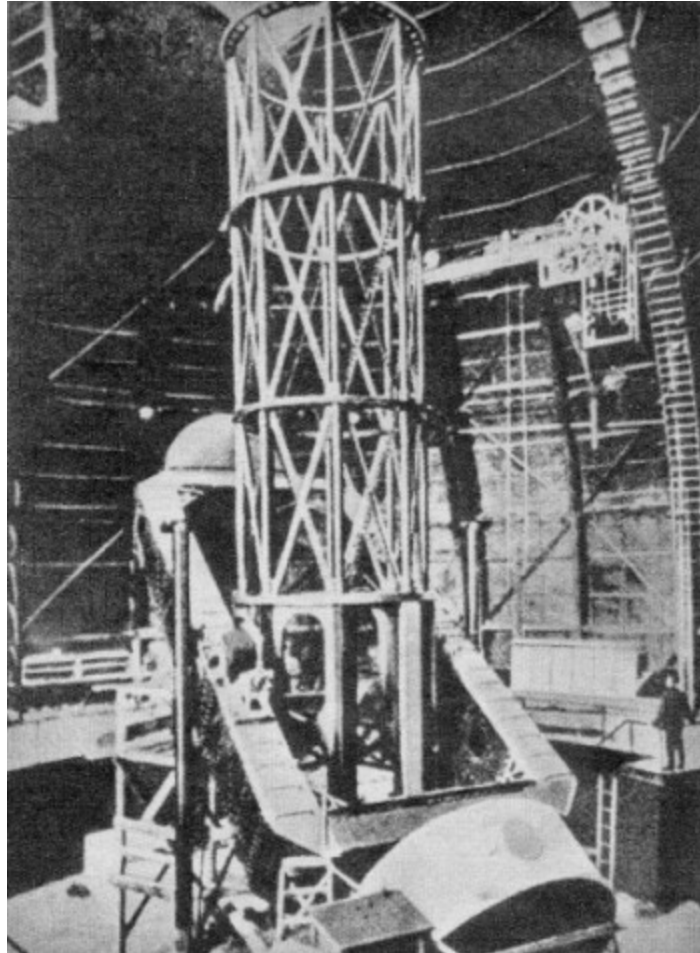


*QUEVEDOS. La forma en que el estudioso medieval tiene colocados los lentes se denomina "pince-nez" o quevedos. La fecha de la invención de los anteojos no está clarificada.*

Los conocimientos medievales abarcaban tanto los descubrimientos de Arquímedes, inventor de los " *espejos ustorios* ", lentes potentes mediante los cuales había incendiado las naves romanas que sitiaban Siracusa, como las teorías de Euclides, expuestas en sus textos "Optica" y "Catróptica". Pero saliendo del marco antiguo de las teorías, en pleno siglo XIII, el sabio inglés Roger Bacon declara: "Esta ciencia es indispensable para el estudio de la teología y del mundo... Es la ciencia de la visión y un ciego, se sabe, no puede conocer nada de este mundo." La óptica será la base; de la nueva actitud filosófica ante el conocimiento: la que descuenta las creencias tradicionales para oponerles la experiencia del observador, quien solo afirma lo que "ha visto por sus propios ojos".

Y lo que puede ver el ojo humano constituye un campo que se ampliará gracias a los nuevos instrumentos ópticos: el lente, en primer término, llamado así por su forma, que recuerda una lenteja. Ese lente que, colocado en una armadura apropiada, comenzará por corregir los defectos de la visión, gracias a los anteojos...

¿Cuándo se inventaron los anteojos? La fecha exacta no ha sido determinada, pero existe un antecedente concreto en el texto de un sermón pronunciado por el fraile dominicano Giordano de Pisa, en 1306: " *Aún no han pasado veinte años desde que se encontró la manera de fabricar lentes de vidrio que permiten una buena visión de las cosas...* " Otras referencias, correspondientes también a las primeras dos décadas del *siglo XIV*, permiten establecer que se trataba de lentes biconvexos para corregir la presbicia, enfermedad mucho más frecuente que la miopía. El lente cóncavo para miopes sólo aparece cien años más tarde. La armadura se colocaba a horcajadas sobre la nariz, al estilo "pince-nez" o quevedos; pero ya en el *siglo XVI* aparecen las armaduras de tipo moderno, que no han cambiado desde entonces.



*TELESCOPIO. Desde GALILEO, el hombre comenzó a descubrir los secretos de la "Via Láctea" mediante el telescopio. la escena capta el perteneciente al Observatorio de Monte Wilson, ubicado en California, cuyo espejo tiene un diámetro de 2,50 metros*

Los lentes permiten ver "de cerca" objetos infinitamente pequeños o infinitamente lejanos; esta propiedad de la revolucionaria invención, sin embargo, sólo será comprendida algunos siglos más tarde, cuando Galileo fabrique el telescopio, y, más tarde aun, se perfeccione el microscopio.

## **DEL MANUSCRITO AL LIBRO**

El fin de la Edad Media coincide con uno de los grandes hitos de la evolución de la cultura humana; la invención de la imprenta, que convertiría en objeto indispensable, a la vida cotidiana, lo que antes había sido pasatiempo de los acaudalados y ociosos: el libro, el periódico, el diario.

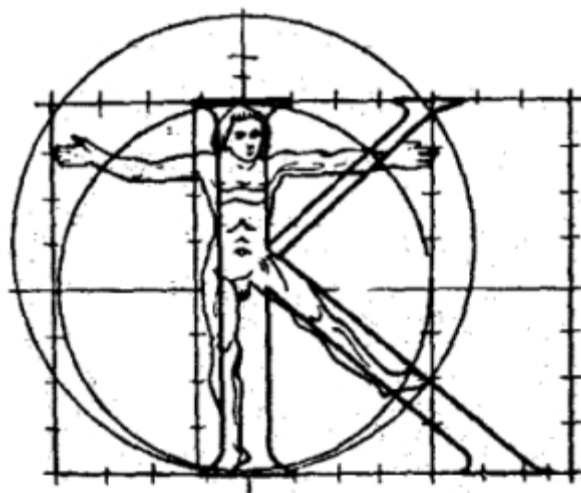


*LA IMPRENTA. Un prensista acciona el tornillo de una prensa primitiva, similar a la de Juan Gutenberg.*

Como etapa previa de la generalización de la imprenta se produjo el perfeccionamiento del papel. Como en muchos otros campos del saber, también aquí los chinos se adelantaron a Occidente; en el primer siglo de nuestra era, mientras Occidente todavía escribía sobre gruesos pergaminos, los súbditos del Celeste Imperio ya habían aprendido a obtener de las fibras de la morera o el bambú una pasta que se extendía y alisaba sobre armazones de caña, formando hojas flexibles y lisas. Una vez más los árabes hicieron de transmisores de nuevos logros culturales: aprendieron la técnica china, la perfeccionaron utilizando trapos de lino en vez de fibra vegetal, y en el siglo XI establecían sus primeras fábricas de papel en España.

Cien años después, el invento había pasado a los países de Occidente y en Italia se comenzaba a manufacturar un papel de excelente calidad.





*LETRA K incluida en un cuadro de relaciones geométricas, que rigen la armonía del cuerpo humano.*

En cuanto a la tinta, ya los egipcios usaban el negro de humo para preparar un líquido de intenso color negro-azulado, que ha resistido los milenios, sin palidecer, como lo comprueban los restos de sus papiros. Pero la "tinta china", como su nombre lo indica, fue también fruto del ingenio oriental, y se cree que su descubrimiento se remonta al año 3000 a.C. Los monjes europeos que transcribían incansablemente el texto de evangelios y sermones, también elaboraron nuevos compuestos químicos, que hacían más permanente el fruto de sus labores, y después de la invención de la imprenta en Occidente sus investigaciones servirían de base para preparar tintas tipográficas cada vez más perfectas.

La fatiga, que significaba copiar a mano, una y otra vez, los mismos textos hizo surgir, ya en el siglo III, la idea de grabar los signos sobre una plancha de madera, empaparla de alguna sustancia colorante y prensarla repetidas veces sobre hojas de pergamino. El sistema llamado xilografía fue usado por los fabricantes de paño egipcios, en el siglo VI, y por los artesanos italianos, en el siglo XII; también se utilizó para ilustrar con grabados la famosa "Biblia de los Pobres" de Heidelberg (s. XV), una especie de historieta dibujada con el texto añadido a mano. Pero el sistema requería grabar en la plancha todo el contenido de una página, y la matriz comenzaba a resquebrajarse al cabo de muy poco tiempo. El paso siguiente, tipos móviles, con los que podían formarse las palabras para después desarmar la página y volverlos a usar en otras combinaciones, sólo sería dado por Gutenberg.

Sin embargo, ya en el año 1041, un tal Pi Sing había discurrido moldear en arcilla los diferentes signos alfabéticos chinos, hornear la greda y fijarla sobre soportes de madera. Pero sus "caracteres móviles" tenían el mismo defecto que la plancha xilográfica: absorbían mal la tinta, y no soportaban un uso demasiado intensivo. Sólo a mediados del siglo XV un anónimo artífice coreano dio con la solución: caracteres móviles en metal. Casi simultáneamente, en 1440, Juan Gutenberg daba a conocer el mismo invento en Maguncia, perfeccionado gracias al uso de la prensa de imprenta, que permitía realizar el procedimiento en forma rápida y eficaz. Después de la primera Biblia de Maguncia (1445), el nuevo procedimiento se difundirá con gran velocidad por todo el mundo civilizado.

Los grandes artistas del Renacimiento, de Pacioli a Durero, diseñarán hermosos alfabetos, dando origen al arte de la tipografía; más tarde, numerosas innovaciones técnicas, la litografía, la cromolitografía, el fotograbado, unidas a la invención de nuevas máquinas, la prensa rotativa, la linotipia, darán cada vez mayor agilidad y perfección al arte de la imprenta. En los cuatro siglos y medio transcurridos desde la primera prensa de Gutenberg, hasta la linotipia automática de Mergenthale (1886), la multiplicación de la palabra impresa trajo consigo una revolución cultural de proporciones inimaginables, para quienes vivieron antes de este trascendental paso adelante en la historia de los inventos.

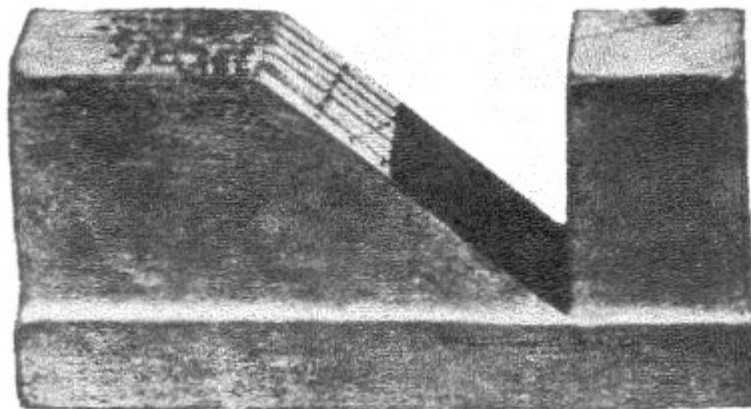
## LA MEDICION DEL TIEMPO

La salida y puesta del sol, el ciclo de las estaciones, el ritmo de las mareas, fueron los primeros elementos que permitieron comprender al hombre primitivo ese misterioso fenómeno que es el transcurso del tiempo. En alguna imprecisa época, en Caldea o en China, nació el primer instrumento que permitía medir el largo de la jornada, largo determinado por la salida y la puesta del sol: el gnomon, consistente en un simple bastón o varilla clavada en el suelo, cuya sombra formaba una especie de aguja móvil que, al desplazarse por varias marcas dispuestas en forma de abanico, marcaba los diversos momentos u horas del día.

El progreso de los conocimientos astronómicos permitirá perfeccionar este instrumento primitivo: ya en el siglo VIII a. de C., el rey Achaz hará construir en Jerusalén un cuadrante solar, inventado por los egipcios o los babilonios, más de un milenio antes de nuestra era. Este instrumento, compuesto por una aguja rígida y una base esférica o cilíndrica, permite precisar con gran exactitud las horas del día, sea cual sea la estación del año o la ubicación geográfica; y aun después de la invención del reloj mecánico es costumbre regular el nuevo artefacto según un cuadrante, a fin de controlar su exactitud.

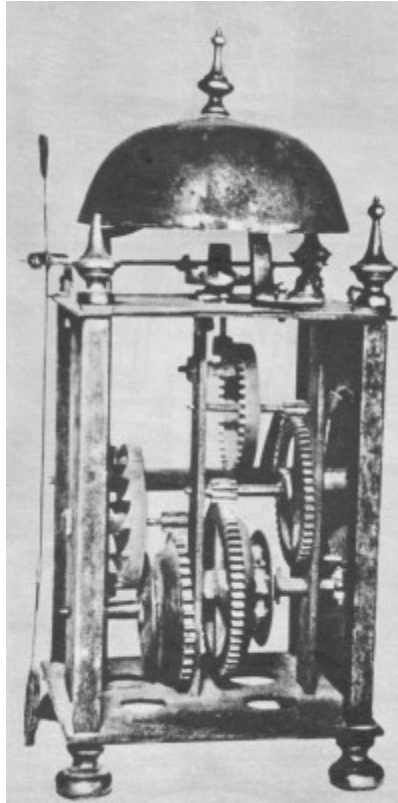


*CALENDARIO: Este calendario mensual de la Isla de Sumatra es considerado como uno de los sistemas más elementales para la medición del tiempo, la que se hacía en forma manual.*



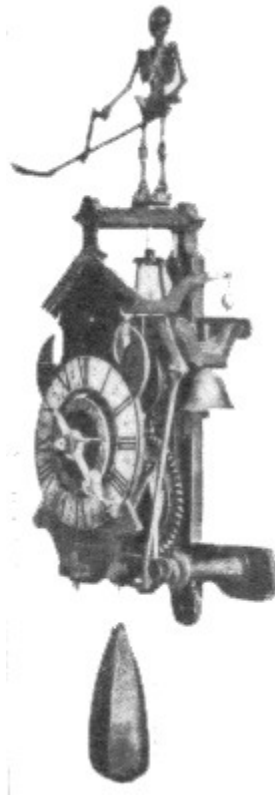
*CUADRANTE SOLAR GRIEGO. La sombra de la columna revela el desplazamiento del sol*

Más tarde, en la Edad Media, encontramos el "reloj de cera", o vela dividida en segmentos, cada uno de los cuales requería un tiempo determinado para consumirse. También se difundieron, desde la Antigüedad, las clepsidras o relojes de agua: recipientes provistos de un pequeño orificio por el cual se vaciaba, a un ritmo constante y mensurable, el agua que contenían.



*DESPERTADOR. Fabricado en el año 1600. Se aprecia el característico mecanismo de "verge and foliot". El reloj de la catedral de San Pablo en Londres estaba basado en ese principio.*

El sencillo principio sirvió de base a aparatos más complejos y lujosos, como el reloj de agua del célebre Ctesibio de Alejandría (s. III a.C.), provisto de un sistema de ruedas dentadas, o la lujosa clepsidra de cobre y oro enviada por el califa Harun-al-Raschid al Emperador Carlomagno, que al dar cada hora dejaba caer el número correspondiente de bolitas metálicas sobre un platillo, dando así los golpes debidos. También el reloj de arena data de la Antigüedad, y siguió usándose hasta el siglo XVIII.



*RELOJ DE PESAS. Representó una forma primitiva del reloj mecánico*

Muy pronto, el ingenio humano comprendió que era posible dividir el fluir del tiempo en segmentos iguales, así como era posible dividir el espacio, gracias a un ritmo fijo, producido por un "organismo regulador": el péndulo o balancín. Pero el roce del aire va frenando el movimiento pendular, y es necesario proporcionarle una nueva fuente de fuerza: un peso o un resorte. Y finalmente se requiere un indicador o aguja que traduzca en movimiento espacial las mediciones temporales, recorriendo un círculo subdividido en horas y minutos; o, mejor todavía, dos agujas que se muevan simultáneamente, con diferente velocidad.

El descubrimiento de todos estos principios del reloj moderno se extendió a lo largo de varios siglos. La forma más primitiva, el reloj de pesas, primó a lo largo de la Edad Media: se le menciona por primera vez en el "Libro del Saber de Astronomía" escrito en la corte de Alfonso el Sabio, en el siglo XIII. De los primeros años del siglo siguiente datan varias referencias a relojes provistos de sistemas de ruedas dentadas, existentes en Italia y en Alemania, y ya a mediados del siglo XV aparecen los primeros relojes de resorte. El más antiguo que se conserva perteneció a Felipe III, el Bondadoso, de Borgoña, y fue construido entre los años 1429-1435, por el relojero Pierre Lombart y el orfebre Jehan Pentin; su mecanismo constituye una etapa previa para la invención de máquinas, cada vez más pequeñas, que menos de un siglo más tarde permitieron la fabricación de los primeros relojes portátiles o de bolsillo.

Alrededor de 1510, el orfebre alemán Peter Henlein creó los "huevitos" de Nuremberg, verdaderas maravillas de orfebrería: pequeños relojes, que los gentileshombres comenzaron a llevar consigo, ya que el resorte volvía obsoletas las voluminosas pesas que antes hacían funcionar los relojes de pie o sobremesa.

En cuanto a los relojes de uso público, se remontan al siglo XIV. Ya en 1324, Richard Wallingford, abate de Saint Albans en Hertford, Inglaterra, hizo construir un gran reloj astronómico con planetario, que fue llamado "Albiod". Del año 1328 data el gran reloj de pesas colocado en la torre de la iglesia de San Gottardo de Milán, por Guglielmo Zelandino, y en 1344, la ciudad de Padua hizo instalar uno semejante. La maravilla mecánica más elaborada de la época fue un reloj con carillón de campanas y figuras alegóricas, instalado en la catedral de Estrasburgo por un maestro cuyo nombre no se conserva, en el año 1352.

Galileo diseñará en el ocaso de su vida, el primer reloj de péndulo, perfeccionado por el físico holandés Huygens, en 1558. Algunos años más tarde, el mismo inventor ideará el resorte regulador de espiral, el que sustituiría al péndulo en los relojes de bolsillo y abriría el camino a nuevos perfeccionamientos hasta que, a comienzos del siglo XIX, el relojero suizo Berthoud, inventará el cronómetro.

En la actualidad, los adelantos de la electrónica permiten fabricar instrumentos de inimaginable precisión capaces de medir el tiempo por la milésima parte de una millonésima de segundo. También se usan, en los laboratorios nucleares, relojes atómicos, que se basan en las oscilaciones periódicas que experimentan los átomos componentes de ciertas moléculas estables, como el amoníaco o el cesio. Una vez, más, la periodicidad de ciertos acontecimientos naturales, en vez de una oscilación artificialmente inducida, sirve al hombre para medir el tiempo, como antaño lo hicieran los movimientos del sol o los latidos de su propio corazón.

## "LA SABIDURIA ES HIJA DE LA EXPERIENCIA"

*"El espíritu no es voz. No puede existir voz donde no existe movimiento y percusión de aire; no puede existir percusión de aire donde no existe instrumento, no puede existir instrumento incorpóreo; siendo así, un espíritu no puede tener voz, ni forma, ni fuerza."*

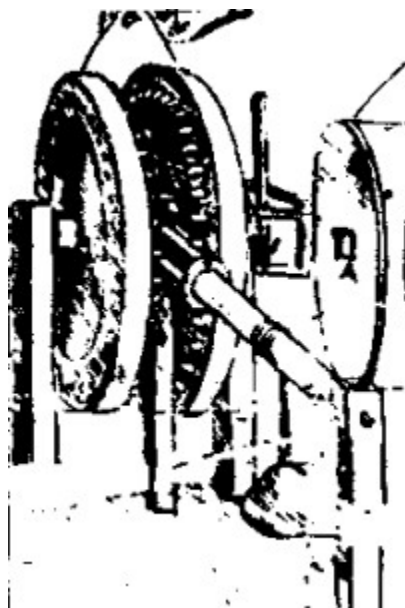
Padre de todas las invenciones hechas después de él, Leonardo da Vinci fue el primer sabio moderno, el primero que absorbió numerosos datos observados en la naturaleza; con espíritu estrictamente: científico el primero que fue, realmente, un ingeniero, constructor de máquinas e implantador de nuevas realidades en el mundo.



*BOSQUEJOS DE LEONARDO. Leonardo estudió en vivo y realizó dibujos de la estructura del cuerpo humano. Hizo esquemas sobre los sistemas circulatorio, muscular y respiratorio.*

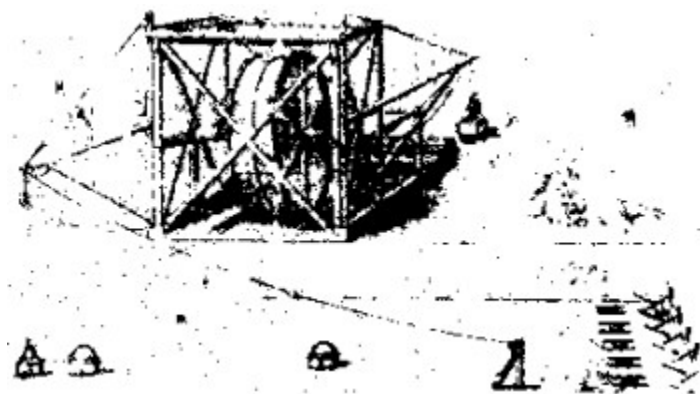
Antes de su tiempo se pensaba que quien se ocupaba de teología o poesía era más admirable que aquel que pintaba, construía edificios, ideaba máquinas; fue Leonardo quien hizo comprender a la humanidad que una ciencia es tanto más admirable cuanto más exacta, sin importar su tema. Después de él, los fenómenos observados ya no se relatan ni se relacionan con posturas metafísicas: se miden, se pesan, se evalúan ella cuantitativamente, con estricto criterio científico. Y en eso reside la mayor grandeza de un genio; en esa nueva actitud frente a la Naturaleza y la ciencia, que su paso por el mundo impuso a quienes le siguieron.





*TRANSFORMADOR. Por medio de engranajes, el movimiento alternado es transformado en movimiento rotatorio. Leonardo aclara así el principio del sistema de "biela-manivela"*

El fabuloso alcance de su curiosidad es proverbial, como lo es la amplitud de sus intuiciones y anticipaciones: el tanque, el acorazado, el carro automotor, la máquina a vapor, el submarino, el casco de buzo, el helicóptero, la sierra hidráulica, la excavadora mecánica, la máquina fileteadora de barras metálicas, el puente parabólico, la hilandería mecánica, el avión, el paracaídas, aparecen esbozados, algunos en forma muy primitiva, pero reconocible y otros perfectamente elaborados, en sus obras.



*TRANSPORTE DE TIERRA. Mediante una rueda accionado manualmente, esta máquina transporta tierra excavado. Leonardo da Vinci lo empleó en sus proyectos urbanísticos de la época.*

Pero ni esta intuición genial, ni sus asombrosos talentos como pintor, escritor, botánico, anatomista, óptico, arquitecto, técnico militar, mecánico, geólogo, cartógrafo y astrónomo, son los que le dan una posición única en la historia del progreso humano, sino su actitud filosófica, decisiva para el futuro de la ciencia: la certeza de que ningún conocimiento del hombre es definitivo y eterno, que siempre será posible descubrir hechos nuevos, someter la masa de datos a adiciones, revisiones, interpretaciones nuevas. Ya no bastará decir: "Tal cosa es así, porque Aristóteles lo dijo, o porque lo dice la Biblia"; ahora será necesario observar, ver, medir, precisar. "La sabiduría," dirá Leonardo, "es hija de la experiencia". Y tanto el arte como la ciencia no tienen por objeto encuadrar el mundo dentro de un esquema preconcebido, sino conocer la Naturaleza, conocer la verdad de las cosas.

Después de Leonardo aparecerán nuevas generaciones de ingenieros, inventores y creadores de nuevas máquinas. La humanidad progresará a pasos agigantados. En 1540, Vannoccio Biringuccio

publicará su "Pirotechnia", en que describe nuevas herramientas metalúrgicas y fórmulas para preparar pólvora; en 1556, el "De Re Metallica" dará a conocer nuevas técnicas de extracción de metales; en 1588, Ranielli publicará en París una recopilación de más de cien nuevas máquinas, entre las que figuran diversos tipos de molinos, de rueda, viento y tracción animal, instalaciones de riego, bombas para secado de granos, grúas movibles, sistemas de ruedas dentadas... A lo largo del siglo XVII surgirán máquinas hidráulicas, bombas aspirantes e impelentes, máquinas textiles. A pasos agigantados, el mundo marcha hacia un futuro en que la máquina reemplazará cada vez más el esfuerzo muscular. Y muy pronto, Galileo y Copérnico, Kepler y Tycho Brahe ampliarán el horizonte del hombre fuera de los confines de su planeta, enseñándole a comprender, paso a paso, la estructura del Universo que le rodea.

## LA EDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Inevitablemente, al Renacimiento siguió un período en que el hombre se esforzó por inventar cada vez mejores instrumentos que le permitieran adentrarse en los misterios de la Naturaleza. A lo largo del siglo XVII, la investigación en academias y laboratorios fructificó en la aparición de artefactos que permitían mediciones cada vez más precisas: nuevos medios de conocimiento, que no servían para "fabricar" sino para "averiguar".



*CUERPO HUMANO. En el siglo XVI, paralelamente al conocimiento del origen de algunas enfermedades se estudió el cuerpo humano y se fabricaron los primeros útiles de cirugía.*

Surgirá, en 1644, el barómetro, inventado por Evangelista Torricelli, discípulo de Galileo; más tarde le servirá a Pascal para estudiar el comportamiento de los líquidos, la presión hidrostática, la hidrodinámica.

Otto von Guericke realizará en 1654 su experimento de "la bola de Magdeburgo", demostrando que dos hemisferios metálicos, entre los cuales se había creado el vacío, no podían ser separados ni por la fuerza de ocho caballos; la bomba neumática, que construirá para demostrar su teoría, servirá más tarde al físico Robert Boyle para estudiar las propiedades del aire, su peso y su volumen. Redi y Malpighi perfeccionarán el microscopio de Galileo; se construirán los primeros manómetros, higrómetros, termómetros; Newton mejorará otro invento galileano, creando el telescopio de reflexión, utilizará el prisma para estudiar las propiedades de la luz y la naturaleza de los colores.

Más tarde vendrán los nuevos instrumentos, que harán posible el desarrollo de la física y química modernas: los calorímetros de Lavoisier y Laplace, la balanza de torsión de Cavendish (1798) y la de Coulomb (1784), el electroscopeo la pila de Volta, el galvanómetro de Ampère, los instrumentos de medición eléctrica de Henry y Faraday. Después vendrá el aparato de rayos

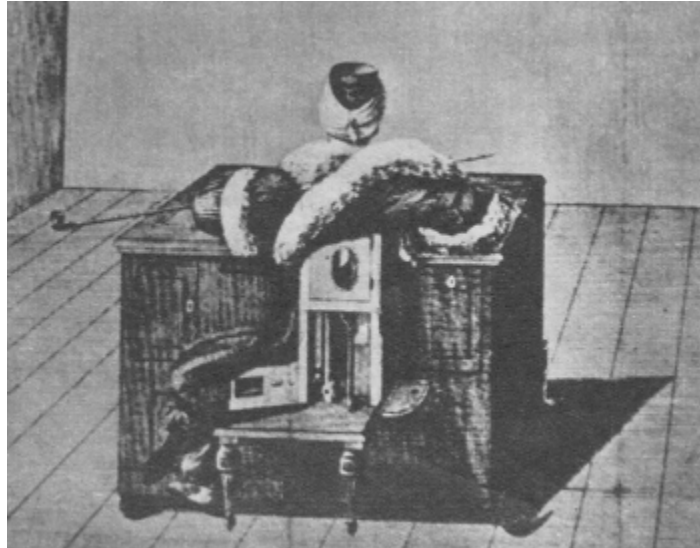
catódicos y el de rayos X, y, ya en pleno siglo XX, el contador Geiger-Muller, para control de radiactividad, el acelerador de partículas, el ciclotrón, la pila atómica de Fermi y otros reactores nucleares de investigación, que pronto serán seguidos por reactores de potencia usados en la industria. Cada instrumento nuevo abre nuevas perspectivas y contribuye a nuevos hallazgos: a partir de los primeros y muy modestos artefactos de laboratorio del 1600 se inicia una verdadera reacción en cadena, que remata en los satélites artificiales de hoy, verdaderos laboratorios de investigación, que dilatan las fronteras del conocimiento humano hasta el infinito.

Simultáneamente, el hombre comienza a explorar su propio organismo. La bula papal de Sixto IV, que autoriza la disección de cadáveres, permite que, por fin, deje de ser un misterio prohibido la anatomía; se desarrolla la ciencia médica y nace la cirugía moderna. En 1543 Andrés Vesalio publica su "De humani corporis" primer texto sistemático de anatomía, disciplina que el autor enseña en la venerable Universidad de Padua. En 1571 el italiano Cesalpino aventura una hipótesis acerca de la circulación de la sangre que más tarde será confirmada y profundizada por el inglés Harvey; el trascendental descubrimiento ya había sido intuido por Descartes y por Servetus, a quien le costó la vida a manos de la Inquisición. En los siglos XVII y XVIII, descubrimientos anatómicos cada vez más precisos hacen avanzar la técnica quirúrgica, y en los anfiteatros de operaciones nacen los nuevos instrumentos que permiten salvar muchas vidas; pero sólo en el siglo XIX la anestesia y los antisépticos convertirán la sala de operaciones, de infernal antro de horribles sufrimientos, en luz de esperanza para una humanidad doliente.

## LA EDAD DE LOS AUTOMATAS

Con el perfeccionamiento de engranajes y sistemas de relojería se generalizó también la afición de inventores por crear ingeniosos autómatas, "hombrecillos" artificiales y muñecas animadas.





*"EL TURCO" Era un buen ajedrecista, pero poco amigo de las "trampas" en incurrían sus adversarios. Su creador fue el barón von Kempelen. El grabado capta dos escenas de la presentación hecha por su inventor antes de cada enfrentamiento de su "pupilo"*

La moda de los "autómatas", que floreció especialmente en el siglo XVIII, no tendría mayor importancia si no fuese por su relación con un invento trascendental, que está cambiando muchos aspectos del mundo de hoy: la máquina de calcular, la automatización industrial, la tarjeta perforada, el comienzo de la "memoria artificial" del computador.



*TELARES. Los primeros telares aparecen alrededor del 5.000 a.C. En el grabado, un telar vertical con lizos.*

El primer invento de este tipo pertenece a Jacques Vaucanson, quien, después de haber construido un revolucionario telar mecánico, asombró al mundo de su tiempo con un prodigioso juguete, el que expuso en París, en 1738: el célebre ánade o pato, de tamaño, natural, que nadaba, aleteaba, se alisaba las plumas, tragaba agua, picoteaba e ingería alimento y después de algún tiempo evacuaba lo tragado, en forma de materia amorfa... ¡todo gracias a ingeniosos sistemas de relojería!

Pronto aparecieron competidores igualmente hábiles: Pierre y Louis Droz, suizos, creadores de un "escribiente", quien escribía con hermosa caligrafía unas cuantas palabras, después de mojar la pluma en el tintero, y de un "dibujante", que ejecutaba con elegante trazo un retrato del rey Luis XV, con una perfección tal que su fabricante fue sometido a un proceso por brujería; afortunadamente salió absuelto. Casi igualmente famoso fue el "Turco" construido por el barón

van Kempelen, quien jugaba ajedrez y solía ganarles a sus contrincantes, volcando el tablero cuando el adversario infringía las reglas del juego.

Ninguno de estos ingeniosos juguetes, sin embargo, podía "pensar", como lo haría un hombre. El primer inventor que dio un paso en esa dirección sería Blas Pascal, quien en el siglo XVII inventó la primera máquina de calcular. Su hermana escribiría más tarde: "Este instrumento fue considerado una maravilla por haber reducido a máquina una ciencia que reside en el espíritu, transformando las formas de cumplir todas las operaciones, con absoluta seguridad, sin saber ninguna regla aritmética, sin ficha, ni lapicero, sin necesidad de razonamiento." En esas pocas palabras se define toda una revolución tecnológica: posibilidad de cálculo infalible, la sustitución de la mente humana por la máquina. El invento de Pascal fue perfeccionado más tarde por Grillet de Roven (1678), por el filósofo Leibniz y por Poleni (1709).



*LOS AUTOMATAS. "El dibujante de Droz", mostrado en la exposición efectuada en París el año 1783, era tan perfecto que su autor fue acusado de "brujería". Hasta retocaba y corregía su obra levantando sus manos del papel, según rezaba el prospecto.*

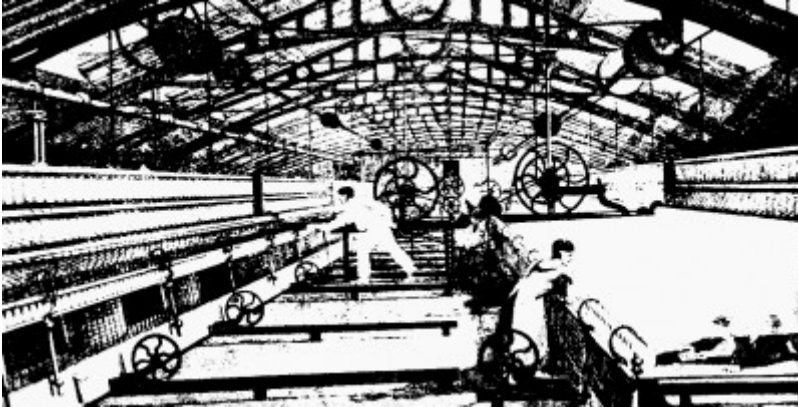
Un nuevo paso sería dado en el siglo XIX ' por un profesor de la universidad de Cambridge, Charles Babbage, quien proyectó un instrumento calculador y otro impresor que, mediante tarjetas perforadas, daba órdenes a la "máquina pensante analítica". Verdaderos mensajes cifrados, las tarjetas perforadas no sólo impulsan a la máquina a realizar determinadas operaciones, sino que representan una "memoria artificial", al resumir cierto número de informaciones requeridas por el mecanismo.

Después de modelos progresivamente más perfectos, la máquina calculadora de teclado de Parmalee (1859), la de Felt (1885), la multiplicadora de Bollée (1877), el "Millionaire", de Steiger (1892 ), llegó el momento en que el hombre lograría construir un artefacto que realizara los cálculos más complejos con la rapidez del pensamiento: el cerebro electrónico, verdadera "máquina que piensa".



### 3. LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Ya en los tiempos neolíticos el hombre había aprendido a entrelazar fibras vegetales para formar rústicos tejidos que pronto embellecería mediante el tenido y el estampado. Alrededor del año 5.000 a.C. en las cunas de la naciente civilización ya se conocían el cardado y el hilado mediante husos; retorciendo y humedeciendo las hebras el tejedor formaba un hilo largo y resistente a la tensión. La idea de entretejer hilos horizontales y verticales, tal como se hacía con el mimbre y la paja en la fabricación de canastos, dio nacimiento al telar, instrumento perfeccionado más tarde por los egipcios, y manteniendo sin variaciones hasta la Edad Media.



*INDUSTRIA TEXTIL. La máquina comienza a desplazar al hombre. Se aumenta la producción pero hay cesantía en las grandes urbes. Se trabaja 16 horas cada día e incluso se emplean menores de edad*

En el siglo XI la difusión de ruedas hidráulicas y molinos de viento trajo consigo una progresiva mecanización del hilado artesanal.



*"HUEVO ELECTRICO". Modelo de lámpara eléctrica de Davis*

En los últimos siglos del medioevo eran famosas las hermosas telas de Florencia, Luca y Prato en Italia, los linos de Flandes y las lanas inglesas. Las grandes ciudades italianas importaban lana de Inglaterra y fabricaban con ella maravillosos paños; los artesanos venecianos y genoveses se distinguían por la fabricación de sedas labradas, brocados y rasos.

En la segunda mitad del siglo XVI surgen las primeras máquinas como una respuesta a la necesidad de mecanizar el hilado y el tejido, y el trabajador independiente que hasta entonces utilizaba su devanadera casera deba convertirse en obrero, porque sólo un financista podía costear las complejas instalaciones. La industria textil nace en Inglaterra, y crece a pasos agigantados, sobretodo después de que, en 1733, John Kay inventa la lanzadera volante o telar semiautomático.

En la década del 60 del siglo XVIII nuevas hiladoras automáticas desplazaron casi por completo la fuerza y habilidad del hombre en el procedimiento textil; pronto vendría el telar hidráulico (1779), y la utilización del vapor (1785), el telar mecánico (1811) y la fusión entre hilanderías y tejedurías en una sola gran industria. El reciente descubrimiento de la ficha o tarjeta perforada para "dar órdenes" a la máquina y planificar el diseño abrió nuevo camino a la mecanización y automatización.

Junto con el florecimiento de su industria textil, Inglaterra experimentó un gran auge económico; pero bajo la superficie de su creciente prosperidad aparecían los primeros indicios de una profunda crisis social. La indignación de las masas obreras, lanzadas al hambre y a la cesantía por la aparición de máquinas cada vez más perfectas, muchas de ellas manejadas por niños menores de diez años, obligados a trabajar una jornada de 18 horas a cambio de un salario que apenas les permitía subsistir, producirá repetidos estallidos de violencia. Ya antes de Marx, quien escribirá sus primeras obras después de estudiar la vida de los obreros textiles ingleses, el industrial Robert Owen dirá, refiriéndose a los 2.500 míseros habitantes de una aldea escocesa donde funcionaba una gran fábrica textil: *"La parte activa de estos 2.500 seres produce para la sociedad una riqueza real tan grande como apenas medio siglo atrás, habría podido producir una población de 600.000 personas. Yo me pregunto: ¿dónde está la diferencia entre la riqueza producida por 2.500 personas y la que habrían podido producir 600.000?"*

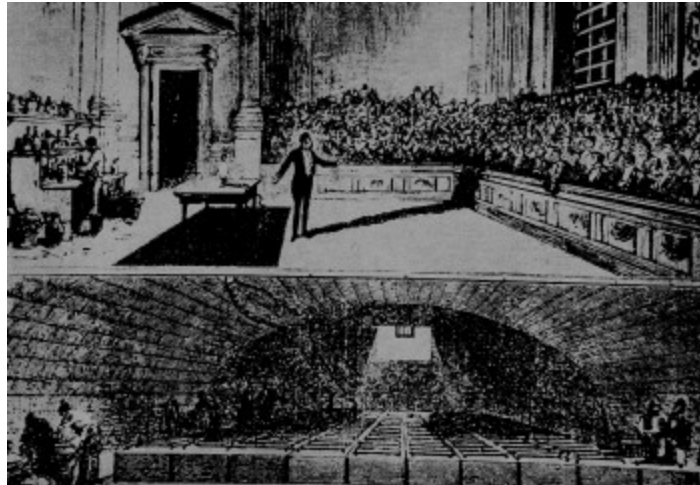
En otras palabras, Owen descubría que estos hombres no recibían en pago por su trabajo lo que éste valía, sino sólo una pequeña parte, y que la diferencia se acumulaba en manos del dueño, bajo la forma de capital. Reformista utópico, comprendió, sin embargo, el punto crucial que sería la base de toda lucha social hasta nuestros días. Y era lógico que así fuese, ya que en torno (le las fábricas textiles nacieron los primeros sindicatos; a partir de entonces, el desarrollo industrial y los conflictos sociales marcharían mano a mano.

## **NUEVAS FUERZAS AL SERVICIO DEL HOMBRE**

En el siglo XVIII el hombre aprendió a servirse de una fuerza natural que hasta entonces sólo le había intrigado sin que jamás comprendiese su importancia: la electricidad. Benjamín Franklin en los Estados Unidos y Luigi Galvani en Italia dieron los pasos previos que permitirían a Volta construir la primera pila eléctrica en 1800, la que, a su vez, sería usada por el inglés Davy para inventar la iluminación de arco.

Después de que el danés Oersted descubrió en 1820 la relación de los fenómenos eléctricos con los magnéticos, Ampère y Faraday estudiando más a fondo el problema, prepararon el camino para que se iniciara, alrededor de 1840, la era de la electrotecnia. Después vendrían las dinamos, y la energía que producían alimentaría los arcos voltaicos de iluminación que comenzaron a cambiar a partir de las últimas décadas del siglo el paisaje nocturno de las grandes ciudades europeas: se instalaron en la Gare du Nord de París, en 1875, y en un teatro londinense tres años más tarde. Pero la intensidad lumínica y el alto costo de las lámparas de arco las hacían inadecuadas para el uso doméstico; antes que se generalizara el empleo de luz eléctrica, Edison tendría que inventar la lámpara de filamento incandescente o ampolleta.

Sin embargo, el verdadero símbolo del siglo XIX sería otra fuerza, hasta entonces apenas conocida, domeñada por el ingenio humano puesta al servicio del progreso: el vapor.



*SUBTERRÁNEO ILUMINADO. Una batería de pilas utilizó Humphrey Davis en la iluminación de los subterráneos del Instituto Real de Londres. Fue un experimento decisivo sobre el arco voltaico, las pilas de faroles para bicicletas y los grandes centrales telefónicas están basadas en el principio de Volta.*

Predecesor del nuevo invento fue Denis Papin, quien en 1690 ideó una máquina en que el vapor de agua movía un pistón dentro de un cilindro: en forma muy rudimentaria, este "tubo" sintetizaba el principio básico de la locomoción a vapor, y el propio inventor así lo comprendió porque invirtió todos sus ahorros en construir, en 1707, un barco impelido por una hilera de sus extraños artefactos. Embarcó en él a toda su familia y se dispuso a navegar el río Fulda, pero un grupo de remeros conscientes de que el nuevo invento los lanzaría a la cesantía, abordaron el barco y lo destruyeron, obligando a Papin a refugiarse, amargado y sin un céntimo, en Inglaterra, donde moriría algún tiempo después.

La rudimentaria máquina de Papin sería perfeccionada por Newcomen y decisivamente, por el mecánico James Watt, cuyas máquinas se usaron en minas y tejedurías de algodón. Basándose en el principio de Watt, surgirían numerosos vehículos, entre ellos la sencilla y eficiente locomotora de George Stephenson, que inauguraría ya en 1825 la era del ferrocarril, transformándose a la vez en símbolo del progreso y del avance de la técnica. Fue, tal vez, el invento que influyó más profundamente en la cultura y las costumbres del siglo. También el barco a vapor, reemplazando a los antiguos y románticos veleros, dio un nuevo rostro a ríos, lagos y océanos, acortando las distancias y creando nuevas relaciones, costumbres e direcciones de la historia.

La fuerza del agua, la energía hidráulica conocida ya por Vitruvio y Plinio, también cambiará de envergadura en el transcurso del gran florecimiento tecnológico. En 1750 aparece la primera turbina de reacción, la famosa rueda de Segner, que aprovecha mejor que ningún otro modelo antes conocido la fuerza del agua como fuente de energía. En 1810 se obtendrán las primeras turbinas de tipo moderno, ideadas por James Francis, y apenas doce años después Thompson perfeccionará la turbina de hélice. En 1884 Charles Parsons producirá la primera turbina a vapor, destinada a la producción de energía eléctrica, pero pronto adaptada a la navegación; a comienzos del presente siglo empiezan a surcar los océanos los grandes transatlánticos impulsados por turbinas de vapor.

También es el siglo XIX el que incorpora al acervo del hombre moderno una nueva materia prima: el petróleo, cuya fecha "oficial" de nacimiento corresponde al año 1859, pese a que el acontecimiento en cuestión, el primer chorro de petróleo surgido de las profundidades subterráneas de Pennsylvania, pasó prácticamente inadvertido.

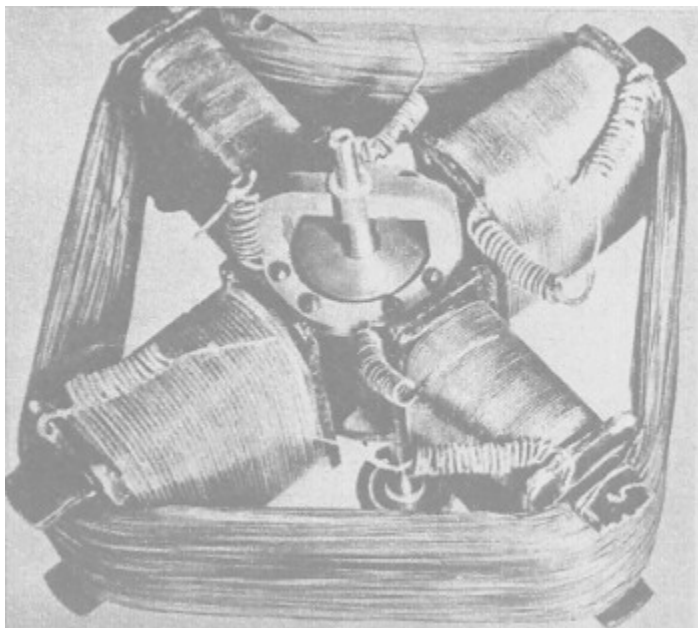
La explotación del petróleo se inició lentamente: en 1380 no llegaba a los 4 millones de toneladas en todo el mundo, y en 1910 apenas sobrepasaba los 20 millones. Pero después de la Primera Guerra Mundial se desarrollan el automóvil, el motor Diesel, la aviación... En 1920 el mundo producirá 100 millones de toneladas del precioso "oro negro": en 1959, al cumplirse un siglo de

su aparición, ya serán mil millones. El cincuenta por ciento del tráfico sobre la superficie del globo se deberá al transporte del petróleo, y su control se convertirá en uno de los factores primarios de guerras, secretos acuerdos internacionales, exploraciones y conquistas.

Los pozos, las flotas petroleras, las refinerías y las redes de distribución están en manos de un gigantesco cartel mundial formado por "las siete hermanas", las sociedades Socony-Mobil, Standard Oil de Nueva Jersey; Standard Oil de California, Gulf Oil, Texaco (norteamericanas), British Petroleum (inglesa) y Shell (anglo-holandesa). Son numerosas las fabulosas fortunas creadas gracias al valioso oro negro, en especial la de la familia Rockefeller.

## EL MUNDO DE LA MAQUINA

La idea de un motor de combustión interna es más antigua que la de la máquina a vapor, pero fue necesario que la técnica progresara hasta los niveles alcanzados a fines del siglo XIX para que se dieran las indispensables condiciones previas.



*CAMPO MAGNETICO ROTATORIO. Invento de Galileo Ferraris. Facilitó la construcción de alternadores*

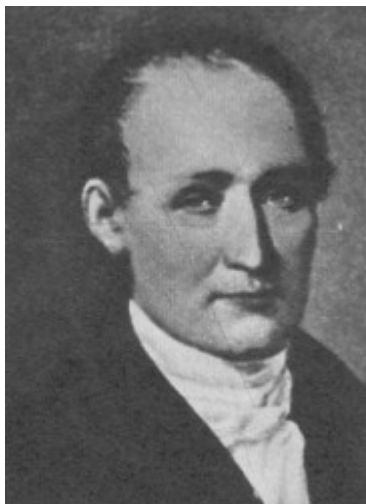
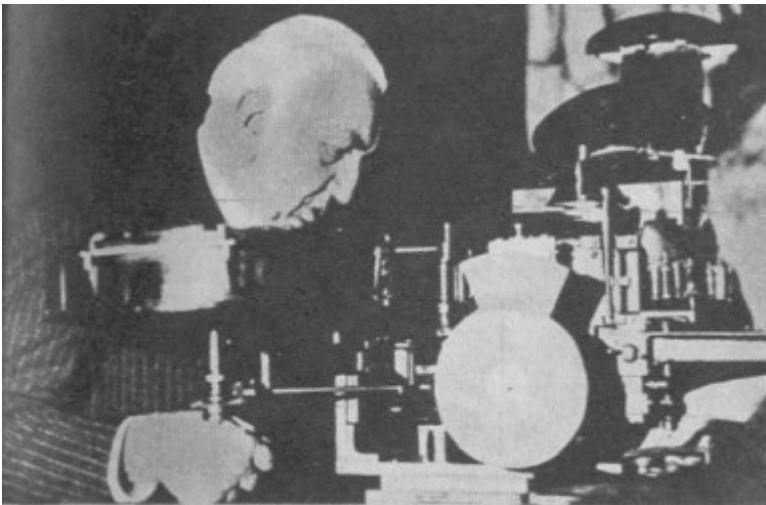
Pero en 1877 aparece el motor de Otto, el primero que funciona en un ciclo de cuatro tiempos, y una vez que el petróleo proporciona, al ser destilado, el carburante ideal, se suceden con vertiginosa velocidad los primeros automóviles. Entre 1883 y 1885, Daimler realiza los primeros experimentos usando bencina como carburante, y muy pronto surgen otros nombres de pioneros: Benz, Peugeot, Panhard, Renault, Ford... Se perfeccionan los sistemas de transmisión, los frenos, los mecanismos de arranque, y a partir de la década del 20 el automóvil se convierte en parte de la vida cotidiana en todas las latitudes del globo.

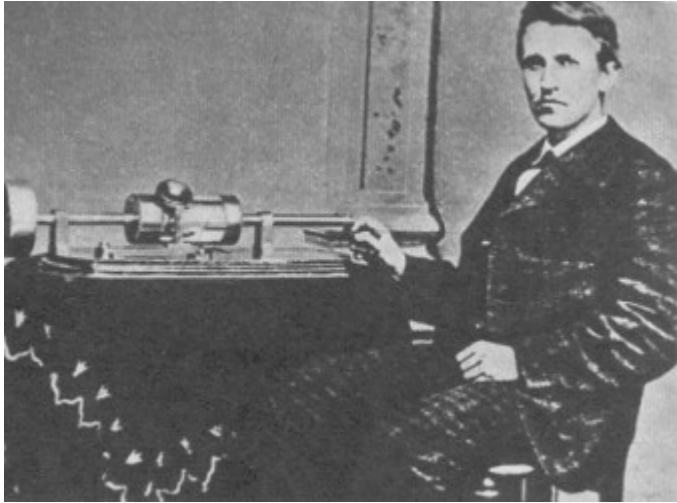
Al ser recorridas en menos tiempo, las distancias disminuyen; en general, el mundo parece achicarse. También contribuye a ello el telégrafo, que permite transmitir mensajes en forma casi instantánea; el teléfono, que permite hablar directamente con una persona que se encuentra al otro lado del mundo; el teletipo y la telefoto, que anulan las distancias en forma mucho más asombrosa aún. La información rápida, casi instantánea, hace nacer el concepto de "noticia" y el periodismo moderno: los acontecimientos se captan apenas ocurren, la curiosidad y el ansia de saber se agudizan, las nuevas técnicas de la información contribuyen, de una y mil maneras, a la cultura moderna.



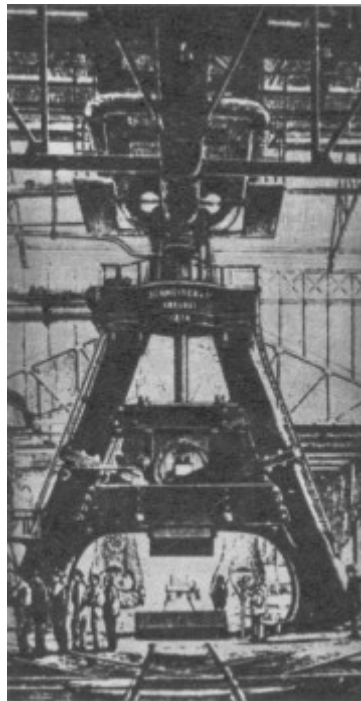
*CUATRO INVENTORES. Los nombres de Daguerre, Lumière, Niepce y Edison constituyen personalidades vastamente conocidas en el mundo entero y sus inventos están ligados a la vida cotidiana, ya sea en el trabajo o la diversión, el estudio o la investigación. Niepce y Daguerre inventaron la fotografía, y poco más tarde, Edison y los hermanos Lumière crearon el cinematógrafo.*

*Millones de personas, diariamente y en alguna forma son afectadas por las creaciones de estos cuatro hombres, cuya obra derivada de prolongadas observaciones e investigaciones habría de dar al mundo un medio de comunicación masivo y un nuevo arte.*





También en otros aspectos el rostro del siglo XX es cualitativamente diferente al que el mundo del ayer ofrecía al hombre de antaño. El desarrollo de la metalurgia fomenta una evolución de la arquitectura: el concreto armado, el hierro, el cemento, el cristal cambian el paisaje urbano, mientras que al pueblo y a la aldea llegan los cables eléctricos y telefónicos. El esqueleto metálico permite construir edificios cada vez más altos; la torre Eiffel o el Crystal Palace londinense, ayer asombro de multitudes, hoy se han vuelto nostálgico símbolo de épocas pasadas. Una nueva estética, funcional, rigurosa, de líneas limpias y estructuras abiertas a la luz, comienza a dominar la construcción de viviendas y edificios públicos.



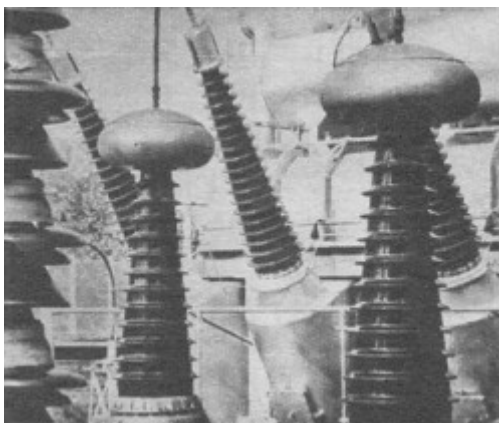
*PLANTA SIDERURGICA. Importante estructura totalmente metálica que se alza como testimonio del avance técnico*

Y junto con el siglo XX nace un arte-industria que será espectáculo de masas, reflejo de su tiempo, elemento social de imprevisibles alcances: el cine. La fotografía, creada en la década del 30 del siglo pasado, por Daguerre y Niepce, hará realidad un fenómeno ya observado por Arquímedes y estudiado por Leonardo; en 1869 se inventará el celuloide, y en 1882, George Eastman lanzará la primera Kodak, convirtiendo el nuevo invento en hobby de multitudes. Pero las figuras fijas en la placa adquirirán movimiento, vida y voz una vez que los hermanos Lumière inventen el cinematógrafo y abran el camino para el cine sonoro, el cinemascope, el cinerama, la



pantalla de 360° numerosas otras innovaciones que, sin duda alguna, aún vendrán. Y en el transcurso de apenas medio siglo, el cine se vuelve importante factor psicológico y social de toda la humanidad: es difícil pensar en otro invento que haya influido tan profundamente en nuestra vida, nuestros actos cotidianos, nuestra manera de pensar y ver el mundo.

A lo largo del siglo XIX y XX se multiplican vertiginosamente máquinas e inventos. Surgen herramientas cada vez más complejas y Perfectas: la sierra circular, el torno automático, el martillo neumático, fresadoras, cepilladoras, soldadoras... La agricultura también se mecaniza: sembradoras y segadoras mecánicas, tractores a bencina, incubadoras, máquinas para centrifugar y pasteurizar la leche, alambre de púas para delimitar los predios, frigoríficos y congeladoras hacen variar los sistemas de producción y distribución de los frutos del agro. A la vida cotidiana se introducen incontables artefactos grandes y pequeños, de uso general o especializado: el ascensor, la pluma fuente, la plancha eléctrica, la lavadora, el refrigerador, el timbre eléctrico, el ventilador, la aspiradora, licuadoras, cerraduras de seguridad, cierres éclair, abrigo impermeables, encendedores, alfileres de gancho, productos cosméticos, fósforos, cigarrillos, cocina a gas, duchas, instalaciones de aire acondicionado... Por las calles circulan bicicletas y tranvías, las grandes ciudades cuentan con redes de trenes subterráneos, en los talleres aparecen máquinas de coser y de aplanchar, en las oficinas se multiplican las máquinas de escribir, y los dictáfonos, Edison inventa el fonógrafo, que más tarde se convertirá en gramófono y originará la grabadora de cinta magnetofónica... En el campo médico, el siglo XIX confiere a la humanidad bendiciones sin cuento: la anestesia, la asepsia, la vacuna. Serán identificados los gérmenes que producen la tuberculosis, el tifus, la fiebre amarilla, la hidrofobia, la sífilis; y desde la aspirina hasta los antibióticos, cada día crecerá el arsenal de armas para derrotar las enfermedades. Los rayos X, la transfusión de sangre, nuevas técnicas quirúrgicas e incontables descubrimientos químicos permiten al hombre avanzar cada día más en la inmemorial batalla contra el dolor, el sufrimiento, la muerte.



*CENTRAL SECUNDARIA de transformación. La corriente se reduce al voltaje normal, mediante transformadores de descenso*

La química creará materiales sintéticos, que reemplacen a la seda, a la goma, al salitre natural, a los colorantes vegetales, al marfil Aparece el isopreno o caucho sintético, el celuloide, el rayón, el nylon, el perlón y numerosas otras fibras que son más hermosas, más resistentes, más durables que los textiles de origen vegetal o animal. La baquelita, el celofán, el vidrio de seguridad, una hoja de celuloide entre dos de vidrio anuncian la edad del plástico: al vocabulario se incorporan nuevas palabras, como orlón o terylén, la versátil materia artificial se introduce a la vida diaria en forma de botones, aparatos telefónicos, interruptores eléctricos, vajilla, cubierta de pisos y muebles, cuero sintético, zapatos, ropa, discos, cepillos, planchas aisladoras, pinturas...

Al mismo tiempo, la era electrónica transformará aún más la vida cotidiana. El oscilador de Hertz, la antena de Popov, los experimentos de Marconi con telegrafía inalámbrica harán que surja una nueva ciencia que ampliará cada vez más el alcance de nuestros sentidos, que nos dará la radio y el televisor, el radar y el microscopio electrónico, el radiotelescopio con su gigantesca antena en forma de telaraña abierta al universo. La radio, juguete de aficionados en sus comienzos, se convierte a partir de 1920 en red universal y medio de masas, en intangible elemento de unión

que llega hasta la granja más lejana, hasta el villorrio más perdido. La celeridad de su difusión se repetirá, después de la Segunda Guerra Mundial, con la TV: la imagen reemplazará a la palabra escrita como vehículo cultural, preocupando cada vez más a sociólogos y otros eruditos.

## HACIA LOS LIMITES DEL UNIVERSO

Y sin cesar la técnica y la inventiva del hombre buscan cada vez nuevos caminos para satisfacer su innata curiosidad, esa incesante ansia de saber que le ha guiado desde los remotos tiempos del Paleolítico. Conquistador de continentes y océanos, el hombre aspiró desde siempre a competir con los pájaros y recorrer los caminos del aire; pero sólo a fines del siglo XVIII los hermanos Montgolfier, al llenar una bolsa de papel con aire caliente, descubrieron el principio de la primera aeronave: el globo.



*LOS AVANCES CIENTÍFICOS llevaron al hombre a incursionar en el espacio. Un propulsor líquido impulsa al cohete hacia el cosmos, conduciendo en una cápsula al cosmonauta de EE.UU. Virgil Grissom*

Durante el siglo XIX el globo evolucionaría hacia el dirigible, el fracasado planeador de Lilienthal (1895) y los primeros aeroplanos de Santos Dumont (1898). Pero sería necesario el espíritu heroico y audaz de los hermanos Wilbur y Orville Wright para concretar, por fin las aspiraciones del hombre, y permitirle recorrer los aires en un avión con motor a explosión: el primer artefacto de esta especie en la historia despegó el 17 de diciembre de 1903 para volar durante doce segundos inaugurando así una nueva era.

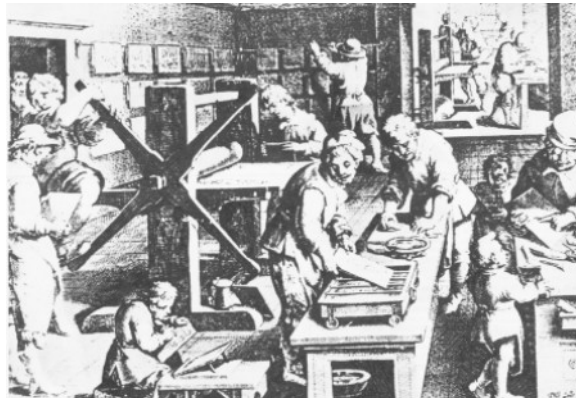
Pese al rápido desarrollo de la aviación, ningún aparato volador podría abandonar la atmósfera terrestre sin reemplazar la fuerza de hélice y alas, que depende del aire, por un sistema capaz de funcionar en el vacío: el de acción y reacción. Fue necesario el perfeccionamiento del cohete, usado por los chinos durante siglos, para permitir al hombre la exploración del cosmos.

Separadamente, tres grandes inventores, el ruso Tsiolkovski, el alemán Oberth, el norteamericano Goddard, realizaron, entre 1900 y 1930, las experiencias necesarias para abrir las puertas a la nueva ciencia espacial. En la década del 20, diversas "asociaciones de soñadores" se formaron en varios países europeos, a fin de intercambiar experiencias y noticias. Pero sólo después de la Segunda Guerra Mundial pudieron concretarse los programas espaciales que culminarían, el 4 de octubre de 1957, con el lanzamiento del primer satélite artificial que abandonó la superficie de la Tierra: el Sputnik, de la Unión Soviética.

Los cuatro años siguientes han sido llamados "la Edad de Piedra del hombre espacial". Numerosos satélites, tanto soviéticos como norteamericanos, familiarizaron al mundo entero con sus nombres: Sputnik, Explorer, Vanguard, Lunik... Se suceden sondas espaciales, satélites tripulados por perros y monos, hazañas como la primera fotografía de la cara invisible de la Luna (el Lunik III, en octubre de 1959). Hasta que el 12 de abril de 1961, fecha imborrable en los anales de la humanidad, el mayor soviético Yuri Gagarin vuela en torno a la Tierra en el " Vostok". El hombre abandona los confines de su planeta nativo y se inicia la era espacial, culminación de la larga cadena de triunfos logrados por la inventiva del ser humano.

## 4. LA IMPRENTA

*Creada en Oriente en el siglo VII, su perfeccionamiento se debió a la invención de los caracteres móviles que se atribuye a Johann Gutenberg.*



*TALLER GRAFICO. Aspecto de los antiguos talleres donde el paciente y prolongado trabajo de grabado sobre planchas metálicas, para las ilustraciones de los textos de la época, reemplazaba la acción de los ácidos. Se observan así mismo, que realzan el contraste con las modernas rotativas de la era contemporánea*

El Renacimiento aparece fundamentalmente como una gran confluencia de sucesos: las ciudades que habían comprado su libertad a los señores empobrecidos por las Cruzadas alcanzan su apogeo; la aparición de la pólvora torna inservibles las corazas de hierro de los caballeros; la navegación a vela, orientada por la brújula y el sextante, descubre nuevos mundos; los sabios de Bizancio, que huyen de los turcos, traen a Occidente el gusto por la Antigüedad; las nacionalidades empiezan a diseñarse; florece el comercio y prosperan los puertos de la Liga Hanseática, y también los de Barcelona, Marsella, Génova y Venecia. Hay una sed de conocimientos y un anhelo de vinculación. Es entonces cuando irrumpe la imprenta en Occidente y hace pasar a la historia el viejo sistema de los monjes medievales que, con paciencia musulmana, copiaban a mano los escritos sobre duros pergaminos. Y desde ese mismo momento la vida intelectual del mundo entra en una fase nueva y mucho más vigorosa. Como dice H. G. Wells: Deja de ser un pequeño gotear de espíritu a espíritu, para convertirse en una ola inmensa de la que participarán miles de espíritus y, muy pronto, veintenas y centenas de millares".



### LA IMPRESION EN LA ANTIGÜEDAD

Desde tiempos muy remotos el hombre buscó reproducir los signos o letras de una manera mecánica o al menos con un alivio en el esfuerzo manual. Los asirios trazaban sus caracteres mediante depresiones practicadas sobre la superficie de ladrillos de arcilla fresca que luego eran cocidos y pasaban a formar bibliotecas. Cuando querían reproducir el escrito en varios ejemplares esculpían los caracteres en relieve sobre una plancha de madera y los marcaban mediante presión todas las veces que fuera necesario. Asimismo, en Egipto han sido encontrados fragmentos de telas con un diseño multiplicado que revela a todas luces el empleo de un patrón estampado. Más aún, en el Museo Británico se conserva el sello mismo de un patricio romano, presumiblemente del siglo II a.C., de unos 5 por 2 cm que representa letras en relieve muy bien

proporcionadas y grabadas al revés, tal como se procede para que el signo impreso aparezca al derecho.



*LA BIBLIA. Compuesta de 42 líneas, fue impresa por Gutenberg en un monasterio*

Otro sistema de impresión, el grabado en madera o xilografía, vino a aparecer en Europa probablemente en el siglo XV, pues los ejemplares más antiguos que han sido hallados, estampas religiosas para la ilustración de los fieles, llevan las fechas de 1418 y 1423. El sistema era lento y difícil.



*MOTOR DE LA CULTURA. El invento de Johann Gutenberg, cuya vida se confunde con la leyenda activó la culturización de cierto sector de la sociedad. Posteriormente con el diario se cumple un proceso de democratización del saber.*

Cada página era una verdadera obra de arte, ya que tenía que ser realizada punzón en mano por un tallador muy experimentado.



*UN BURGUÉS de levita se impone de las últimas novedades que contienen las tablas empleadas en la época*

## **EL ORIENTE PRECURSOR**

Modernas investigaciones han revelado el enorme desarrollo que tuvieron los procedimientos de impresión en el Extremo Oriente, aunque se ignora en qué medida influyeron en el Occidente, pues son desconocidos los eslabones entre el arte de imprimir chino y el de finales de la Edad Media en Europa. Un asombroso hallazgo revela que en el siglo VII fueron reproducidos en China hasta un millón de ejemplares con un sólo grabado. Ya en el siglo X los chinos imprimían obras monumentales, como las sagradas escrituras budistas, que constaban de más de 1.500 volúmenes, con un total de 130 mil páginas, todas ellas ilustradas. En aquella misma centuria apareció también en China el primer papel moneda, que fue impreso en xilografía.

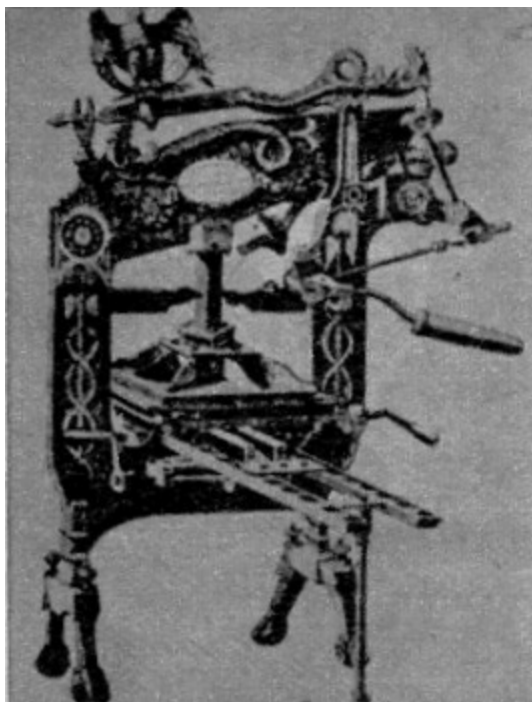
A principios del siglo XI fueron inventados en China los tipos móviles, lo que representó un avance revolucionario sobre el primitivo sistema de impresión en bloques. La reproducción en masa de caracteres o letras sueltas implica la posibilidad de ordenarlas en cualquiera combinación o modelo, y de utilizarlas una y otra vez para imprimir distintos libros, en tanto que los bloques grabados servían únicamente para reproducir el mismo ejemplar o página determinada. Los primeros tipos móviles fueron fabricados de arcilla cocida y su inventor parece haber sido Pi Sheng, hacia 1045.

El procedimiento de los tipos intercambiables fue perfeccionado por los coreanos, los cuales, cuatro siglos más tarde llegaron a fundir tipos sueltos en bronce. Alrededor del año 1400 se produjo en Corea una revolución política y la administración triunfante estableció, como dependencia del Gobierno, un departamento de libros y tipos. Fue una tarea costosa y extraordinaria envergadura: cientos de miles de tipos fueron fundidos en no más de siete meses. Se sabe que la empresa despertó tal entusiasmo que cuando se agotó el metal para continuar la fundición, fueron utilizados todos los objetos de bronce de que se pudo echar mano, llegando a fundirse incluso las campanas de conventos y monasterios. Todos estos sucesos ocurrían varios lustros antes de que en Alemania un hombre llamado tal vez Johann Gutenberg diera a conocer su invención.



## CUATRO NOMBRES EN PUGNA POR UNA INVENCION

Aunque parezca increíble, no existe en Europa una documentación clara y precisa sobre la aparición de la imprenta, tal como la que se dispone de China y Corea. El quién, cómo y cuándo de la invención de los tipos, en lo que se refiere a Occidente se entiende, sigue siendo un misterio y un tema de conjeturas e investigaciones, con múltiples teorías. Hay algunos que atribuyen la prioridad de la invención a Lorenzo Coster, de Harlem, en Holanda; otros, a Mentelin, de Estrasburgo, y no pocos a Castaldi, de Milán. Pero una serie de evidencias dispersas e indirectas señalan que el acontecimiento tuvo lugar en Alemania, en la ciudad de Maguncia, o acaso Estrasburgo, alrededor de 1440, y que se debió a un personaje llamado Johann Gutenberg, de cuya vida no se sabe casi nada y en torno a la cual se han tejido cientos de leyendas. La discusión no tendría sino un carácter anecdótico, de no envolver el meollo del asunto.



*PRENSA METALICA. Reemplazó a la de madero al comenzar el siglo XIX.*

No se trata de saber quién inventó los tipos móviles, éstos existían desde hacía largos años, sino de quién supo fabricarlos con facilidad y precisión, en grandes cantidades y a un precio asequible, para permitir su desarrollo como factor principal de nuestra cultura. El mérito de Gutenberg, o de quien haya sido el verdadero fabricante, fue precisamente ése: perfeccionó un invento y lo hizo eficaz. A él la historia de la imprenta le debe la construcción del molde tipográfico y la solución de todas las dificultades y problemas que la fabricación y manipulación de los tipos movibles planteaban.

## JOHANN GUTENBERG, UN DESCONOCIDO

Johann Gutenberg, a quien se atribuye con mayor insistencia el honor de haber inventado la imprenta, vivió, se cree, entre los años 1398 y 1468. Se supone que nació en Maguncia y era descendiente de una familia de cierta opulencia, siendo su padre Friech zum Gensfleisch o zum Gutenberg, nombre que habría adoptado por su lugar de nacimiento, y su madre, Elsgen Wyrich. El nombre completo del inventor habría sido Johann Gensfleisch zum Gutenberg de Sorgelosch. De la primera época de su vida se sabe sólo que viajó por Italia, Suiza y Holanda, adquiriendo una sólida cultura. A su vuelta se habría establecido en Estrasburgo, hacia 1434, llevando una vida tranquila, turbada sólo por un problema judicial, ya que, según se dice, hizo encarcelar a un vecino de aquella ciudad que se negó a pagarle una deuda. Al parecer, el deudor era una persona de cierta influencia, pues recurrió a la corporación de la ciudad y el mayor de ésta ordenó que

fuera puesto en libertad, obligando asimismo a Gutenberg a que desistiera de todo reclamo por dicho dinero.

Hacia 1438, a los cuarenta años de edad, Gutenberg se habría asociado con dos vecinos pudientes de Estrasburgo, Andreas Dritzehn y Johannes Riffe, a fin de fabricar espejos. Algunos afirman que ya en esa época había montado en el monasterio de San Arbogasto una pequeña prensa con tipos móviles de madera y que habría realizado en ella algunos trabajos que se han perdido. De lo que sí hay constancia es de que sus socios lo demandaron ante la justicia por deudas, obteniendo un fallo favorable. Como Gutenberg no disponía de dinero tuvo que hacer frente a sus compromisos, entregando todo su material tipográfico en pago.

## LA BIBLIA DE MAZARINO

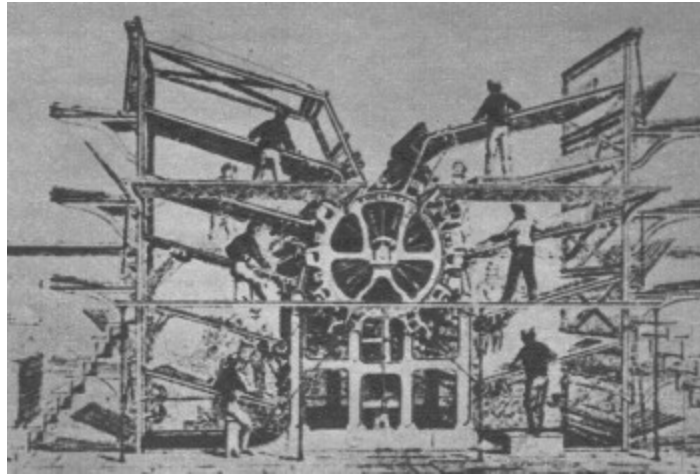
Después del fallo adverso de la justicia, Gutenberg hebra regresado a Maguncia en 1446, asociándose con un rico banquero de aquella ciudad, Johannes Fust, y con Peter Schoeffer, un hábil artesano.



*SECANDO HOJAS DE PAPEL. Un "Manual práctico de la fabricación del papel" muestra las diversas etapas antes que se convierta en tal. En la ilustración superior, dos orientales secan hojas.*

Allí habría comenzado a imprimir su famosa Biblia, el primer trabajo conocido de la historia le haya realizado la imprenta. Se trataba de la Biblia Latina, un libro de 288 páginas impresas a dos columnas y 42 líneas, conocida también como la Biblia de Mazarino, debido a que el ejemplar señalado fue descubierto en la biblioteca del famoso cardenal. En verdad, era una obra monumental.

Como avanzara con extrema lentitud, los socios, al parecer, decidieron prescindir de Gutenberg por considerarlo demasiado exigente en el detalle artístico, lo que demoraba excesivamente el trabajo. Así, la Biblia habría sido terminada por Fust y Schoeffer hacia 1453, y presentada en público tres años más tarde. Gutenberg, viejo, cansado y más pobre que nunca, habría buscado otros apoyos, consiguiendo imprimir y publicar el "Catholicon", un pequeño glosario que se ha perdido, y acaso algunos otros libros, antes de morir en 1468.



*PRIMERAS ROTATIVAS. Una verdadera revolución en el arte tipográfico fue la aparición de las primeras rotativas, que multiplican por miles los impresos. Un cilindro horizontal, donde se encuentra el material compuesto, gira en contacto con varios cilindros menores.*

En verdad, no se tiene ninguna información directa acerca de sus actividades y andanzas después de su separación de Fust.

## **DE GUTENBERG A LA ROTATIVA**

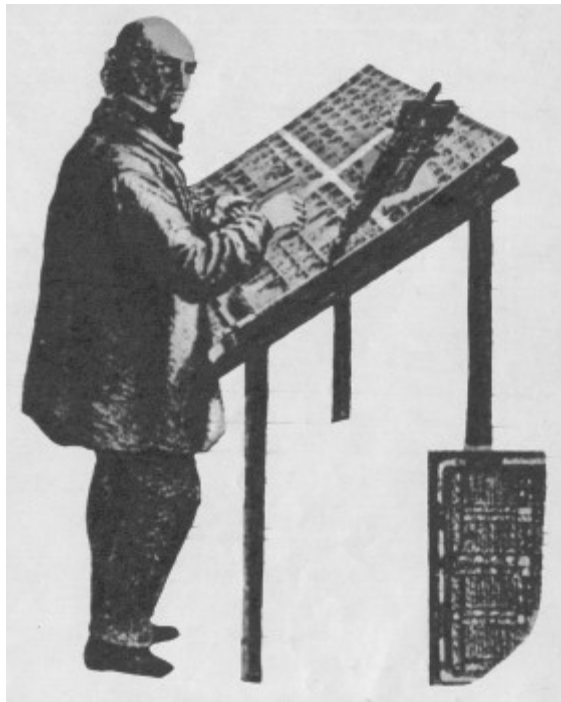
La prensa diseñada y utilizada por prensa era un artefacto muy sencillo. Constaba de un bastidor de madera y de dos planchas planas y horizontales. La inferior era de nivel fijo y la superior, móvil y provista de un tornillo con palanca para hacerla bajar y subir a voluntad. La composición era depositada en la platina inferior. Para su entintado se utilizaban unas almohadillas de piel, rellenas de crin y que remataban en un mango, llamadas "balas". La tinta era preparada sobre una plancha de mármol, en la cual se untaban también las balas. Enseguida, la composición era restregada con ellas. Sobre la forma tipográfica así entintada se deposita una hoja de papel y luego se accionaba el tornillo, haciéndose descender la plancha superior. Esta oprimía el papel contra la forma, produciéndose la impresión. Con pequeñas modificaciones y mejoras, esta manera de imprimir se mantuvo nada menos que durante más de tres siglos. Sólo hacia 1800 hizo su aparición la primera prensa construida en hierro, y hasta mediados del siglo pasado, la mayoría de ellas siguió siendo accionada a mano, aunque en 1814 fue instalada en los talleres de "The Times" de Londres una prensa a vapor, que al parecer no dio gran resultado.

La primera gran mejora que experimentó la imprenta fue la prensa a pedal, que al ser accionada con los pies dejaba libres las manos de los operarios. Pero su más notable adelanto lo constituyó, sin embargo, la prensa de cilindro. Hasta entonces, toda prensa constaba de dos superficies planas: una para los tipos, otra para el papel. El nuevo invento modificó esta disposición: el tipo seguía asegurado sobre una superficie plana, pero el papel era llevado por un cilindro que rodaba sobre el plano de la forma entintada. Gracias al cilindro, las prensas pudieron construirse mas y más grandes, multiplicando la producción. Posteriormente el paso decisivo para aumentar la velocidad de la impresión lo constituyó el invento de la prensa rotativa en 1846, debida al norteamericano Richard M. Hoe. Las gigantescas rotativas se convirtieron en instrumento fundamental del periodismo moderno, alcanzándose con ellas tirajes fabulosos que ni siquiera se pudieron soñar con las prensas tradicionales.

## **FABULOSA DIFUSION**

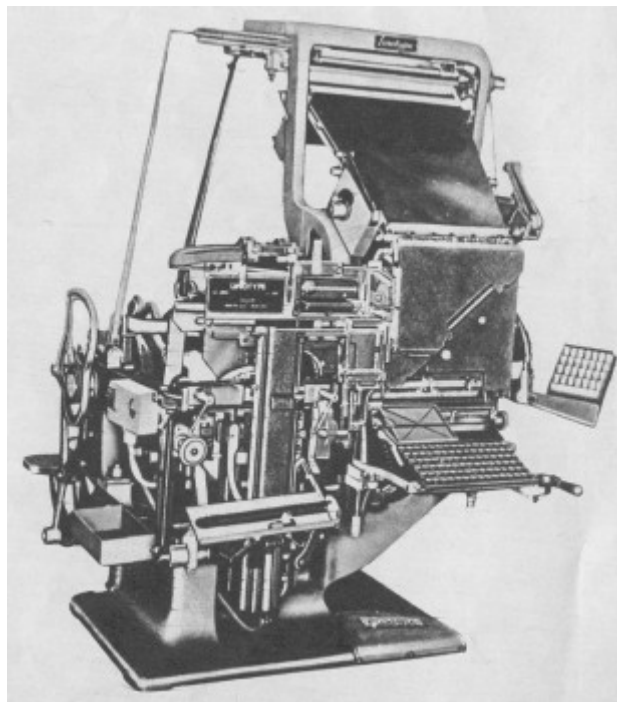
Volviendo a la época de Gutenberg, sorprende la rapidez con que la imprenta se difundió, y maravilla la enorme influencia que tuvo sobre la cultura. Con suma velocidad, el invento se desplazó en unos pocos años de las orillas del Rin, estableciéndose en lugares tan distantes y diversos como Hungría, Polonia, Bohemia y España. Al iniciarse el siglo XVI, la imprenta era ya una industria general, conocida en todas partes y con una producción considerable. Se calcula

que en sus primeros 50 años de vida se publicaron no menos de 40 mil títulos, y otros tantos en los veinte años siguientes.



*EL CAJISTA. Lento trabajo imponía alinear los tipos contenidos en compartimentos denominados "cajas". El cajista, desarrollando su labor, que sólo fue reemplazada y activada con la aparición de la linotipia.*

La invención de la imprenta favoreció enormemente el desarrollo de la cultura. El sistema medieval de copiar los escritos a mano, por bellos que fueran los productos a que daba lugar, resultaba extremadamente lento y oneroso, y así sólo los más ricos podían poseer más de uno o dos libros.



*LINOTIPIA. Está formada por un teclado similar al de la máquina de escribir. Accionando una tecla, la matriz (de bronce), que contiene el símbolo o letra cae desde un depósito especial a una*

*cinta transportadora, quedando alineadas en el orden hasta formar un renglón.*

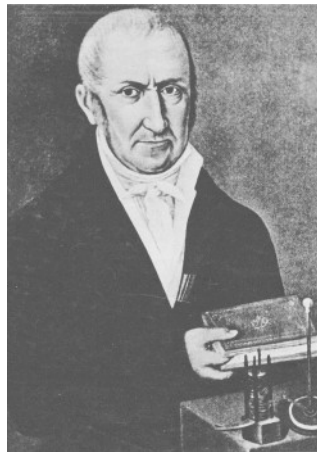
Con la imprenta, esta situación cambió radicalmente, ya que los volúmenes impresos vinieron a ser infinitamente más baratos que los antiguos manuscritos, lo que significó que se compraran y leyeran por un número inmensamente mayor de personas.

Este hecho, a su vez, ayudó decisivamente a la difusión de todo género de conocimientos, poniendo fin al monopolio de la cultura que ejercían unos pocos, impulsando la enseñanza y haciendo posible la lectura pública de hombres como Erasmo o Lutero. Es imposible imaginar la Reforma sin el poder difusor de la imprenta. Mas aún, no sólo la Reforma sino cualquier movimiento moderno de alguna importancia ocurrido en los últimos 500 años.

## 5. LA ELECTRICIDAD

***Un investigador anónimo descubrió hace siglos la fuerza que se desprendía al frotar el ámbar, desde entonces hasta hoy la electricidad cambió fundamentalmente el medio en que vive el hombre.***

Hasta hace muy pocos siglos, la electricidad era algo absolutamente inconcebible. No era sólo que estuviera por descubrirse el ilimitado campo de su aplicación práctica, sino que simplemente el ser humano no podía imaginarse que una cosa que no era ni líquida, ni sólida, ni gaseosa, que no ocupaba ningún lugar en el espacio y que no se podía ver ni tocar, pudiera constituir, sin embargo, un elemento normal de la naturaleza. Habían sido observadas sus manifestaciones naturales, como la fuerza del rayo y las descargas producidas por ciertos peces. A lo sumo se había constatado la casi imperceptible atracción que ejerce el ámbar sobre trozos de tela o papel. Y nada más. Se ignoraba que todos aquellos fenómenos eran distintas manifestaciones de un solo poderoso agente, la electricidad, que debidamente aprovechado estaba destinado a cambiar la faz del mundo.





*Alejandro Volta*

## **LA EPOCA DE LOS "ELECTRICOS"**

Los efectos eléctricos empezaron a ser conocidos ya en la Antigüedad. Los griegos fueron los primeros en comprobar la propiedad del ámbar amarillo, frotado, de atraer los cuerpos ligeros, y de la palabra "elektron", en griego, ámbar amarillo, procedió el nombre de esta singular forma de energía.

Posteriormente, los romanos ensayaron los primeros métodos de electroterapia de la historia, sumergiendo a los paralíticos en lagunas con abundancia de peces eléctricos, a fin de que los inválidos recibieran sus descargas, las que consideraban benéficas. Más tarde se comprobó que otros cuerpos, como la piedra imán, el vidrio, la resina, el diamante y el cuarzo, tenían fuerza de atracción semejante a la del ámbar. Pero tuvieron que transcurrir muchos siglos para que se buscara una explicación racional de aquellos fenómenos. La única interpretación que se dio al respecto en la Antigüedad correspondió a Tales de Mileto, que, a su modo, ofreció una verdadera hipótesis científica, al afirmar: " estas sustancias encierran ron "alma", están vivas, puesto que pueden atraer hacia si materias inanimadas, como mediante una aspiración del soplo".

Pero ni la civilización griega ni la romana, ni luego el mundo de la Edad Media contribuyeron de manera importante a la comprensión de la electricidad y del magnetismo, a pesar de que sus poderes de atracción continuaron interesando esporádicamente a los eruditos y divirtiendo o atemorizando a los ignorantes. El estudio científico de la electricidad se inició recién en el siglo XVII, cuando varios investigadores dieron importantes pasos, que conducirían más tarde al dominio de aquella desconocida fuerza. En 1600, William Gilbert, médico privado de la reina Isabel I de Gran Bretaña, publicó un tratado en latín titulado "De Magnete, Magneticisque Corporibus", en el que abordaba el magnetismo y las propiedades de atracción del ámbar y de otras sustancias dotadas de su misma, particularidad, a las que llamó "eléctricos". La obra, que fue leída por todos los sabios europeos de la época, tuvo una enormes influencia, ya que consiguió despertar la atención del hombre hacia el fenómeno eléctrico. En todas partes los investigadores se dieron a la tarea de frotar diversos "eléctricos" y observar atentamente lo que ocurría. Un jesuita italiano, Niccola Cabeo, descubrió que los cuerpos cargados, unas veces atraen y otras repelen. Otto von Guericke llegó más lejos, y en 1660 construyó la primera máquina que haya generado una carga eléctrica, la cual consistía, en esencia, en una gran bola de azufre, a la que se imprimía un rápido movimiento de rotación. Las manos, aplicadas contra la bola, producían una carga mucho mayor que el frotamiento tradicional hecho hasta entonces.

## **HALLAZGO DE LA LEY FUNDAMENTAL**

El siglo XVIII fue un período extraordinario para el progreso de las investigaciones en el terreno de la electricidad. En 1707 el inglés Francis Hawkesbee construyó una máquina eléctrica de

fricción, perfeccionada: en ella un globo de vidrio vino a sustituir a la bola de azufre utilizada por Von Guericke. Dos décadas más tarde, en 1729, Stephen Gray descubrió en Inglaterra la conducción, es decir, el flujo real de la electricidad y, henchido de entusiasmo, empezó a transmitir cargas de un sector a otro de su casa, sirviéndose de "cables" fabricados, entre otras cosas, con trozos de caña.



*AMPERE. Aportó valiosos descubrimientos, que fueron un anticipo de experimentos contemporáneos.*

Dos franceses, Cisternay Dufay, gran teniente de Luis XV y superintendente de los jardines reales de Versalles, y el reverendo Jean-Antoine Nollet, importante personaje de la corte y notable físico, tuvieron noticia de los trabajos de Gray sobre la conducción, e iniciaron sus propios experimentos.



*LOS CHARLATANES. En las feria y sustituir lugares donde se concentraba gran cantidad de público los charlatanes concitaban la atención de ellos mediante una pila de bajo poder voltaico.*

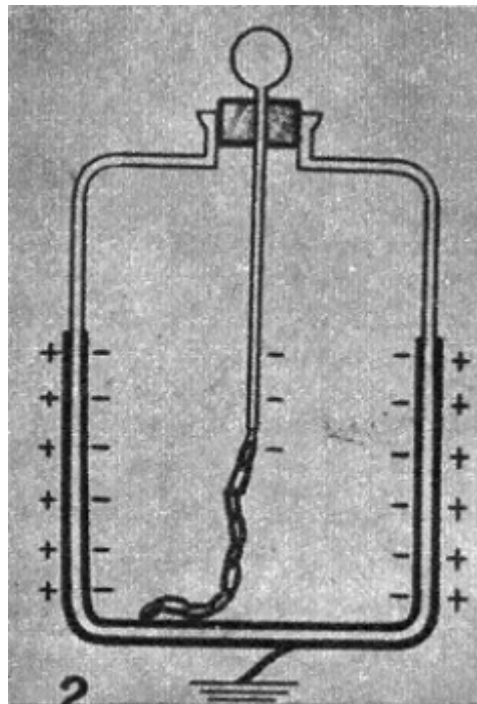


*El curioso, atraído por la oratoria del propagandista, se ubicaba cerca del mesón, pagaba una cierta cantidad de dinero y, cogiendo un alambre conductor de electricidad, sentía la emoción de un golpe de corriente.*

Primero, descubrieron que el cuerpo humano era un excelente conductor de la electricidad: en la obscuridad de la noche, Dufay, suspendido por cuerdas de seda aislantes, se hacía cargar con un aparato eléctrico del tipo Hawkesbee; cuando Nollet lo tocaba, salían de él grandes chispas, provocando el regocijo de la corte, la cual, naturalmente, veía en la experiencia sólo un motivo más de diversión. Sin embargo, otro experimento, menos espectacular, llevado a cabo por uno de ellos, estaba destinado a tener mayores consecuencias. Dufay descubrió que todos los objetos cargados por medio del mismo tubo de vidrio se rechazaban unos a otros y que, por el contrario, atraían a los cuerpos cargados mediante una barrita de resina electrificada. En consecuencia, dedujo que debían existir "dos tipos de electricidad", a las que, de acuerdo a sus generadores, llamó la "vítrea" y la "resinosa". Así fue como, pese a la falacia de la afirmación de que había dos electricidades, fue descubierta la ley fundamental del fenómeno eléctrico: "Las cargas similares se rechazan y las disímiles se atraen".

### **LA FAMOSA BOTELLA DE LEYDEN**

Los rápidos progresos realizados en el conocimiento de la electricidad durante la primera mitad del siglo XVIII llevaron a la certeza de que, a pesar de su apariencia imponderable, el fluido eléctrico era un agente manejable sometido a leyes aún ignoradas, pero factibles de ser descubiertas mediante experimentos. Asimismo, de las experiencias efectuadas en laboratorios y salones surgió la idea de que era posible almacenar o recoger de una manera práctica la electricidad, y a ello se encaminaron todas las investigaciones. Es así como se creó la famosa botella de Leyden, inventada simultáneamente en 1745 por un pastor luterano alemán, E. C. Kleist, y un hombre de ciencia holandés, Van Musschenbroek, de Leyden. Kleist, a la sazón obispo de Pomerania, buscando la manera de aislar el fluido eléctrico llenó parcialmente de agua una botella y, sosteniéndola con la mano, la conectó a una máquina eléctrica por medio de un hilo de bronce unido a un tapón.



*BOTELLA DE LEYDEN recubierta interior y exteriormente de metal*

En el momento en que alejaba el receptáculo recibió una descarga tal, como nunca antes nadie la había recibido, y que le "paralizó los brazos y los hombros". La experiencia de Van

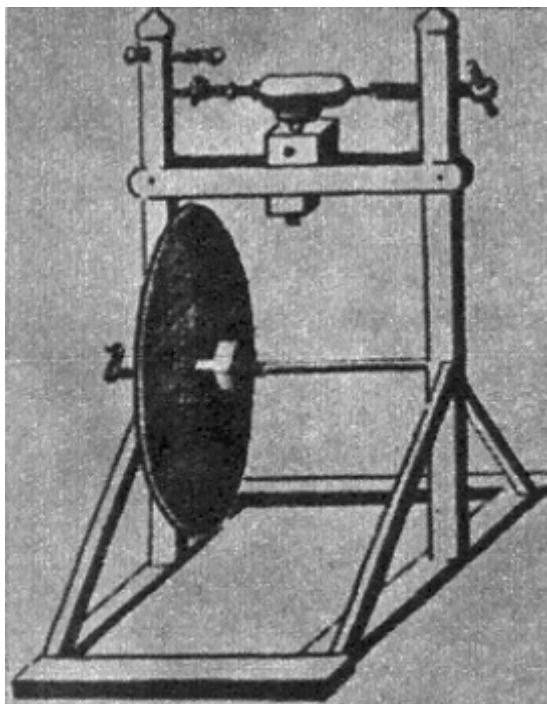
Musschenbroek, llevada a cabo con su discípulo Cuneus, fue muy similar, por no decir igual: también ellos trataron de cargar una jarra de agua llena hasta la mitad, y la unieron a una máquina eléctrica por medio de un conductor de metal pesado, recibiendo una violenta descarga.

Si bien el aparato se había logrado al unísono en Alemania y Holanda, fue este último país el que se llevó las palmas del invento, y por una razón muy sencilla: mientras Van Musschenbroek estaba considerado como un físico eminente, Kleist era casi desconocido como investigador. Así, nadie se preocupó de la "botella de Pomerania, sino que todo el mundo empezó a hablar de la "botella de Leyden", y con ese nombre quedó hasta el día de hoy.

La botella de Leyden no era otra cosa que un condensador, término propuesto por Volta años más tarde. Posteriormente, el aparato fue perfeccionado y se transformó en una vasija forrada con papel de estaño hasta la mitad, llena de hojuelas de oro y tapada con un corcho atravesado por una varilla de latón o cobre, reemplazándose así el agua, la que pasó a ser superflua.

## EL GRAN APORTE DE FRANKLIN

La botella de Leyden se difundió rápidamente, y sus descargas -poco más que un relámpago de electricidad "estática", se convirtieron en uno de los principales temas de conversación de la época. Nollet, el mismo que experimentaba con Dufay, fue el primero en realizar, en París, demostraciones de la famosa vasija y su "gran poder de acumulación". La gente hacía cola frente a su casa, desde las primeras horas de la mañana, para recibir la que consideraban una "deliciosa" descarga. Las exhibiciones no tardaron en transformarse en un verdadero juego, que se propagó bajo mil formas ingeniosas. Así, una compañía completa de guardias del rey de Francia recibió, en una oportunidad, la descarga, y voló como un solo hombre, ante la mirada complacida del monarca Luis XV. En otra ocasión, Nollet penetró en un monasterio, y después de alinear a todos los monjes de la congregación en una sola e interminable fila, y unir a cada uno de ellos con su vecino mediante un hilo metálico, logró que todos recibieran la descarga simultáneamente y se zangolotearan al unísono por los aires. La electricidad necesaria para este tipo de experimentos era obtenida por una batería de botellas de Leyden conectadas.



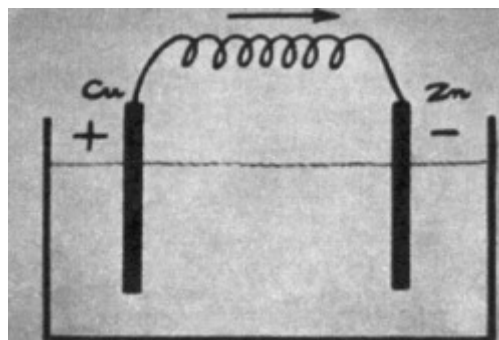
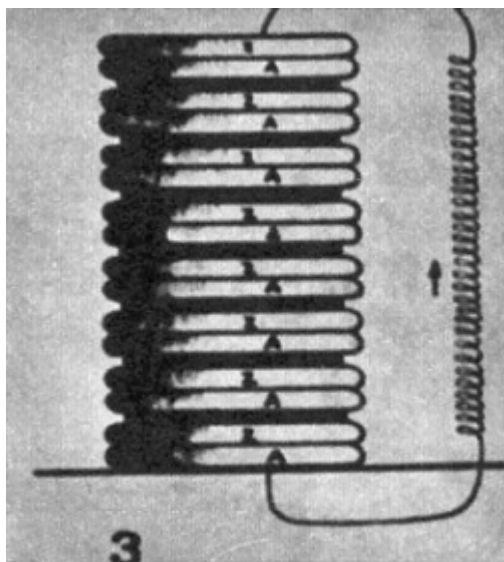
*GENERADOR DE ENERGIA. Una máquina rodante que produce electricidad por fricción.*

A todo esto, el célebre norteamericano Benjamín Franklin se colocaba a la vanguardia de las investigaciones sobre electricidad. Rechazando la teoría que reconocía la existencia de la electricidad "resinosa" y la "vítrea", Franklin descubrió, en 1746, que se trataba sólo de dos

aspectos de la misma fuerza, a los que llamó "positivo" y "negativo", términos que se han seguido utilizando hasta la actualidad. Posteriormente, en 1753, el mismo Franklin inventó el pararrayos, el cual vino a demostrar fehacientemente que el relámpago era electricidad, y abrió el camino para que otros investigadores lograran cargar sus baterías mediante electricidad atmosférica.

## DE VOLTA A FARADAY

Los últimos años del siglo XVIII presenciaron una aceleración en el ritmo de los descubrimientos eléctricos. En 1775, Alessandro Volta, profesor de la Universidad de Pavía, inventó un condensador de hojas metálicas, que vino a reemplazar la función de la mentada botella de Leyden.



*MODELOS DE PILA DE VOLTA. Son pequeños discos de cobre y zinc separados por papeles humedecidos en ácido sulfúrico diluido; a la derecha una cuba de ácido sulfúrico diluido en que se sumergen electrodos de cobre y zinc*

En 1785, el francés Charles Agustín de Coulomb formuló la primera ley matemática que regía las manifestaciones de la electricidad estática, la referente a la atracción o repulsión entre dos esferas cargadas. Pero el año estelar de la electricidad durante la centuria fue 1796, fecha en que Volta inventó su famosa pila, versión perfeccionada de su condensador de hojas metálicas, la cual proporcionó un suministro regular de electricidad. Por primera vez, gracias a la pila voltaica, se había producido en la tierra una corriente eléctrica continua.

El siglo XIX, desde su inicio, trajo nuevos y decisivos progresos en el conocimiento y utilización de la electricidad. La primera gran figura que destacó durante este período fue el francés André-Marie Ampère, espíritu clarividente y metódico, que luego de clasificar y codificar los grandes principios enunciados antes de él, estableciendo orden y coherencia, aportó finalmente importantes descubrimientos. Ampère logró detectar la relación que había entre electricidad y magnetismo, y explicar su parentesco, hacia 1820. Desgraciadamente, los ensayos de Ampère se anticiparon demasiado a sus contemporáneos, ya que fueron de tan alta calidad matemática, que resultaron prácticamente ininteligibles para muchos de ellos. Hubo que esperar entonces varios años para que estas nuevas ideas dieran sus frutos. Por fin, el norteamericano Joseph Henry dio a conocer en 1831 el fenómeno de la inducción eléctrica, y lo aplicó a la transformación del magnetismo en electricidad, utilizando una especie de motor eléctrico que construyó en 1829. Infortunadamente, sus descubrimientos, aunque publicados en el "Silliman's Journal", pasaron casi inadvertidos.



*MICHAEL FARADAY. Notable científico inglés que se especializó en Química y Física. Transformó el magnetismo en electricidad. A él se debe el principio del motor que tiene por finalidad transformar la energía eléctrica en mecánica.*

Michael Faraday, químico y físico inglés, tuvo más suerte que Henry. Descubrió también el modo de transformar el magnetismo en electricidad, y realizó, en abril de 1832, ante el "Royal Institute", una exhibición en que presentó un disco de cobre de doce pulgadas, que giraba entre los polos de un imán en herradura. Un alambre tomado del eje y otro unido a una escobilla que frotaba el borde del disco se cerraron en un circuito, en el que se demostró la circulación de una corriente inducida. El experimento causó sensación en todos los círculos científicos, y fue la piedra angular del posterior período creativo de la electricidad: del pequeño juguete de Faraday se desprendió el principio del motor que transforma la energía eléctrica en mecánica.

## **LOS PRIMEROS MOTORES Y LA DINAMO**

Sólo dos años después del descubrimiento de la inducción, efectuado independiente y simultáneamente por Henry y Faraday, Hermann de Jacobi construyó un gran motor eléctrico. Contratado por Nicolás I de Rusia, Jacobi utilizó su motor para impulsar una chalupa del zar provista de una rueda de paletas, que consiguió transportar silenciosamente doce pasajeros a una velocidad de siete kilómetros por hora. Posteriormente diversos científicos, como el escocés Robert Davison, el norteamericano Thomas Davenport y el francés Froment, construyeron sus propios modelos de motores. Pero, sin embargo, todas estas audaces empresas estuvieron condenadas al fracaso o a prestar una utilidad muy limitada, hasta que no vino la dinamo o generador a reemplazar la pesada pila voltaica. La dinamo hizo su aparición en 1863, año en que el joven científico italiano Antonio Pacinotti construyó un modelo de generador perfeccionado. Algunos años más tarde, Henry Wilde, Cromwell y Samuel Valery, Siemens y Wheatstone crearon casi simultáneamente modelos activos del generador autoexcitado, que fue el primero en revelarse como satisfactorio para usos prácticos. La palabra "dínamo" fue introducida por Siemens, en una exposición ante la Academia de Berlín.

## **IMPRESIONANTE DIFUSION**

Hacia 1870 estaban ya dados todos los pasos para que la electricidad pudiera entrar en una fase de realizaciones prácticas impresionantes. Las aplicaciones industriales del generador se sucedieron con vertiginosa rapidez. Weston lo usó para la galvanoplastia en 1872, y en 1875, para un horno eléctrico. En 1879, Edison fabricó una dinamo utilizable en un sistema de

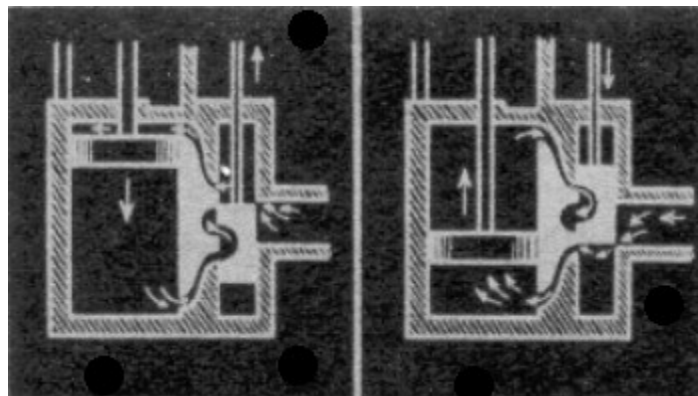
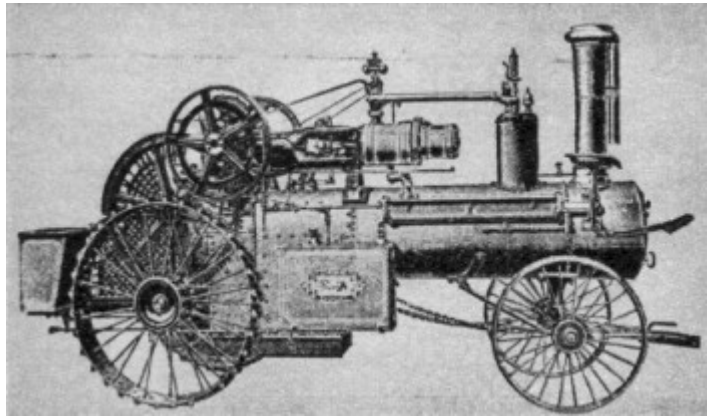
alumbrado por incandescencia. Ese mismo año, la "California Electric Light Company" se convirtió en la primera empresa en fabricar y vender electricidad. También en 1879, Werner von Siemens presentó, en la exposición de electricidad de Viena, el primer ferrocarril electrificado.

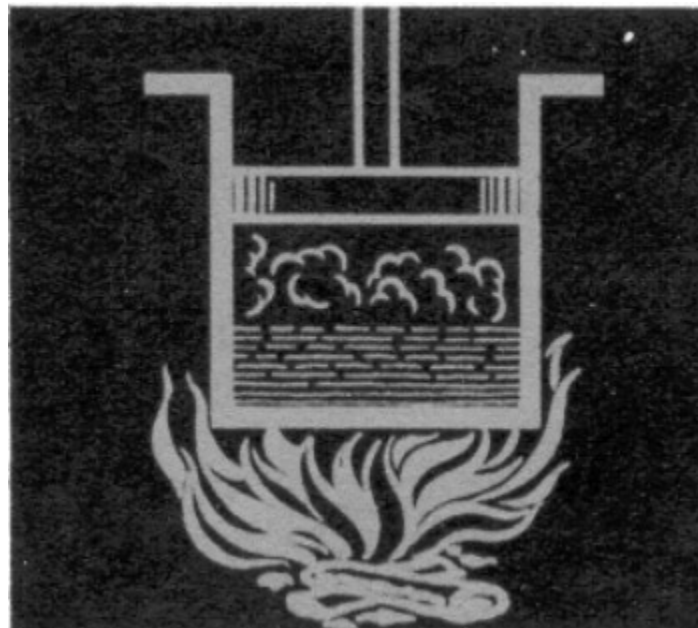
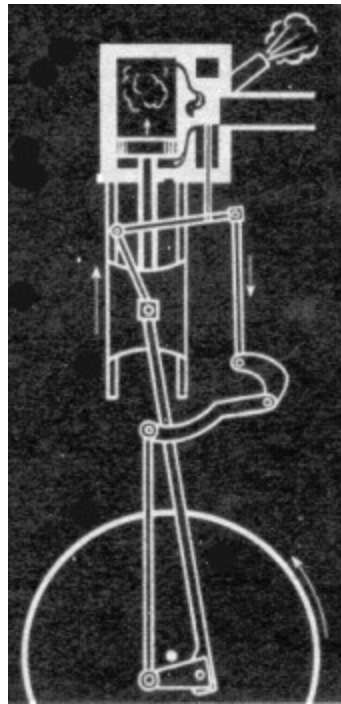
Día a día fueron apareciendo nuevos usos... El hombre había logrado dominar aquella extraña fuerza de la naturaleza y empezaba a sacarle por fin partido, lo que se traduciría en un extraordinario progreso, en el más multifacético orden de cosas que pueda imaginarse: alumbrado, transporte, comunicaciones, electroterapia, electrónica, aeronáutica..., y una gama casi infinita de aplicaciones, que constituyeron la culminación de una maravillosa historia, que se inició cuando a un desconocido que la historia no registró, se le ocurrió frotar un trocito de ámbar amarillo.

## 6. EL VAPOR

### ***Una nueva conquista humana que hizo posible la Revolución Industrial***

EN el siglo XVIII comenzaba en Inglaterra una profunda transformación económica, conocida como la "revolución industrial", cambio que en la centuria siguiente se haría extensivo a gran parte del mundo occidental, dando una nueva fisonomía a la cultura. Fue el principio del fin de la mano de obra artesanal y el comienzo de la era industrial que vino a ser anunciada por la aparición de las primeras máquinas modernas, como la de hilar algodón, inventada por Hargreaves en 1767, o el telar de Arkwright, patentado en 1769. Como estas nuevas máquinas eran de grandes proporciones y elevado costo, hubo necesidad de invertir, enormes capitales y levantar edificios especiales en los que trabajaban muchos operarios.





*EL VAPOR.- Lo ilustración superior muestra la máquina de doble efecto donde Watt perfeccionó su invento. Abajo, la máquina de Papin, en que caldera, motor y condensador forman una sola unidad. El fuego calienta el agua y el vapor mueve el pistón.*

Nacieron así la fábrica y los obreros. Pero no todos los elementos estaban dados para el surgimiento de una industria en gran escala, pues faltaba lo esencial: la energía. Las primeras máquinas habían sido ideadas para ser movidas por la fuerza hidráulica, pero ésta no bastaba: era menester buscar otra fuerza motriz que no dependiese del tiempo ni del terreno. Finalmente fue encontrada en el vapor, cuyo poder, sin embargo, era conocido desde hacía mucho tiempo.

### **EN BUSCA DE UNA NUEVA FUERZA MOTRIZ**

La primera referencia a la aplicación del vapor aparece ya en plena Edad Media. Se dice que el matemático Gerbert de Reims, quien se convertiría más tarde en el Papa Silvestre II, habría inventado hacia el año 975 un órgano en el que el aire de los tubos era comprimido por la fuerza del vapor. Sin embargo, se cree que esta información es puramente legendaria. El primer

instrumento de vapor del cual hay constancia histórica es el que describe una patente de 1663, concedida al marqués de Worcester, aunque no se trataba de una verdadera máquina, sino más bien de una bomba de vapor que habría de servir para satisfacer la necesidad apremiante de un medio mecánico para desaguar las minas.



*PAPIN. Constructor de las primeras calderas y máquinas de vapor. Era médico, pero no ejerció.*

El paso siguiente en la conquista del vapor lo dio el notable inventor francés Denis Papin, quien hacia 1680 concibió su famosa marmita de presión proyectada para extraer cola de los huesos. Así, Papin, fuera de su aporte científico, debe ser considerado también como el precursor de la moderna y práctica olla a presión, que tanto facilita las pesadas labores de las dueñas de casa. Pero el ingenioso inventor no se quedó sólo en esto y en 1687 diseñó una máquina de vapor que llevó a la práctica veinte años después, durante su permanencia en Cassel, Alemania. Allí construyó una pequeña embarcación con rueda de paletas, movida por una máquina de este tipo, en la que intentó hacer un viaje desde aquella ciudad hasta Londres. Infortunadamente, su barca atrajo la envidia y la ira del gremio de bateleros del río Cassel, los que, durante la noche del 25 de septiembre de 1707, hicieron que Papin fuera arrestado y destruyeron su barco, el cual era lo suficientemente grande como para transportar dos toneladas de carga. Papin murió poco después en Londres, sin haber podido reconstruir su embarcación, pero sus ideas sobre las máquinas de vapor quedaron registradas en un libro y sirvieron para que posteriormente Newcomen, el constructor de la primera auténtica máquina de vapor, se inspirara fundamentalmente en ellas.

En su tratado, Papin proponía *"Un nuevo método para obtener a bajo precio fuerzas motrices considerables"* y daba las siguientes instrucciones : *"Tomad un cilindro que contenga agua y esté cerrado por un pistón. Calentado, el vapor levanta el pistón. Dejad que se enfríe y el vapor se vuelve a convertir en agua. Entonces, por efecto de la presión atmosférica, el pistón vuelve a bajar. Seguir alternando estas dos operaciones de calentar y dejar enfriar y el pistón se moverá indefectiblemente"* .

## **LAS PRIMERAS MAQUINAS**

Después de la muerte de Papin, la iniciativa en las investigaciones sobre el vapor pasó de Francia a Inglaterra, en donde Morland inventó un eficaz material de empaquetamiento para pistones. Pero aparte de él, otros se ocuparon también de las bombas de vapor. El primero que alcanzó un éxito práctico fue Thomas Savery, quien, haciendo uso del mismo principio aplicado por el



marqués de Worcester, obtuvo una patente en 1698 y construyó posteriormente varios modelos de bombas.



*MAQUINA DE SAVERY.- Ilustración que muestra el paso del vapor producido por una caldera separada.*

Una de ellas fue instalada en Campden House, Kensington, y extrajo agua de un pozo a un ritmo de 300 litros por minuto. Su costo era de 50 libras esterlinas y desarrollaba una energía equivalente a un caballo de fuerza. Más tarde, Savery concibió una máquina más eficiente y acabada, conocida como la "amiga del minero", la cual fue utilizada en las minas de Cornwall. Sin embargo, estos éxitos fueron muy relativos. Las máquinas continuaron siendo costosas y su manejo resultó peligroso debido al imperfecto conocimiento que aún se tenía de la resistencia de los materiales empleados en su construcción, lo que se traducía en frecuentes explosiones que generalmente costaban la vida a muchas personas. Es así como los propietarios de las minas prefirieron seguir con sus bombas de mano o impulsadas mediante fuerza animal. La máquina de vapor no iba a encontrar perspectivas de aplicación permanente hasta que se reconociera y proyectara como una nueva fuerza motriz capaz de mover toda clase de maquinarias, no solamente de bombas de desagüe, como acontecía hasta entonces.

## **LA MAQUINA DE NEWCOMEN**

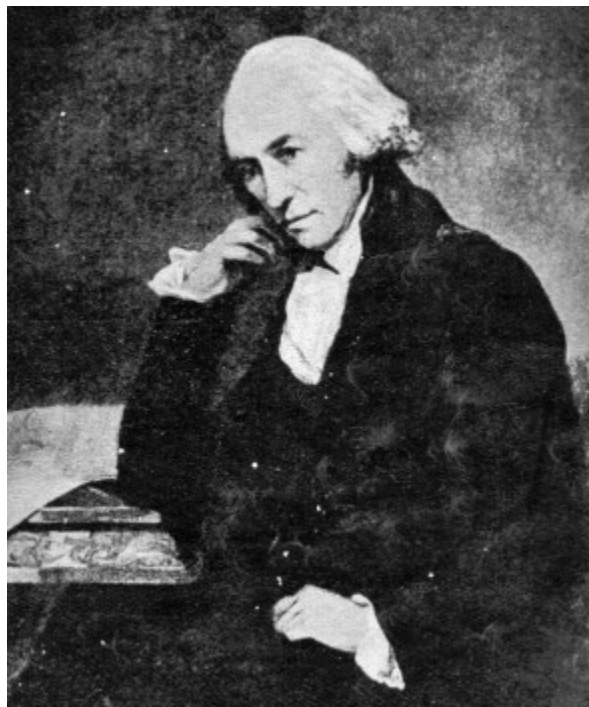
La primera máquina de vapor concebida como una fuente universal de fuerza motriz fue construida en 1705 por Thomas Newcomen y su ayudante John Calley. Estos inventores aplicaron el principio de Savery de condensar el vapor en el cilindro para el golpe descendente del pistón. Pero su máquina vino a aportar además importantes innovaciones: un ingenioso sistema de válvulas para regular la introducción del vapor en el cilindro y la inyección de agua fría para condensarlo. Debido a que Newcomen no pudo patentar su máquina hasta 1716, los poseedores de la patente de Savery se aprovecharon de su invento durante cerca de diez años. Pero al fin Newcomen pudo formar una compañía para impulsar la adopción de su máquina por la industria, no tardando en alcanzar pleno éxito, ya que muchas de ellas fueron aplicadas al desagüe de las minas de carbón. Con el tiempo el invento atraería la atención del eminente ingeniero John Smeaton, quien le introduciría substanciales mejoras.

Smeaton era un hombre de gran sentido práctico y que daba gran importancia a los detalles. Habiendo observado la máquina de Newcomen, le agradó, pero no lo satisfizo del todo, por lo que emprendió una serie de cuidadosos experimentos con una máquina especialmente construida

para él en Austhorpe, en 1769. Sus observaciones precisas y sus acabados análisis matemáticos del funcionamiento condujeron a una substancial superación del rendimiento de la máquina de vapor, obtenido principalmente merced a un rediseño de la caldera, del horno y del procedimiento de encendido. Así, en 1772, dio cuenta de los resultados de unos 130 experimentos, proporcionando fundamentales indicaciones y planos para la construcción de máquinas entre uno y 78 caballos de fuerza. Todo fue señalado con exactitud y minuciosidad: recomendó valores para el diámetro del cilindro, la longitud del émbolo, el número de golpes de émbolo por minuto, el tamaño de la caldera, la cantidad de agua introducida, la temperatura del agua inyectada y hasta el consumo de carbón. El mismo construyó en 1774 una máquina de 76,5 caballos de fuerza, la más poderosa lograda hasta ese momento. Pero, para entonces, la máquina de Newcomen que él había contribuido a desarrollar tenía sus días contados, pues habían hecho su aparición los diseños mejorados de Watt, que serían los que en definitiva se impondrían.

## EL TRIUNFO DE WATT

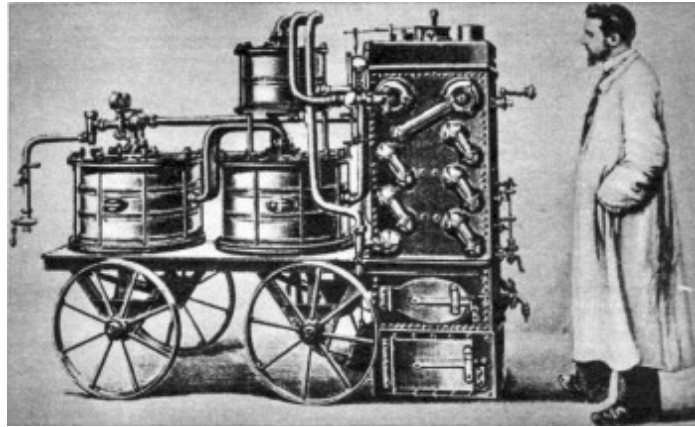
James Watt era un ingeniero escocés que había nacido en 1736 y desde muy joven se había especializado en la construcción de instrumentos, trabajando con los grandes hombres de ciencia de la época, como John Robison y Joseph Black, dos prominentes investigadores de la naturaleza del calor, con quienes mantuvo una estrecha amistad. Sus experiencias personales y el contacto con aquellos científicos no tardaron en dar sus frutos y, así, en 1769, Watt patentó su primera máquina de vapor de uso universal, que servía para aserradora, laminadora, tejedora y otras aplicaciones similares.



*JAMES WATT. Miembro de una familia numerosa, modesto y tímido, creó una máquina de vapor para múltiples actividades*

Desde el primer momento, la máquina de Watt, que tenía la novedosa característica de condensar el vapor fuera del cilindro, demostró una eficiencia considerablemente mayor que la de Newcomen.

Su rendimiento energético por unidad de vapor fue nada menos que cuatro veces superior al de aquella, por lo que casi en seguida empezó a ser utilizada con notable éxito para bombear agua en las salinas, cervecerías y destilerías. Cuando se la aplicó en las plantas para el trabajo del hierro, su eficiencia fue todavía mayor.



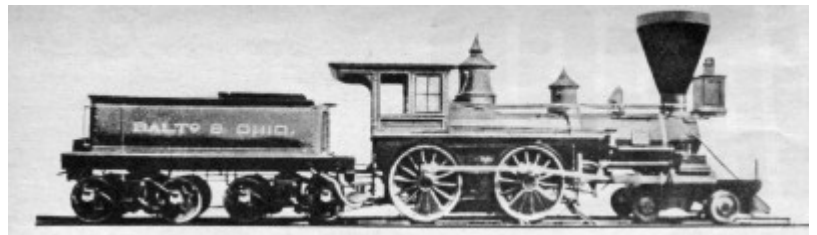
*TRASCENDENTAL INVENTO. Cerca del año 1900 se construyó esta máquina a vapor, cuya función específica era la de esterilizar agua para su posterior utilización.*

Pero Watt no estaba aún contento con sus triunfos y siguió trabajando con ahínco. Tuvo la suerte de encontrar en Boulton un socio honrado y emprendedor y en William Murdoch, un colaborador inteligente e ingenioso. Así, estos tres hombres se dieron por entero a la tarea de perfeccionar la máquina de vapor y sucesivamente le fueron introduciendo mejoras hasta hacer de ella el eficaz instrumento que la convertiría en el verdadero motor de la revolución industrial.

Los progresos de la máquina de vapor cobraron una extraordinaria aceleración. En 1783 una máquina de Watt movió el primer martinete para John Wilkinson, iniciándose así una serie de aplicaciones prácticas para ésta. Hacia 1800 estaban en funciones no menos de 500 máquinas "Boulton y Watt". Conjuntamente con los nuevos mecanismos para la transmisión de la energía, la máquina de vapor fue gradualmente desplazando al trabajo humano en no pocos oficios, convirtiéndose, además, en el símbolo de la nueva edad de la máquina, que se iniciaba con los albores del siglo XIX.

## **EL VAPOR SE ASOCIA A LA RUEDA**

Pero donde el vapor iba a dar muestras de todo lo que era capaz era en el transporte. Apenas logrados los primeros y todavía imperfectos modelos de máquinas de vapor, se buscó asociarlos a la rueda. Los primeros resultados fueron deplorables. En 1769 el francés Nicolás Cugnot construyó un pesado carromato movido por vapor, que fracasó en su primera prueba. A su vez, en Inglaterra, William Murdoch, el ayudante de Watt, experimentaba en lo mismo, sin ver tampoco sus esfuerzos coronados por el éxito. Simultáneamente, el norteamericano Oliver Evans intentaba en vano al otro lado del océano mover su propio vehículo de vapor. Fueron tres primeros ensayos que concluyeron en tres grandes fracasos.

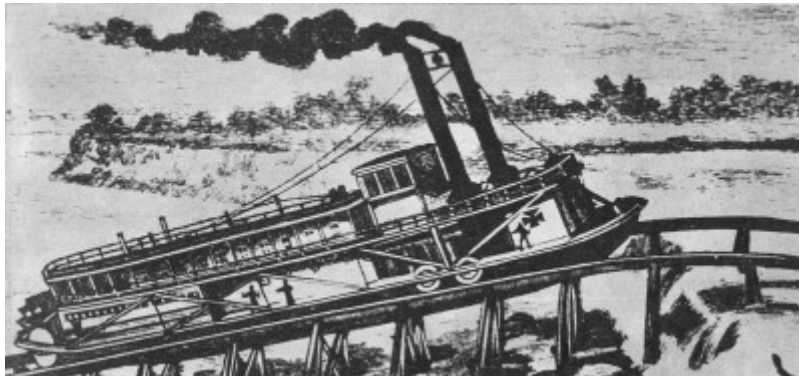


Richard Trevithick tuvo más suerte que sus predecesores y en 1804 colocó sobre rieles su máquina de vapor, obteniendo la primera locomotora, un primitivo vehículo que andaba a razón de poco más de dos millas por hora y que debutó haciendo el trayecto de Merthys a Abercynon, en Gales, el 21 de febrero de aquel año. En 1801, el mismo Trevithick había dado a conocer también un vehículo de carretera movido por vapor a alta presión, que alcanzó una velocidad de ocho a nueve millas por hora. Años más tarde, en 1831, Gurney y Hanock consiguieron establecer el primer servicio de coches de vapor, que no prosperaría por múltiples razones. Una de ellas fue la exigencia de peajes elevados de parte de las autoridades, para compensar el daño que estos pesados vehículos producían en la superficie de los caminos. A ello se sumaron también las molestias y dificultades técnicas: los coches tardaban en arrancar, consumían mucho

combustible y dejaban una desagradable estela de humo y ceniza tras de sí. Como si todo esto fuera poco, fue promulgada la famosa ley de la bandera roja, que imponía a los vehículos automotrices la obligación de ir precedidos por un lacayo portador de un gallardete de ese color o de una linterna a fin de advertir a los peatones que se acercaba el carruaje. Curiosamente, aquella disposición no fue eliminada hasta 1896.

## REVOLUCION EN EL TRANSPORTE

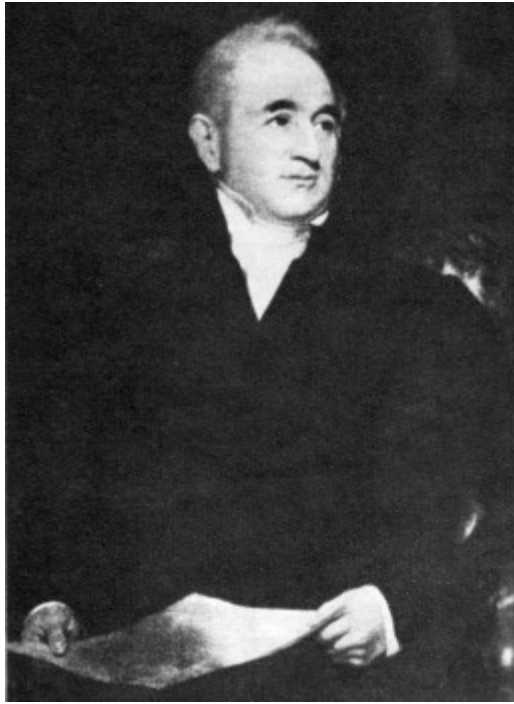
El vehículo accionado por vapor no estaba, pues, destinado a imponerse en la carretera, sino que sobre rieles, siguiendo la senda que le había trazado Trevithick en 1804 con su primera locomotora.



*SOLO IMAGINACION.- La imaginación del hombre llegó a concebir descabellados experimentos en el siglo XIX, relacionados con el barco a vapor que hacía furor. Posteriormente se llevaron a 10 práctica con algunas variantes. En la ilustración, una nave supera las dificultades de un desnivel de las aguas, mediante una empalizada.*

El invento culminaría con la aparición y desarrollo del ferrocarril que permitiría el transporte de cargas y pasajeros en gran escala. En él sobresaldría nítidamente George Stephenson, "el hombre que domina todo el nacimiento del ferrocarril, el que durante doce años luchó solo y triunfó contra todo: máquina, vía, obras y explotaciones", según palabras de Charles Dollfus.

Pero la máquina de vapor no iba a tener sólo aplicación en el transporte terrestre, sino que alcanzaría un éxito igual o quizás más notable en la navegación. Desde la infortunada barca de Papin, numerosos inventores trataron de aplicar la fuerza motriz del vapor a la marina. Entre otros, el norteamericano John Fitch planeó en 1786 un barco en el que el vapor movía una serie de remos. Pero fue su compatriota Robert Fulton quien por primera vez obtuvo resultados positivos con su "Clermont", en 1807.



*GEORGE STEPHENSON. Minero, sin instrucción, es uno de los hombres que cambiaron la faz del mundo con su inventiva. Suya fue la primera fábrica de locomotoras.*

Se trataba de un vapor con ruedas de paleta que hizo un recorrido de 150 millas, río Hudson arriba, entre Nueva York y Albany, en 32 horas. A partir de ese momento la navegación a vapor hizo rápidos progresos, tanto en EE.UU. como en Europa occidental, hasta provocar el desaparecimiento casi completo de los veleros.



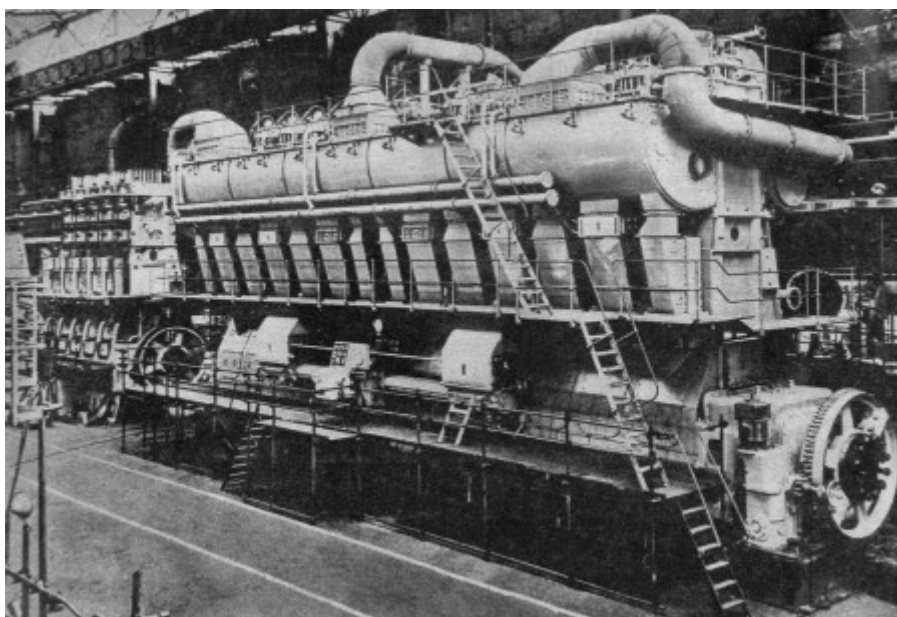
*ROBERT STEPHENSON. Hijo de George, está considerado como uno de los grandes ingenieros. Fue el creador de la locomotora. En Colombia explotó minas de oro y carbón.*

La máquina de vapor había demostrado su eficiencia en las más diversas aplicaciones y se había convertido en una verdadera palanca impulsora del progreso. Pero su reinado iba a ser efímero: la máquina eléctrica y otras fuentes de energía, como el petróleo, terminarían por sustituirla casi

enteramente. No obstante, su contribución había sido enorme como primer instrumento en la ruta del reemplazo de la fuerza humana y animal por la energía mecánica, base y pedestal de nuestra civilización industrial.

## 7. EL MOTOR DE EXPLOSION

*Aun cuando el vapor y la electricidad aplicados a diversos vehículos, superaban ya durante la segunda mitad del siglo XX, la barrera de los cien kilómetros por hora, el futuro no iba a ser suyo. Un tercer competidor estaba destinado a llegar mucho más lejos: el motor de explosión o combustión interna. Si hay un invento que no pueda atribuirse en manera alguna a un solo hombre, éste es el ejemplo más específico de ello, ya que sería difícil encontrar otro en que un número tan grande de científicos haya intervenido para llegar a su obtención. No hay en este caso un inventor, sino muchos inventores y no menos precursores.*



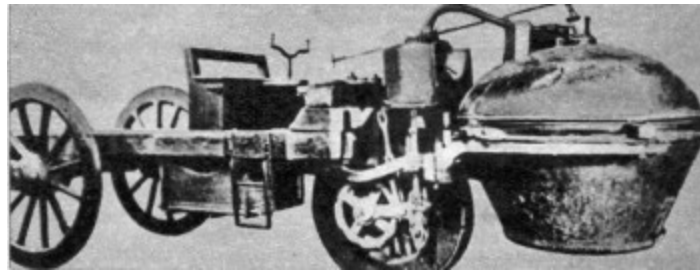
*MOTOR DIESEL. Vehículos, trenes, aviones, buques y plantas industriales, se mueven mediante motores diesel. Arriba un motor sobre un banco de pruebas; su potencia es de 16.800 caballos a 135 revoluciones por minuto.*

### EL MOTOR DE GAS

Si hubiera que buscar un precursor lejano, no propiamente del motor de combustión interna sino de lo que éste representó, habría que remontarse una vez más al inagotable genio inventivo de Leonardo da Vinci, quien trazó los planos de un vehículo que rodaría sin necesidad de caballos. O, si se prefiere, al docto franciscano de Oxford Roger Bacon, que en plena Edad Media dejó estampada entre sus escritos, que no fueron sino una larga y documentada invectiva contra la ignorancia de su época, esta profética frase: " *Es posible la fabricación de instrumentos de excelencia y utilidad maravillosas, como los carruajes que se mueven sin animales, a una velocidad incomparable*".

Los primeros artífices del motor de explosión aparecieron con la llegada del siglo XIX. La razón de ser de su búsqueda estuvo íntimamente ligada a la aparición de los primeros automóviles. Pronto se vio que la máquina de vapor era demasiado voluminosa para ser utilizada como fuente generadora de energía en tales vehículos. Se necesitaba un motor que combinase el hornillo, la caldera y el cilindro de la máquina de vapor en una unidad pequeña y ligera. La máquina de combustión interna, en la cual el combustible inyectado, mezclado con aire, se hace estallar para mover el émbolo dentro de un cilindro, resultó ser la solución más adecuada. La patente más antigua para un motor de explosión se remonta al año 1800, cuando Philippe Lebon proyectó

hacer, para que el pistón se moviera, una mezcla de aire y gas de alumbrado que explotara en el cilindro.

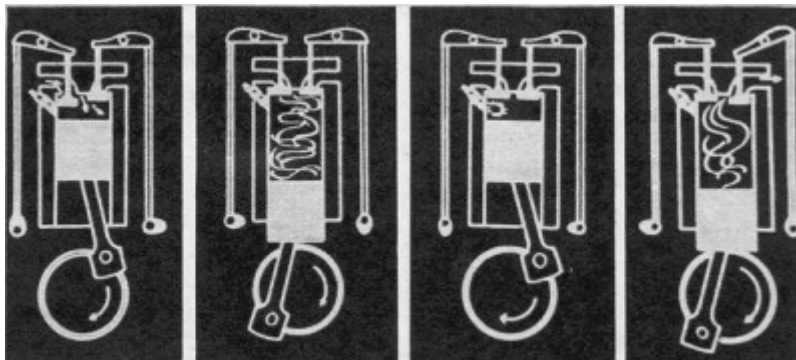


*CARRO DE CUGNOT. Funcionaba a vapor y era empleado, en forma especial, en el transporte de piezas pesadas de artillería. El primero de los modelos Cugnot resultó totalmente averiado en el periodo de pruebas.*

Pero Lebon no alcanzó a llevar a la práctica su idea, la que fue aprovechada primero por Rivaz, en 1807, y luego por Etienne Lenoir, un francés de origen belga, en 1852. Aunque el motor de gas de Rivaz representó un progreso evidente, el de Lenoir fue en verdad el primero realmente práctico, con autoencendido. Sin embargo, a pesar de que un vehículo equipado con un motor de Lenoir hizo con positivo éxito un viaje de diez millas entre París y Joinville-le-Port, se trataba de un modelo demasiado poco potente. Quedó en evidencia que era preciso comprimir la mezcla antes de hacerla explotar. Este problema fue resuelto por Alphonse Beau de Rochas, quien, en 1862, propuso para ello un ciclo de cuatro tiempos. El nuevo sistema fue adoptado por esa época por el alemán Nikolaus August Otto, quien fabricó eficientes motores fijos de gas, y enunció con claridad sus principios de funcionamiento.

## **EL MOTOR DE GASOLINA.**

Entre los colaboradores de Otto se encontraba Gottfried Daimler, quien sería el que en definitiva obtuviera el motor de gasolina.



*CICLO OTTO. También es denominado "Ciclo de cuatro tiempos". El esquema presenta las distintas fases de un motor o explosión, donde el aire y la bencina son comprimidos, provocando una chispa (tercera fase) y la posterior explosión. En el último tiempo, el pistón sube nuevamente, expeliendo los gases de la combustión.*

Daimler, al igual que otros investigadores que no alcanzaron su éxito, tomó conciencia de que el motor de gas, de alimentación particularmente incómoda y volumen desmesurado, no constituía la solución adecuada, por lo que había que buscar otro sistema. Antes que él, el austríaco Siegfried Marcus construyó, en 1875, un motor lento de cuatro tiempos y dispositivo magnético de encendido. Infortunadamente para él y para el progreso de la técnica de esa época, su motor hacía un ruido tan estridente y desagradable al funcionar que las autoridades de Viena le prohibieron persistir en sus experimentos.



Siete años después del "ruidoso" fracaso de Marcus, Daimler, en compañía de Maybach, empezó a ensayar los primeros motores de gasolina. Su construcción era tan compacta que resultaron adecuados para vehículos ligeros, y alcanzaron ritmos de novecientas revoluciones por minuto. En 1885 fue montado uno de estos motores en una especie de bicicleta de madera, y al año siguiente en un carruaje de cuatro ruedas. En 1889 el inventor germano dio otro paso fundamental al construir el motor definitivo para automóvil. Al mismo tiempo, otro alemán, el mecánico Karl Benz, de Mannheim, estaba trabajando en el mismo sentido, y en 1885 patentó un automóvil con un motor de cuatro tiempos y estructura de tubos, lo cual representaba un peso total más conveniente en relación a la capacidad del motor.

Tanto los inventos de Daimler como de Benz llamaron extraordinariamente la atención en Francia, nación que hizo todo lo posible por poseerlos. Así, la patente de Daimler fue comprada por los ingenieros galos René Panhard y Emile Levassor, cuya ambición era construir un auténtico vehículo a base del motor de explosión.



*A BATERIA: Acumuladores eléctricos impulsan el coche que figura en la ilustración. La máquina, provista de focos y claxon, causó sensación en la época. Tuvo éxito y durante un decenio pareció contrarrestar el avance del motor con combustión interna.*

Estos dos hombres hicieron sus primeros ensayos en 1890 y 1891, sin prestar atención a los comentarios que se hacían en los cafés de los bulevares, que iban del más benevolente escepticismo a la más despiadada burla. Tras realizar una exitosa prueba, consistente en un viaje de ida y vuelta entre la Porte d'Ivry y el viaducto de Auteuil, las opiniones negativas fueron pulverizadas, trocándose en franca admiración. Ambos pioneros dieron comienzo entonces a la industria del automóvil, y Panhard-Levassor, la más antigua marca de autos del mundo, empezó a recibir sus primeros pedidos, los que muy pronto debió compartir con Armand Peugeot, quien utilizó también la licencia Daimler.

## **GRAN TRIUNFO DEL MOTOR DE EXPLOSION.**

A todo esto, tres tipos de vehículos distintos, los impulsados por el vapor, la electricidad y la gasolina, rodaban por los caminos sin que se supiera cuál era en definitiva el mejor y el más veloz. Es así como no tardó en surgir la idea de realizar una competición entre ellos. La primera gran carrera de vehículos automóviles fue organizada en 1894 por Pierre Giffard, del "Petit Journal", entre París y Rouen, sobre una distancia de 126 kilómetros. Fue ganada por el conde Dion, con su tractor de vapor, a una velocidad promedio de 22 kilómetros por hora. Sin embargo, el motor de explosión había perdido sólo una batalla y no la guerra. Al año siguiente se organizó

una carrera mucho más larga y difícil: París-Burdeos, ida y vuelta, con un recorrido total de 1.200 kilómetros.

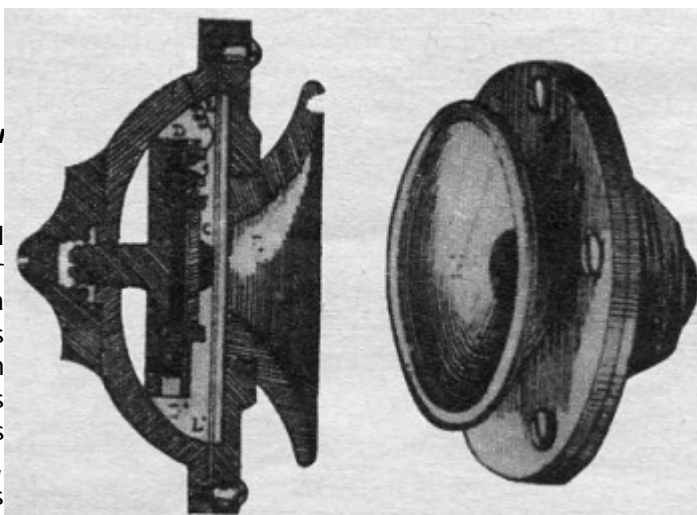
Las cosas iban, esta vez, a variar radicalmente: Veintiún vehículos se dieron cita en el punto de partida: entre ellos, el tractor del conde Dion, dos Serpollet, y la "Mancelle", de Bolleé, que representaban al vapor; Jeantaud, por la electricidad, y Panhard-Levassor y tres Peugeot, por la gasolina. El primero en cruzar la meta fue el Panhard-Levassor, que en lugar de las cien horas previstas por los organizadores invirtió menos de la mitad de aquel tiempo. Asimismo, los lugares siguientes fueron todos ocupados por vehículos de motor de explosión. La justa había demostrado la superioridad indiscutible de la gasolina sobre el vapor y la electricidad en el transporte.

El motor de combustión interna entró en una senda de ininterrumpido progreso. El motor Daimler proliferó y se perfeccionó: en 1901, Maybach, sucesor de Daimler, lanzó el maravilloso Mercedes, que no tardó en ser emulado, tres años más tarde, por el famoso Rolls-Royce británico. Al mismo tiempo, había surgido un importante rival del motor de gasolina en el motor de aceite pesado de Rudolf Diesel, concebido en 1897 y difundido hacia 1908, que no solamente se anexó un gran sector del transporte, sino que empezó a ser utilizado con gran eficiencia en locomotoras y barcos.

## 8. EL TELEGRAFO Y EL TELEFONO

***Con la electricidad dominada, el hombre pudo comunicarse a la distancia, transmitiendo primero señales y luego su voz a través de los cables.***

Con el gran progreso experimentado en el conocimiento de la electricidad en el primer tercio del siglo XIX, empezaron a vislumbrarse nítidamente las posibilidades creativas que ésta encerraba, y así fueron aflorando rápidamente sus aplicaciones prácticas. La telegrafía, técnicamente más sencilla, fue la primera en aparecer, provocando una revolución de incalculables proyecciones. Cual un nuevo Hércules, el telégrafo sobrepasó, al nacer en 1837, todas las velocidades conocidas y anuló todas las leyes que regían el mundo de nuestros antepasados. Una generación asombrada, que había sido testigo de cómo algunos físicos construían pequeños aparatos para producir insignificantes descargas o "jugaban" con carretes, hilos, discos o imanes, vio como de pronto aquella invisible corriente eléctrica que quemaba las pestañas de los sabios, adquiriría un poder casi sobrenatural y saltaba sobre ciudades, ríos, montañas, países enteros, transmitiendo a miles de kilómetros de distancia mensajes que por primera vez permitieron la comunicación simultánea de la hasta entonces aislada experiencia humana.



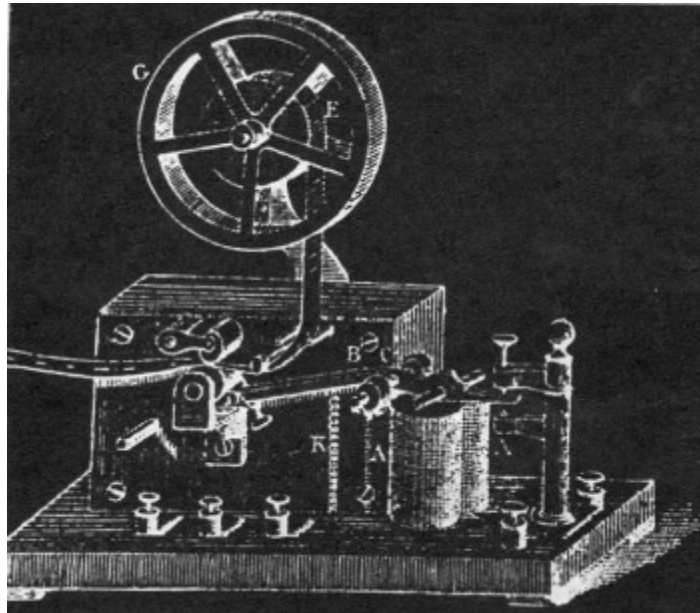
### IDEAS DESCAMINADAS

La invención del telégrafo pudo haberse adelantado en cerca de un siglo, ya que desde hacía bastante tiempo existía la probabilidad de transmitir mensajes mediante electricidad. Paradojalmente, no fueron sólo las dificultades propiamente técnicas las que postergaron su aparición, sino que la falta de imaginación del hombre para comprender que la transmisión debía realizarse utilizando un código de señales. En 1753, apenas ocho años después de la invención de la botella de Leyden, una carta aparecida en el "Scott's Magazine" expresaba: " *Quienes tienen alguna experiencia en electricidad saben que la energía eléctrica puede ser transportada de un lugar a otro por medio de conductores* ". Y concluía luego de estas acertadas palabras con una insólita afirmación: " *Tendamos, pues, horizontalmente, entre dos puntos determinados, una red de hilos metálicos, EN NUMERO IGUAL AL DE LAS LETRAS DEL ALFABETO, paralelos entre sí...* "

El mismo Ampere, con toda su genialidad, también cayó en el mismo error setenta años más tarde, al sostener que para el telégrafo eran necesarios "tantos hilos metálicos y tantas agujas magnéticas como letras hay". En 1812, Sommering llevó a la práctica un telégrafo eléctrico así concebido, el cual tenía no menos de 35 circuitos diferentes y transmitía el mensaje letra por letra, lo que se traducía en una lentitud exasperante que lo hizo desaparecer de escena con suma rapidez.

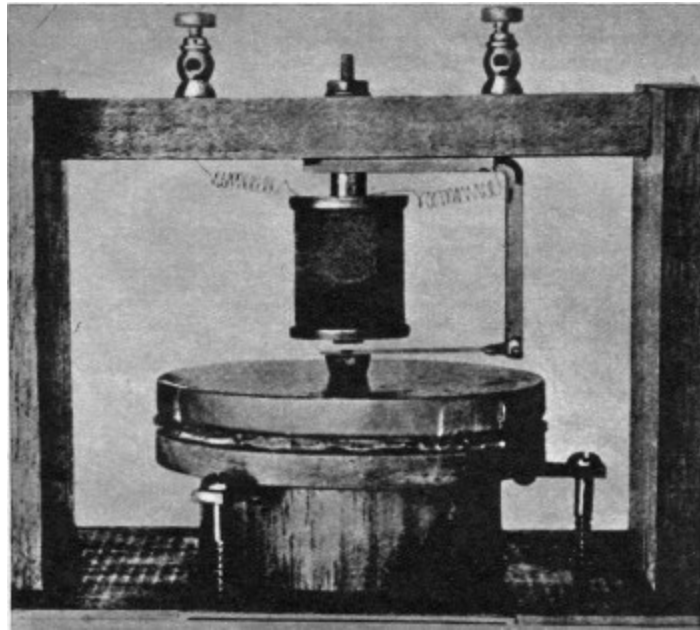
## RAYAS Y PUNTOS

Dos descubrimientos de principios del siglo XIX contribuyeron decisivamente a la obtención del telégrafo. Uno fue el electroimán de 1825, y el otro, el "relé" de Morse, que permitió que circuitos independientes sucesivos transmitieran una señal a distancias indefinidas. El problema que parecía no haber encontrado una solución adecuada era el del código de señales, a pesar de que en 1796 Cavallo había propuesto uno muy similar al de Morse. Sin embargo, se seguía buscando con ahínco dar con un sistema telegráfico, y así fue como en 1831 Joseph Henry diseñó un primer telégrafo electromagnético que más adelante se combinó con el sistema de Morse. Entre sus innegables aciertos, el telégrafo de Henry tenía el grave inconveniente de ser accionado a base del tintineo de una campana, lo que producía un barullo insoportable.



*"COMO DIOS QUIZO" fue el primer mensaje transmitido por Morse mediante su invento. Los experimentos realizados por él determinaron la implantación del telégrafo como medio de comunicación. La primera línea se instaló entre Washington y Baltimore*

En 1837, año de oro para la telegrafía alámbrica, cristalizaron todos los esfuerzos anteriores, y, a falta de uno, aparecieron simultáneamente tres sistemas telegráficos distintos, de los cuales uno solo iba a prevalecer. En Inglaterra, Cook y Wheatstone instalaron una línea de más de un kilómetro y medio de extensión a lo largo del ferrocarril de Londres a Camden Town y transmitieron mensajes utilizando una variante del dispositivo de aguja magnética de Ampère. Mientras tanto, en Alemania se inauguró ese mismo año el telégrafo Steinheil, que utilizaba también un solo hilo y empleaba dos imanes móviles para accionar un punzón que escribía de acuerdo con un código.



*FALLO JUDICIAL. La justicia determinó que Bell fue el inventor del teléfono. Trece hombres se disputaron la paternidad del invento. En la fotografía, uno de los primitivos aparatos ideados por él*

Pero ambos sistemas fueron opacados por el del norteamericano Samuel F. B. Morse, considerado unánimemente el verdadero inventor del telégrafo. Su método, el más simple de los tres, terminó por imponerse rotundamente. Excelente pintor paisajista y de retratos, Morse no era, ni con mucho, un físico.

Sin embargo, desde muy joven fue poseedor de aquella curiosidad intuitiva que distingue al hombre de ciencia del común de los mortales. De cómo llegó a concebir su telégrafo dan testimonio sus mismas palabras: " *Mi finalidad al principio, escribió, era la sencillez tanto de los medios como de los resultados. Me imaginaba un solo circuito procedente de cualquier generador eléctrico. Proyectaba un sistema consistente en rayas y puntos...* " Rayas y puntos, ahí estaba la esencia del asunto y la solución definitiva del problema del código de señales. Para su primera máquina, Morse utilizó códigos-bloque que accionaban la clave del manipulador y la desconectaban conforme al más tarde célebre sistema "punto-rama".



*SAMUEL MORSE. En una travesía entre París y Nueva York, en vapor, Morse inventó el telégrafo comercial haciendo el croquis en su carnet. En la fotografía un autorretrato que lo presenta con paleta y pincel. Era un excelente pintor y dibujante.*

Tiempo después el código se convirtió en sonoro y fue sustituido luego, a su vez, por el código y la impresión automáticos actuales.

Morse hizo la primera demostración de su aparato en septiembre de 1837 ayudado por Leonard Gale, quien con su vasta cultura científica suplió la falta de conocimientos técnicos del inventor. La prueba, consistente en transmitir un mensaje a una distancia de cinco kilómetros, alcanzó pleno éxito, pero la inauguración oficial del telégrafo debió esperar hasta 1844, a consecuencia de que Morse tuvo que dar una verdadera batalla para que el Congreso norteamericano accediera a concederle 30 mil dólares, suma necesaria para el tendido de una línea entre Washington y Baltimore. Por fin ésta fue colocada y el 24 de mayo de 1844 el inventor en persona la inauguró oficialmente transmitiendo a una dama amiga suya, estas famosas palabras tomadas de la Biblia: *¿Qué es lo que Dios ha creado? (Números, XXIII, 23.)*

## **TELEGRAFIA SIN HILOS**

El telégrafo se difundió rápida mente. Cuando se dispuso de gutapercha para el aislamiento de los cables, la transmisión a muy largas distancias fue una realidad. En 1850 fue tendido el primer cable telegráfico submarino entre Calais y Dover. Ocho años más tarde, Inglaterra y los EE.UU. aunaron sus esfuerzos para establecer el primer cable telegráfico transoceánico entre Terranova

Irlanda. Después de vencer muchas dificultades, entre ellas la pérdida de centenares de kilómetros de línea en los dos primeros intentos frustrados que se hicieron para tenderla, dos navíos, el barco inglés "Agamemnon" y el "Niágara", norteamericanos dieron feliz término a la obra en 1858, tras haber estado a punto de naufragar en las peligrosas tormentas que se desencadenaron durante la mayor parte de las operaciones.

El descubrimiento de las ondas "hertzianas" en 1887, debido a joven físico alemán Rudolf Hertz estaba destinado a tener una enorme influencia sobre el telégrafo Hertz comprobó que al producirse una chispa eléctrica se origina un movimiento vibratorio de carácter ondular en el "éter" que se propaga con la misma velocidad de la luz. Su hallazgo condujo inmediatamente a los experimentos orientados a la comunicación sin hilos. Sir Oliver Lodge en Inglaterra, y Popov, en Rusia, proyectaron en 1894 y 1895 respectivamente, los primeros sistemas de telegrafía



GALILEO GALILEI, UNO DE LOS GRANDES SABIOS DE LA HUMANIDAD, TIENE EL MERITO DE HABER CREADO LA CIENCIA MODERNA APLICANDO LA OBSERVACION EXPERIMENTAL Y EL RAZONAMIENTO MATEMATICO. ESTO QUE HOY PARECE ELEMENTAL EN LA EPOCA DE GALILEO SIGNIFICO UNA DURA LUCHA CONTRA LOS SEGUIDORES DE ARISTOTELIS. EL CUADRO DE TITO LESII MUESTRA A GALILEO DICTANDO A SU HIJO LOS FUNDAMENTOS DE SU METODO. EL GRABADO DE LA IZQUIERDA REPRODUCE UNA ESCENA FRECUENTE EN LOS RIOS NORTEAMERICANOS, CUANDO SE EXPANDIO LA NAVEGACION A VAPOR: SANTIAGO WATT, PULITON Y STEPHENSON SON LOS HOMBRRES MAS CONOCIDOS CON RELACION AL VAPOR, PERO HAY QUE RECORDAR TAMBIEN LOS DE HERON DE ALEJANDRIA, DENIS PAPIN, THOMAS SAVERY Y THOMAS NEWCOMEN.



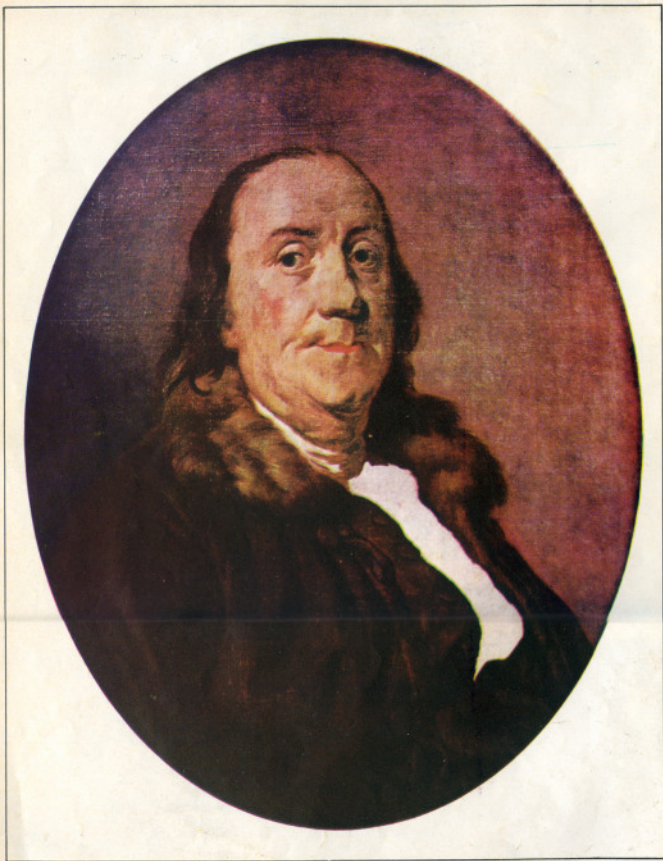


PRECURSORES. LOS HERMANOS MONGOLPIER REALIZARON LAS PRIMERAS ASCENSIONES EN AEROSTATO, INFLADO CON AIRE CALIENTE, EL 5 DE JUNIO DE 1783. EL GRABADO DE LA EPOCA REGISTRA LA PRUEBA REALIZADA EN LYON EL 19 DE ENERO DE 1789.



LA IMPRENTA. EN EL SIGLO III DE NUESTRA ERA LOS ROMANOS CONOCIAN LA IMPRENTA PLANA, QUE SE MANTUVO EN FUNCIONES EN EUROPA HASTA 1440, CUANDO EN MAGUNCIA JUAN GUTENBERG, CREO LOS CARACTERES MOVILES DE METAL Y LA PRENSA DE IMPRENTA. EL GRABADO, DE 1537, REGISTRA LA IMPRESION POR MEDIO DE UNA PRENSA EN PARIS. A LA DERECHA, EL TIPOGRAFO COMPONE LA LINEA ENTRE DOS REVISORES DEL TEXTO.



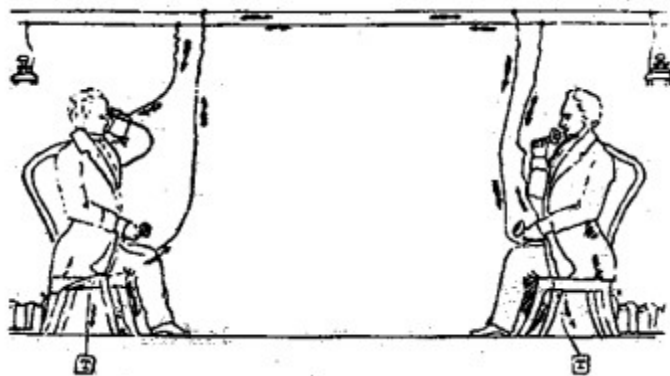


BENJAMIN FRANKLIN: SUS INVESTIGACIONES PERMITIERON ESCLARECER ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES SOBRE LA NATURALEZA DE LA ELECTRICIDAD, ABRIENDO EL CAMINO PARA SU GENERACION Y UTILIZACION POR EL HOMBRE. OTROS GRANDES APORTES SOBRE ESTA MATERIA FUERON HECHOS POR LUIS GALVANI, ALEJANDRO VOLTA, PACINOTTI, GRAMME Y FERRARIS.

inalámbrica pero quien en definitiva alcanzo el éxito, fue el joven y dinámico físico italiano Guglielmo Marconi. En 1895, Marconi transmitió señales a una distancia de más de 1.500 metros sin utilizar hilo, seis años más tarde, en 1901, hizo debutar oficialmente su invento transmitiendo las primeras señales transatlánticas de radio sin hilo de Poldhu (Inglaterra) a Saint Thomas (Terranova). La brillante aplicación hecha por Marconi de las ondas hertzianas a la telegrafía condujo a que su invento fuera adoptado en todo el mundo. El hábil ingeniero itálico que había hecho posible esta nueva maravilla fue distinguido con grandes honores, y, entre otras distinciones, compartió el Premio Nobel de Física con Carlos F. Brown en 1909.

## LA INVENCIÓN DEL TELÉFONO

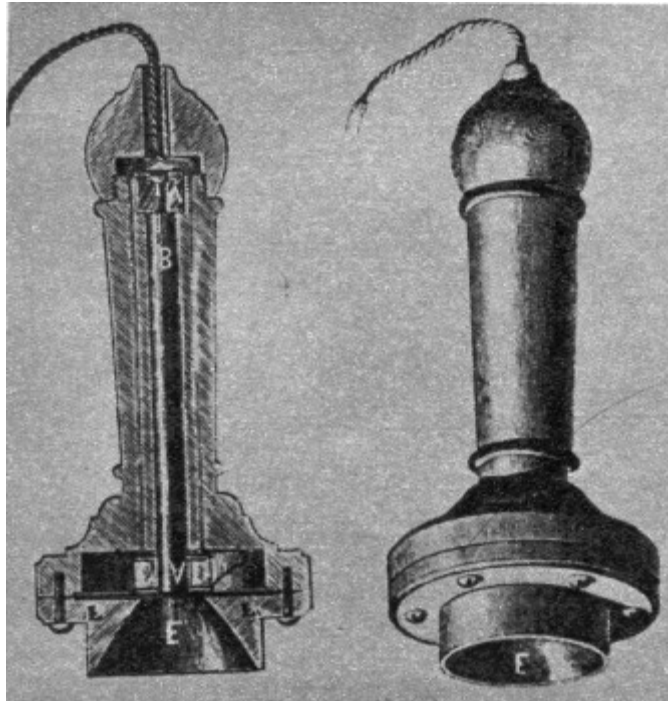
El teléfono, último de los grandes inventos eléctricos simples, fue una consecuencia directa del telégrafo.



*EXPERIMENTO DE MEUCCI. El grabado muestra el dibujo explicativo de Meucci, donde dos personas se comunican a través de hilos telefónicos*

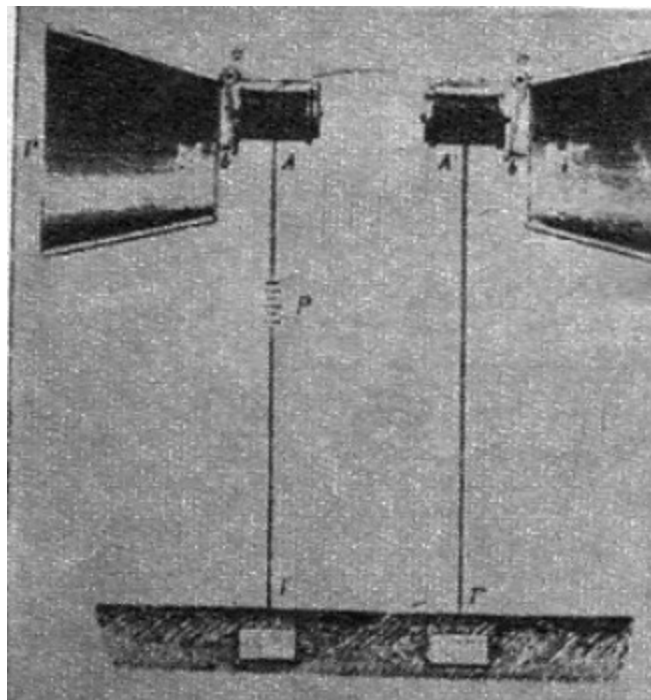
La idea de que los hilos pudieran transmitir, no ya señales sino la voz humana misma, parecía una hipótesis fantástica hasta el momento en que el telégrafo empezó a transmitir palabras en clave. Los físicos dedujeron entonces que si era posible transformar las ondas sonoras en corriente eléctrica variable, la palabra podía perfectamente ser enviada por medio de los cables.

La prehistoria del teléfono se inició hacia 1854, cuando Boursel predijo que *"el sonido podría transmitirse en breve por medio de la electricidad"*. El primero en utilizar la palabra "teléfono" fue Wheaststone en 1860, quien llamó así a un transmisor no eléctrico del habla humana que él había diseñado y que fracasó. Pero el primero en construir un aparato que se asemejara a lo que sería el teléfono fue el alemán Johann Philipp Reis, que en 1861 diseñó uno destinado a transmitir sonidos musicales y dos años después mejoró sus dispositivos, consiguiendo, al parecer, difundir por los hilos cantos y palabras inteligibles. No se sabe si Reis produjo realmente la corriente "variable" necesaria para la transmisión de ondas sonoras, o si sólo se trató de un zumbido eléctrico provocado por la simple interrupción de contacto. Si fue lo primero, habría que reconocer que Reis fue el verdadero inventor del teléfono, quince años antes de que Bell y Gray dieran a conocer sus aparatos.



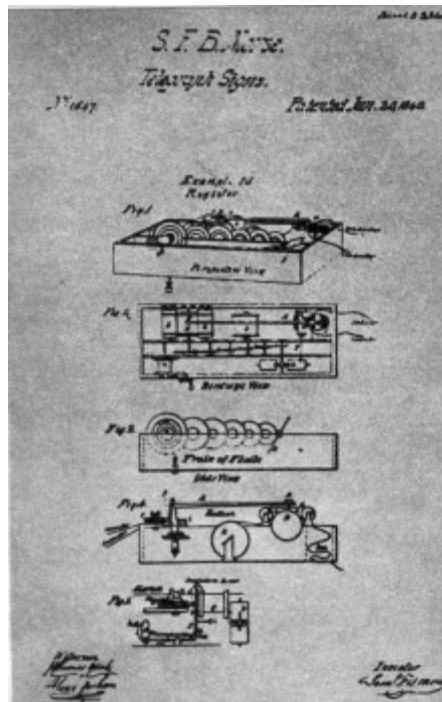
*LA PATENTE. La fotocopia presenta la patente original del telégrafo registrado por Samuel Morse en el año 1838. "Atención Universo" fue la primera frase retransmitida mediante este sistema*

Alexander Graham Bell se quedó con la gloria de haber inventado el teléfono gracias sólo a haber llegado dos horas antes a la oficina de patentes que Elisha Gray, quien había concebido simultáneamente un modelo casi idéntico al suyo. Estos singulares hechos sucedieron el 14 de febrero de 1876.



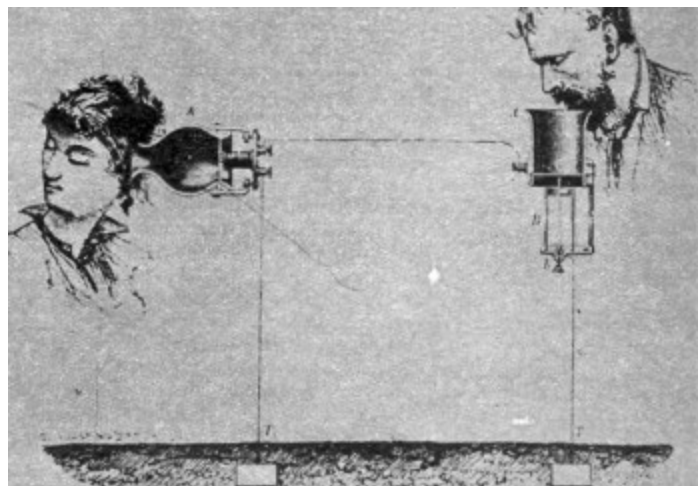
*PRIMER TELEFONO. La fotografía muestra el esquema del sistema empleado por Graham Bell para la obtención del ahora necesario e imprescindible aparato telefónico.*

Aquel día, después de cinco años de experimentos, Bell transmitió la primera frase telefónica de la historia utilizando un transmisor de tipo químico. Sus palabras, fuera de programa, se harían posteriormente célebres en los anales de la historia de la ciencia.



*TELEFONO MAGNETICO. Su creador fue Bell. Los órganos en movimiento están contruidos con mayor precisión y una barra imantada permite la circulación de corrientes moduladas. No se emplea pila eléctrica*

El inventor, habiendo derramado ácido sobre su traje, lanzó este sencillo y urgido mensaje por el tubo a su ayudante que estaba en otra habitación: " Mr. Watson, venga aquí, le necesito. " Había nacido el teléfono y Bell se apresuró a patentarlo. Apenas dos horas después de que había concurrido a la oficina de patentes, hizo su entrada en ella Elisha Gray, de Ohio, que en un memorial describía un invento prácticamente igual al de Graham Bell. La estrecha llegada en esta carrera por obtener el teléfono tuvo que ser dirimida por los tribunales de justicia, que, tras largos alegatos, fallaron la causa en favor de Bell. Por sólo 120 minutos, Gray había perdido su oportunidad de pasar a la historia como un inventor célebre.



*ATRASADO. Elisha Gray presentó este sistema con solo dos horas de atraso, respecto a Bell, en el registro de marcas. Su funcionamiento estaba basado en la presión variable del agua*

Tras ser perfeccionado por Edison, el teléfono experimentó un rápido desarrollo técnico, alcanzando en pocos años las proporciones de una amplia red de telecomunicaciones. En 1900, sólo la "Bell Telephone Company" contaba ya con más de un millón de abonados y cerca de dos millones de líneas que transmitían anualmente nada menos que 2 mil millones de conversaciones.

Durante la década del veinte fue introducido el sistema automático y desde entonces hasta la fecha el teléfono ha tenido una difusión impresionante a través de todo el globo, hasta convertirse en uno de los aparatos más indispensables de uso cotidiano y a la vez en una especie de símbolo del febril mundo moderno.

## 9. EL GENIO CREADOR

***Vida y obra de diez hombres cuyos aportes científicos y técnicos introdujeron cambios profundos en la manera de pensar y de vivir.***

Por amor a la humanidad o por ambición personal; por espíritu científico puro o por mero accidente; por amor y también por odio, en fin, por una vasta gama de motivaciones, decenas de hombres asombraron, maravillaron y hasta sobrecogieron al mundo con sus invenciones y descubrimientos.

La invención y el descubrimiento están indisolublemente unidos si se considera el hecho cierto de que no es posible concebir la disolución del átomo sin los aportes de Demócrito, 500 años antes de Cristo, si no se suman a ellos los de Newton, Roentgen, los esposos Curie y numerosos otros científicos y técnicos que, por distintos caminos, concurrieron con sus creaciones a liberar esa energía escondida dentro de él.

Es por esta razón que entre los diez más grandes hombres elegidos para esta nota se ha incluido, sin vacilación, a descubridores de principios científicos que dieron base alas creaciones materiales derivadas de sus trabajos intelectuales, ya sea como precursores, estableciendo una teoría o como continuadores en materias que antes sólo fueron esbozadas. Estos científicos aparecen unidos a los técnicos en el desarrollo de las ideas y su aplicación práctica, en la materialización de sus enunciados teóricos. Separarlos, negar a los intelectuales su participación en esta epopeya humana, es cerrar los ojos ante la realidad.

Algunos saltaron a la gloria desde la calle; otros, desde la consagrada cátedra universitaria. Unos murieron empobrecidos, olvidados y hasta odiados; algunos, magnificados y distinguidos por la humanidad entera.

Unos, como Galileo, fueron revolucionarios en su época; otros, como Leonardo, creadores multifacéticos; mientras Newton ponía los cimientos de la mecánica celeste y terrestre y de la física matemática; un hombre predestinado a la Iglesia, terminó como inventor y estadista, Franklin, y otro, Bell, llegó a una conquista extraordinaria buscando el medio para aliviar un defecto del ser amado; hubo quien fue un genio para coordinar elementos que otros descubrieron y se llenaron de gloria y riqueza, como Marconi y los hermanos Wright; otro que llegó a los mismos objetivos desde la calle, en el caso de Edison; por último hubo también un judío genial, perseguido y expulsado de su patria, que terminó donando su propio cerebro para la investigación, como Einstein. Ellos, junto a otros, están aquí: tras sus grandes descubrimientos e invenciones, su condición de seres humanos.

La ausencia de muchos otros grandes hombres es provocada por las necesidades de una síntesis periodística que en ningún caso obedece a falta de méritos de parte de ellos. Los diez elegidos son, sin embargo, los más conocidos y al mismo tiempo sus obras los han familiarizado en el mundo entero, razones que pesaron para integrarlos en esta nota.

### **GALILEO GALILEI**

Ver también: *Biografía. Diccionario Enciclopédico Hispano Americano (1912)*



***Al fondo de la civilización contemporánea, que se caracteriza entre todas las civilizaciones por la ciencia exacta de la naturaleza y la técnica científica, late la figura de Galileo. Es, por tanto, un ingrediente de nuestra vida y no uno cualquiera, sino que en ella le compete el misterioso papel de iniciador". (Ortega y Gasset, 1933. )***

Este es, después de tres siglos de permanencia en la historia, apenas uno de los mil juicios vertidos en honor de Galileo Galilei, el científico que fuera escarnecido, humillado, obligado a abjurar de sus propias verdades y condenado a una muerte en vida por haber sustentado doctrinas consideradas "perversas, heréticas e inmorales", tras el simple y heroico acto de haber mirado cara a cara las estrellas, gracias a un instrumento inventado (o reinventado) por él mismo: el telescopio.



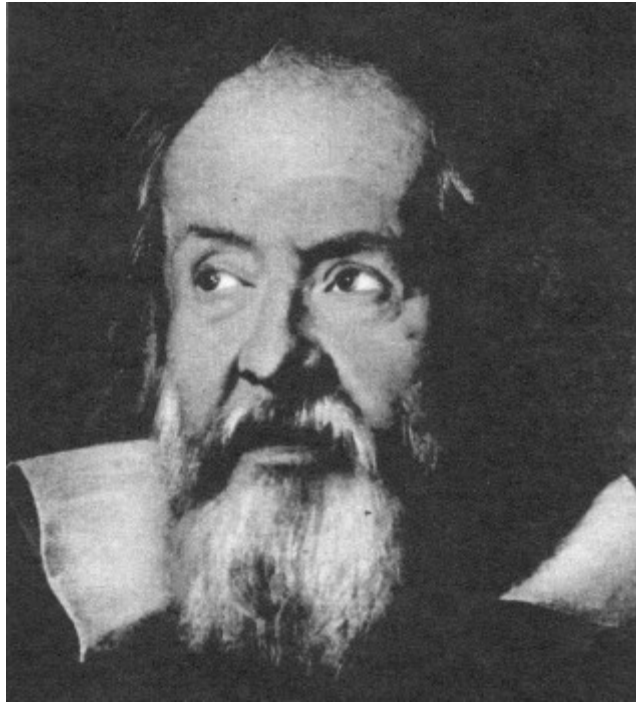
*APORTE: El cañón sirvió a Galileo para realizar importantes estudios sobre física. Más tarde, Robbins establecería las bases de la balística específica.*

Como la de muchos "iniciadores", la vida de Galileo, nacido en Pisa, el 15 de febrero de 1574, es una sucesión inusitada de choques contra su medio, sus coterráneos y aun sus propios padres, su Iglesia y leyes de su patria. Su progenitor, un músico de brillante ingenio, pero solemnemente pobre, había escogido como destino para su hijo el comercio en telas. Sus profesores, los frailes del Monasterio de Vallombrosa, quisieron convertirle en un "apóstol de la fe". Galileo sólo quiso ser, sin embargo, un "apóstol de la ciencia", lo que paradójicamente le implicó sólo pobreza y herejía.

Ganando su primera batalla contra su padre, fue matriculado el 5 de noviembre de 1581 en la Facultad de Medicina de Pisa. Tenía sólo 17 años y una inmensa inquietud y curiosidad por el mundo que lo rodeaba.

Un año más tarde se iniciaba en el misterio de las matemáticas y la física, olvidando su carrera inicial. Lector acucioso, experimentador constante, sus primeras observaciones fueron en torno al movimiento oscilante de una lámpara que colgaba en la catedral de Pisa (que, conservada hasta hoy, se considera reliquia científica).

Las matemáticas le proporcionaron un futuro pedagógico importante, pero económicamente precario. Un profesor de matemáticas era considerado en la época un profesional insignificante. Desde la cátedra en la Universidad de Pisa, primero, y en la de Padua, más tarde, Galileo inicia su gran carrera de descubrimientos, leyes físicas, instrumentos como el termoscopio, que culminaría en el telescopio, el objeto que sería a la vez su gloria y su perdición.



*GALILEO. De luenga barba y auscultadora mirada, abrió el camino de la ciencia moderno. Quisieron que fuera comerciante o sacerdote, pero él prefirió ser "apóstol de la ciencia". Anciano ciego y perseguido, regresó a Florencia bajo dos condiciones: no salir a la calle ni hablar con persona alguna.*

Las teorías que la observación directa del espacio celeste le permitieron formular, en refuerzo de las antiguas constataciones de Copérnico, estaban destinadas a hacer estallar un escándalo político-religioso en un mundo limitado, no dispuesto a aceptar que la Tierra no era en definitiva el centro del Universo y que giraba en torno a otro planeta, el Sol.



*ANTE EL TRIBUNAL. Sus trascendentales investigaciones relacionados con el cosmos obligaron a Galileo Galilei a enfrentarse a los jueces del Santo Oficio. La ilustración presenta el acto de abjuración, luego del cual fue condenado a permanecer en prisión.*

Primero lo condenaron los aristotélicos puros. Luego conjuraron contra él los científicos. La Iglesia, a través del Tribunal del Santo Oficio, le inicia juicio y lo condena formalmente a prisión, tras obligarlo a abjurar. Humillado, contrito, luchando contra sus propias verdades, este hombre que antes diría a Kepler "creo que nos debemos reír cordialmente de la estupidez sin límite de la gente", empieza una lenta agonía física y espiritual. En 1638, prácticamente ciego, publica sin embargo su mayor obra de mecánica, y pide volver a Florencia.

Se le autoriza el regreso, pero bajo condición de no salir a la calle ni hablar con nadie sobre sus teorías, "bajo pena de prisión efectiva y excomunión".

El 8 de enero de 1642, Galileo Galilei moría, condenado por la religión y asistido sólo por dos fieles discípulos.

## **LEONARDO DA VINCI**

Ver también:



- Cocinando con Leonardo
- Biografía. Diccionario Hispanoamericano (1912)

***El método experimental opuesto al erudismo puro fue otro de los grandes aportes de Leonardo al renacimiento, y modifico revolucionariamente la manera de pensar de su tiempo.***

Los testimonios históricos proyectan la vida de este auténtico sabio renacentista en una gama multifacética: pintor, artista, matemático, inventor, ingeniero. Aún quedan algunas lagunas desconocidas sobre sus actividades durante dos años. Quizás ellas escondan aun otros ricos vertederos.

Leonardo di Ser Piero d'Antonio di Ser Piero di Ser Guido da Vinci. Largo nombre para Leonardo, el hijo natural del notario de Vinci, pueblecito de Florencia, y de una muchacha campesina llamada Catalina, que había nacido el 15 de abril de 1453. Ser Piero, que por lo demás contrajo nupcias cuatro veces, reconoció a Leonardo antes de casarse con Albiera di Giovanni Amadori, con quien formó un hogar feliz que acogió con cariño al niño Leonardo.

Estudiante aprovechado, el niño ocupaba sus ratos libres en vagabundear por la campiña del Valle de Lucca, que rodeaba por una parte el pueblo, o por los alrededores de la pendiente del monte Albano. Como todo muchacho de su edad, Leonardo coleccionaba en su pieza los objetos más extraños: piedrecillas, cueros de serpientes, insectos disecados. Tenía, sin embargo, desde muy pequeño otra afición: el dibujo.



***LEONARDO DA VINCI. Pintor, astrónomo, ingeniero, filósofo, anatomista, pintor, físico y matemático, fue un hombre multifacético. Es considerado como genio universal"***

Cuando cumplió quince años, su padre, sorprendido y agradado por la colección de dibujos que el muchacho había realizado, tomó la carpeta y se la llevó a un amigo, el pintor Andrea del Verrocchio, que vivía en Florencia. Del Verrocchio consideró tan promisorias estas pinturas que invitó a Leonardo a trabajar en su "bottega", donde llegó a conocer a otros grandes de la época, como Boticelli, invitación que Leonardo aceptó. Dos años más tarde, cuando recién cumplía los veinte, Leonardo era aceptado en el gremio de pintores de Florencia.



***TAMBIEN URBANISTA. Leonardo proyectó caminos "sobreelevados", como el que se aprecia a la izquierda del grabado. Sus obras arquitectónicas lo califican como el antecesor del urbanismo***



*moderno.*

Uno de los biógrafos de Leonardo, Giorgio Vasari, cuenta que cuando el maestro Verrocchio vio el cuadro de su discípulo "El bautismo de Cristo", arrojó sus propios pinceles y no volvió a pintar en su vida.

En 1498 la enemistad entre Lorenzo el Magnífico y el Papa Sixto IV llegó a su clímax. La guerra desangraría pronto a Italia. Y Leonardo empieza a trabajar en el diseño de "máquinas de guerra", aun cuando vuelta la paz retornará a sus pinceles.

Cuando tenía 30 años, Lorenzo de Médicis lo mandó a Milán a entregar a su amigo, el gobernador Ludovico Sforza, una lira de plata con una cabeza de caballo realizada por el propio Leonardo. El artista entregó también a Sforza una carta conteniendo sus conocimientos, su experiencia y sus deseos de realizar nuevos proyectos en materia de invención. Fue el principio de su gran carrera.

Vivió un tiempo en Florencia, otros años en Milán, y más tarde en Roma, dedicado exclusivamente al estudio científico. En 1516 marchó a Francia, donde fue recibido como un huésped de honor por el rey Francisco I. Bajo su protección, Leonardo trabajó hasta su muerte, acaecida en mayo de 1519 en el castillo de Cloux, cerca de Amboise.

El sabio medioeval, el pintor de la Gioconda, el inventor múltiple, fue también un revolucionario de las ideas puras. Rebelde, profundo, inclinado a la meditación, severo y exacto en sus juicios, fue un valiente preconizador del método experimental como camino exacto de la investigación científica, despreciando el erudismo puro, llegando de las circunstancias especiales a los postulados generales, vale decir, desandando todo el camino tan cuidadosamente trazado por sus antecesores.

## **ISAAC NEWTON**

Ver también: *Los Grandes Matemáticos (E. T. Bell)*

El año 1642 marca una página en el libro de la historia de las ciencias. Ese año se cerró un capítulo y se abrió otro: murió Galileo Galilei y nació, exactamente en el día de Navidad, Isaac Newton, el científico introvertido y humilde, que aportaría a la humanidad los cimientos de la mecánica celeste y terrestre y de la física matemática. A la elaboración de esos cimientos, que fueron el cálculo infinitesimal, la naturaleza de la luz blanca y la teoría de la gravitación universal, Newton llegaría tras años de silenciosa labor.



*ISAAC NEWTON. Padre de la mecánica celeste y terrestre, y de la física matemática, fue sepultado en la Abadía de Westminster, junto a ilustres personajes británicos. Descubrió el principio del cálculo infinitesimal y, tomando en consideración su obra, fue hecho caballero.*

Hijo de un terrateniente, a quien no alcanzó a conocer, el pequeño Isaac Newton gustaba vagabundear por los alrededores de la aldea de Woolsthorpe, en Lincolnshire, donde había nacido. Sus primeros pasatiempos de adolescente fueron construir un cuadrante solar, que se conserva hasta hoy, y dibujar imágenes copiadas de libros. Aunque primitivamente sus mayores le insinuaron que se dedicara a las tareas del campo, Isaac, que había revelado ser un estudiante regularmente bueno en la escuela, prefirió ingresar a la Universidad de Cambridge. Tenía 18 años, pero no lucía el gesto desafiante de la juventud; era ya introvertido, cauteloso y tímido.

De las experiencias universitarias de Newton, la más importante fue conocer y recibir la influencia del catedrático en matemáticas Isaac Barrow, quien presintió en el joven alumno disposiciones especiales para la ciencia.

Aunque la universidad fue naturalmente decisiva, por extraña paradoja los verdaderos años de creación de Newton fueron los de 1665 y 1666, años que permaneció en su aldea natal debido a que Cambridge fue cerrada por orden superior para evitar los estragos de la peste. Fue entonces cuando las primeras concepciones de sus tres obras fundamentales surgieron en su mente.

Newton ha confirmado esto con sus propias palabras :

*"Todo esto pasó durante los dos años de peste, 1665 y 1666, porque yo estaba entonces en la flor de mi edad para la invención y me aplicaba a las matemáticas y a la filosofía (en sentido de ciencia natural) más que lo que había hecho nunca."*

Enemigo de dar a conocer sus propios progresos, por decisivos que ellos fueran, sólo confió al profesor Barrow sus dos descubrimientos de la época: el teorema del binomio generalizado y los fundamentos del cálculo diferencial.



*CARRO DE VAPOR. Su creador fue Newton. Se basó en el principio de acción y reacción de manera semejante a la eolípila de Herón.*

En 1669, y cuando se dedicaba a perfeccionar el telescopio, Newton fue llamado a ocupar la cátedra que su dilecto profesor abandonaba. Tenía 27 años y poco tiempo después de dedicarse a la docencia presentaría a la Royal Society su telescopio de espejo. Por primera vez también entregaba un trabajo conteniendo su teoría de la luz, la que, a su juicio, y contra todas las versiones existentes, "se componía de rayos de refrangibilidad diferentes". Una áspera polémica se levantó entonces en torno a su figura, empujándolo más aún a retornar a su antigua introversión. Pese a ello, en 1675 publicaba otro trabajo sosteniendo que la luz se componía de corpúsculos. Poco después cayó en un período de inercia, el que superaría sólo en 1687, cuando publicó "*Philosophia Naturalis Principia Mathematica*", formulando la ley de la atracción universal.

La obra, conocida simplemente como "*Principia*", revolucionaría la historia de la ciencia, fijándose los métodos y las fórmulas de una nueva etapa, y siendo formuladas allí las leyes del movimiento, las leyes de choque, el movimiento de los fluidos y el movimiento ondulatorio, y considerándose el primer manual de física matemática e hidrodinámica.

"*Principia*" fue también paradójicamente el fin. Después de su publicación, Newton cayó en una depresión nerviosa que lo alejó del campo científico. Nombrado primero subdirector y luego director en la Moneda Real, los honores se sucedieron rápidamente. En 1705 fue hecho caballero. Años después desempeñaría la presidencia de la Royal Society, el mismo organismo que en sus inicios lo había estimulado para que prosiguiera su investigación científica.

Su muerte, acaecida en 1727; conmovió al Viejo Continente. Sus restos fueron sepultados en la Abadía de Westminster, al lado de otros ilustres ingleses.

## **BENJAMIN FRANKLIN**

Ver también: *Biografía. Diccionario Enciclopédico Hispano Americano (1912)*

Si todos los signos exteriores se hubieran cumplido, Benjamín Franklin debió ser un predicador famoso o un pensador religioso. Nada estaba más lejos de sus posibilidades y perspectivas, que el camino que más tarde eligiera.

La familia Franklin llegó a Nueva Inglaterra en 1682, huyendo de las persecuciones desatadas contra los no conformistas en tierra inglesa. Josiah Franklin, el padre de Benjamín, tuvo siete hijos de su primera mujer, y otros diez de la segunda, Abiah Folger, hija de uno de los primeros colonizadores de Nueva Inglaterra, que fue a su vez la madre de Benjamín.

Aunque era tintorero de oficio, Josiah debió dedicarse a la fabricación de velas y a la calderería, oficios que en la nueva tierra le permitían mantener a sus diecisiete vástagos. Los muchachos iniciaron diversos aprendizajes, y Benjamín, el último de los varones, fue enviado a los ocho años a la escuela elemental con el fin de dedicarlo posteriormente al servicio de la Iglesia. Mientras recibía instrucción, Benjamín debió además ayudar a su padre, cortando mechas, llenando los moldes para las bujías, cuidando del negocio y desempeñándose como recadero, pero permitiéndose también algunas escapadas al muelle para nadar y manejar botes, soñando con llegar un día a ser hombre de mar.

A los doce años, Benjamín dio signos inequívocos de frustración. Las obras de John Bunyan habían llegado a sus manos, y también empezaba a hojear las Colecciones Históricas de R. Burton. Su avidez por la lectura se desató en forma incontrolable.



*BENJAMIN FRANKLIN. Retirado temporalmente de sus empresas periodísticas, durante siete años, se abocó al estudio de los fenómenos eléctricos*

Esta inclinación intelectual llevó a Josiah a permitir que su hijo abandonara la idea del sacerdocio y aprendiera en cambio el oficio de impresor. Por ese tiempo, 1717, Benjamín empieza a trabajar como aprendiz en el negocio de impresión de su hermano James, en Boston.

Benjamín debía componer, imprimir y aun repartir el periódico que dirigía su propio hermano. Mientras incursionaba en la buena literatura, generalmente leyendo libros que le prestaban por las noches algunos amigos, también se aventuraba en el campo de la investigación científica. Pronto las personas que lo rodeaban comprendieron que sus aptitudes eran múltiples.

Por una parte, parecía atraído por la investigación; por otra, hacía sus primeras armas como redactor y aun escritor. A los 29 años publicaba su "Almanaque del buen Ricardo", volumen que le dio rápida fama. Por ese tiempo había abandonado la imprenta de su hermano y se había instalado en Filadelfia, donde era propietario de una imprenta y publicaba el "Pennsylvania Gazette".

Su esposa, una mujer comprensiva, de gran talento, fue su compañera y su principal apoyo en todo momento. Las frases que Benjamín Franklin le dedica en sus memorias son un cálido reconocimiento a su esfuerzo y sacrificio.



*EL PARARRAYOS. El dibujo muestra la experiencia realizada por Benjamín Franklin en plena tempestad. Hizo volar una cometa unida mediante un hilo conductor a una botella de Leyden y verificó que ésta recibía una carga eléctrica.*

A los 42 años gira al campo de las actividades cívicas y de la investigación científica. El hombre, a quien el mundo conoce como el inventor del pararrayos, tuvo otras múltiples facetas como político y estadista. Primero defendió los intereses de la colonia en la metrópoli, Londres. Más tarde, fue puntal de la lucha independentista.

En 1785, a su regreso a Filadelfia, fue elegido primer presidente de su Estado, y en 1787 fue miembro de la Convención Constituyente de la nación. Su prestigio político era igual o mayor que su fama como inventor, físico, químico y aun filósofo.

El 17 de abril de 1790 Estados Unidos lloró su muerte. Su último deseo pareció ser un recuerdo a su primer oficio de impresor. Al menos eso se desprende del epitafio en su tumba y escrito en vida por él mismo: *"Aquí yace, pasto de los gusanos, el cuerpo de Benjamín Franklin, impresor, como la tapa de un libro cuyas hojas están rotas y cuya encuadernación está estropeada; pero su obra no ha perecido, puesto que reaparecerá, como él espera, en una nueva edición revisada y corregida por el autor."*

## **ROBERTO FULTON**

Ver también: *Biografía. Diccionario Enciclopédico Hispano Americano (1912)*

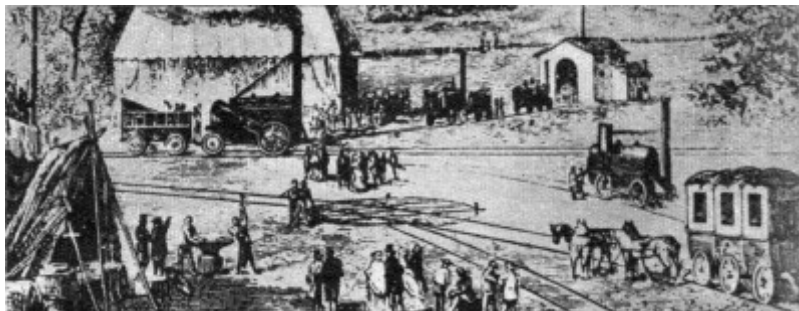
La vida del constructor del primer buque a vapor, medio que revolucionaría el mundo de las comunicaciones en 1807, es un largo historial de sinsabores, de paradojas y contradicciones que ha despertado simultáneamente admiración y también desprecio a lo largo de los años.

Robert Fulton nació en Little-Britain, Pennsylvania, el 14 de noviembre de 1765. Su padre, un modesto agricultor, originario de Irlanda, había muerto cuando el pequeño Robert tenía apenas dos años de edad. Su madre, con ímprobos esfuerzos, apenas alcanzó a costear al niño los primeros años de su educación.



*ROBERT FULTON. El primer buque a vapor fue construido por Fulton, un inventor admirado y, también, despreciado. Pintor y caricaturista, su mayor logro lo constituye la fabricación del primer submarino del mundo, que fue empleado con éxito en la destrucción de un buque de guerra enemigo.*

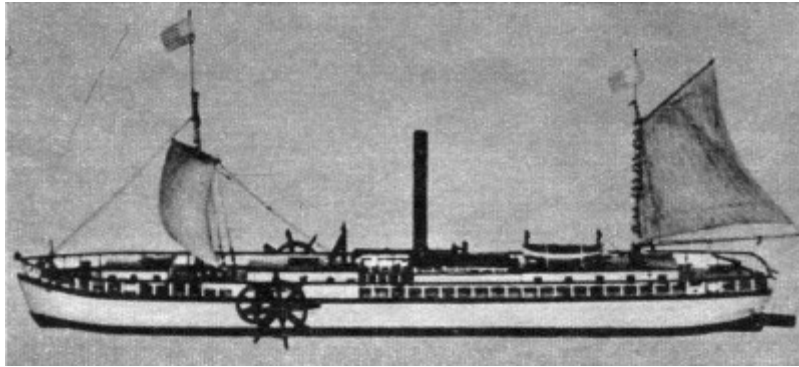
A los doce años, Robert, un adolescente desgarbado y tímido, abandona su ciudad para marchar a Filadelfia, donde espera poder trabajar como joyero. Corren los agitados días de fines de la década del setenta y el muchacho retiene en su mente las imágenes de la violencia. Trasladando la visión de muchos rostros al papel, Fulton comprende que su vocación no está en el taller de un joyero, sino en la pintura y especialmente la caricatura.



*LA APARICION DEL vapor revolucionó el mundo debido a la utilidad que prestó en múltiples actividades. Signo de ello fueron las humeantes chimeneas que se alzaban en ciudades como Liverpool, que aparece en la ilustración.*

Una fortuita circunstancia le permite conocer en Filadelfia a Benjamín Franklin, que recién regresaba de Europa. Fulton se ofrece para retratarlo. Franklin accede y finalmente se manifiesta muy agradado de los resultados. El joven pintor le pide que lo envíe a Inglaterra a estudiar.

En Londres, el retratista West, que triunfa en la época y para quien Franklin le ha entregado una carta de recomendación, introduce a Fulton en su propia clientela. Rápidamente, personajes de la aristocracia empiezan a encargarle sus retratos y sus cuadros empiezan a ser expuestos en las salas de la Royal Academy.



*EL "CLERMONT": Nave probada en 1807 que marca el comienzo de la navegación de vapor. Alguien denominó este invento como la "locura de Fulton".*

Será precisamente uno de sus clientes, el estrafulario conde Stanhope, el que le sugerirá que abandone sus pinceles y dedique su talento a realizar audaces proyectos mecánicos: desde planos de barcos a vapor hasta extintores de incendio. Al poco tiempo Fulton estudiaba la construcción de canales de navegación, y publicaba un tratado para mejorar la navegación en ríos y canales. El éxito, sin embargo, no lo acompañó. En 1797 Fulton abandona Londres para dirigirse a París, donde vuelve a sus pinceles para subsistir, al mismo tiempo que se vale de su arte para trabar conocimiento con otros notables de la época, como el astrónomo Laplace, el matemático Monge y el erudito conde de Volney, todas personalidades que lo apoyarían, contra la opinión de los poderes públicos, en la construcción del "Nautilus", el primer submarino del mundo, que en julio de 1801 navegó con Fulton y tres tripulantes a siete y medio metros de profundidad. La falta de apoyo oficial, sin embargo, impidió su perfeccionamiento.

Entretanto los ingleses observaron la perspectiva de este experimento e invitaron a Fulton a Londres. Allí se consumó la alianza del joven inventor con los ingleses para llevar la guerra submarina a Francia. En 1804, cuando Napoleón reaccionaba y pedía considerar los planes de Fulton, la Academia Francesa rechazaba la proposición. El 15 de octubre de 1805, el submarino de Fulton hacía volar el barco "Dorothea", en Deal Harbour. Pese a la alegría de los ingleses, Fulton, decepcionado, decide regresar, a su patria a poner en práctica sus planes. Allí culminaría su carrera cuando el 17 de agosto de 1807 el "Clermont", su barco, remontó el Hudson, hasta llegar a Albany.

En enero de 1808 el gran realizador contraía matrimonio con una sobrina de su mejor colaborador, el ministro Livingstone. Siete años más tarde, el 24 de febrero de 1815, tras haber conocido amargas luchas con sus competidores, moría tuberculoso.

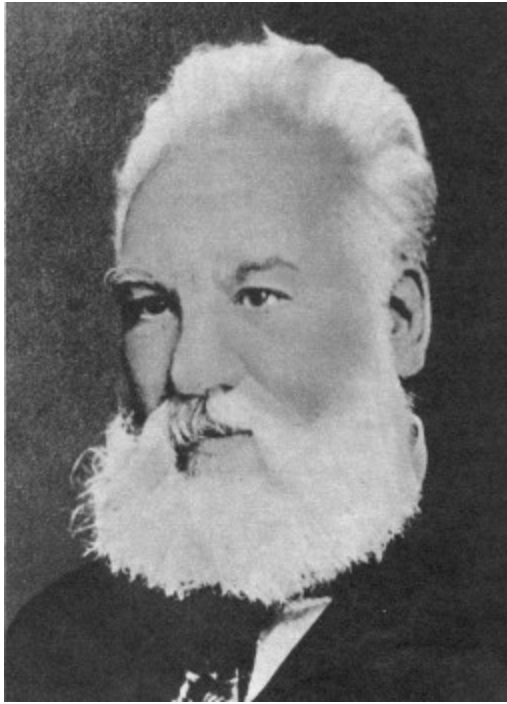
## **ALEXANDER GRAHAM BELL**

Cuando en octubre de 1876 los asistentes a la Gran Exposición de Filadelfia presenciaron abismados el funcionamiento de uno de los más importantes inventos de las comunicaciones, el teléfono, ignoraron que su autor, un joven de apenas 28 años, había llegado a esa meta... por amor.

La vida de Alexander Graham Bell fue una sucesión de actos de comprensión, ajenos en general a la vida de quienes serpentean el árido camino de la investigación.

Nacido en Edimburgo, el 3 de marzo de 1847, Bell, hijo de un elocucionista profesional, Merville Bell, pasó su infancia haciendo demostraciones del sistema de "lenguaje visible" que había creado su padre. Cuando su madre se vio afectada por una intensa sordera, Bell dedicó todos sus esfuerzos de joven a enseñar a hablar a sordos y sordomudos.

A los 24 años los médicos le diagnosticaron un principio de tuberculosis. Sus padres, angustiados, decidieron entonces emigrar desde la húmeda capital inglesa hacia Canadá, donde Bell no sólo se recuperaría, sino que adquiriría fama por su peculiar pedagogía.



*A. G. BELL. Inventó el teléfono, "la cosa más maravillosa del mundo", cuando tenía 28 años de edad. Sostuvo varios juicios para defender sus derechos. Se dedicó a estudiar la sordera y un lenguaje apropiado y, además, a la ganadería.*

Sus éxitos fueron sucesivos. Tras desempeñarse como profesor en Nueva Inglaterra, fue llamado a Boston para ocupar la cátedra universitaria de Fisiología Vocal. Allí, Bell conoció a una muchachita de 17 años, sorda desde hacía trece, llamada Mabel Hubbard.

La enfermedad de Mabel, a quien haría su esposa dos años más tarde, se convirtió entonces en una obsesión para el catedrático. Inspirándose en la famosa obra de Helmholtz, "*Tonempfindungen*", Bell empezó a practicar investigaciones en busca de lograr construir un aparato que pudiera, en alguna medida, aliviar la enfermedad de su esposa.

Trabajando con la desesperación del enamorado y la profundidad del sabio, Bell se sumió en un mundo de diapasones, manipuladores y electroimanes. El 10 de marzo de 1876, un año después de contraer matrimonio con la hermosa y desvalida Mabel, A. Graham Bell inventaba el teléfono.

Había logrado sólo limitadamente su objetivo inicial, pero había aportado así al mundo uno de los instrumentos más útiles.

Tras cuatro años de incursiones diversas y de haber montado una compañía propia que debía defender contra toda clase de presiones, repentinamente Bell abandonó el campo de la invención neta, para dedicarse a "cualquiera de sus propias cosas", a sus "hobbies", en su propio lenguaje.

Tal vez el rasgo más característico de este joven inventor del siglo XIX fue la increíble superficialidad con que tomó su propio éxito. Mordaz, a veces hiriente, otras risueño y comprensivo, Bell pasó muchas horas de su vida minimizando su propia obra o haciéndola objeto de burlas sarcásticas. Sostenía insistentemente que se negaría siempre a usar ese "odioso aparato", perturbador de la paz hogareña, que él mismo había inventado. Con idéntico estilo se burló más tarde de otro invento suyo, un sistema para purificar y tornar potable el agua de mar.



*PRODUCCION INDUSTRIAL. En la fotografia se aprecia el teléfono Simmens, el primero explotado industrialmente.*

Otro de los inventos de Bell fue el fotófono, instrumento capaz de transmitir sonido en un haz de luz, y también creó un aparato fonográfico. Su inquietud de saber lo llevó a realizar estudios y experimentos de algún éxito en el problema del vuelo mecánico, al mismo tiempo que publicaba numerosos trabajos sobre distintas materias relacionadas con temas científicos.

Siempre afectado por el mal de su esposa, Bell fue el fundador de una organización norteamericana destinada a promover la enseñanza de los sordos en el uso de la voz y participó en la oficina Volta que estudiaba todos los avances en el conocimiento de la sordera. También presidió la Sociedad Nacional de Geografía y dirigió el Instituto Smithsonian por mandato del Congreso en 1898.

Sus trabajos sobre técnica de la enseñanza de los sordos y la mecánica de la voz abrieron nuevas posibilidades para superar esta deficiencia humana y en la actualidad son básicos para quienes se interesan en trabajar en esta especialidad.

Hasta su muerte, ocurrida en agosto de 1922, trabajó con intensidad en diversos proyectos, pero sus resultados no fueron de la importancia que tuvo con el teléfono.

## **TOMAS ALVA EDISON**

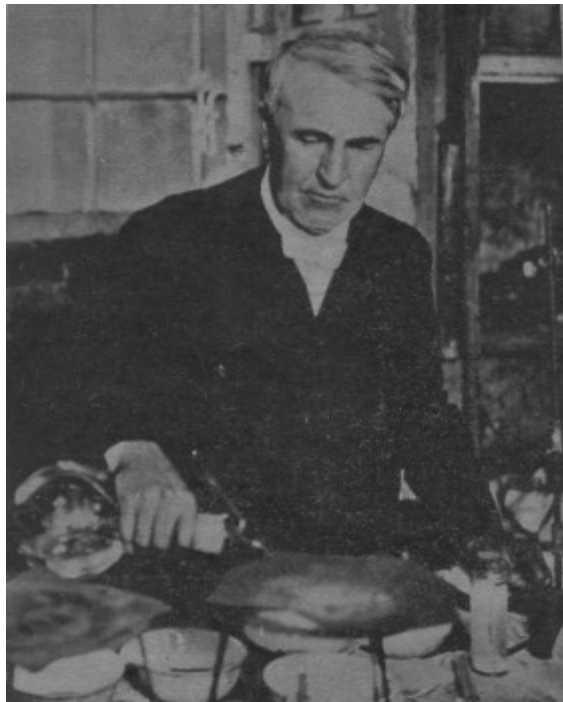
Un hombre que inicia su vida comercial como vendedor de periódicos y muere en posesión de un capital de veinticinco mil millones de dólares suele considerarse un personaje legendario. Para los estadounidenses, la figura de Thomas Alva Edison, más que legendaria, es el símbolo de lo que puede exhibirse como un auténtico "self-made-man".

Edison, que impactó en el mundo de la invención con su famoso fonógrafo, nació el 11 de febrero de 1847, en el modesto hogar de un buhonero y una ex institutriz escocesa, en Milán, en el Estado de Ohio. Tenía 11 años y apenas tres meses de escuela, cuando su padre le sugirió que estaba en edad de buscar trabajo y colaborar con el presupuesto familiar.

Su primera tarea fue la de vendedor de periódicos en los trenes del Grand Trunk Railway, que unían Port Huron y Detroit. Junto con este negocio, Thomas, utilizando un espacio que



buenamente le cedían en uno de los furgones de equipajes, empezó a transportar manteca y frutas para la venta. La utilidad líquida, tras el primer año de trabajo, alcanzó a los 600 dólares. Al año siguiente contrató un ayudante que hacía su trabajo mientras él se dedicaba a leer "libros técnicos", su ya temprano hobby.



*EDISON. De origen modesto, inició su próspera vida como suplementero a la edad de 11 años y, posteriormente, llegó a ser propietario de un periódico. Fue inventor del fonógrafo, que causó estupor, incredulidad y admiración en la época.*

En el mismo furgón instaló un día una prensa adquirida en Detroit, de segunda mano, y empezó a editar un diario tras tomar contacto con una agencia de noticias. Más tarde se instaló, también con su periódico, en Port Huron.



*EL FONOGRAFO. La retención y retransmisión de la voz humana parecieron un prodigio cuando*

*Edison fabricó el primer aparato que le dio fama y fortuna. En el grabado, el segundo fonógrafo de su creación, construido en 1899.*

La empresa murió a manos de un lector enfurecido por ciertas alusiones íntimas a su persona. Desilusionado del periodismo, Edison se incorporó como telegrafista nocturno de la Compañía del Grand Trunk.

En agosto de 1862 se inicia en el aprendizaje de la telegrafía, cuando el jefe de estación de su ciudad, en recompensa porque Thomas ha salvado a un hijo suyo de morir bajo las ruedas del tren, le promete enseñarle y más tarde conseguirle un puesto en el telégrafo. Finalmente obtiene su primera colocación en el turno de la noche en la estación de Stradford Junction, en Canadá, teniendo el día libre para proseguir sus estudios e investigaciones.

El muchacho tiene 17 años e inicia un período de viajes y aventuras por los diversos Estados. En Boston, donde se detiene para ganar algún dinero, caen en sus manos las obras de Faraday. Junto con leerlas, Edison decide que se aplicará a obtener nuevos usos de la telegrafía y la electricidad.

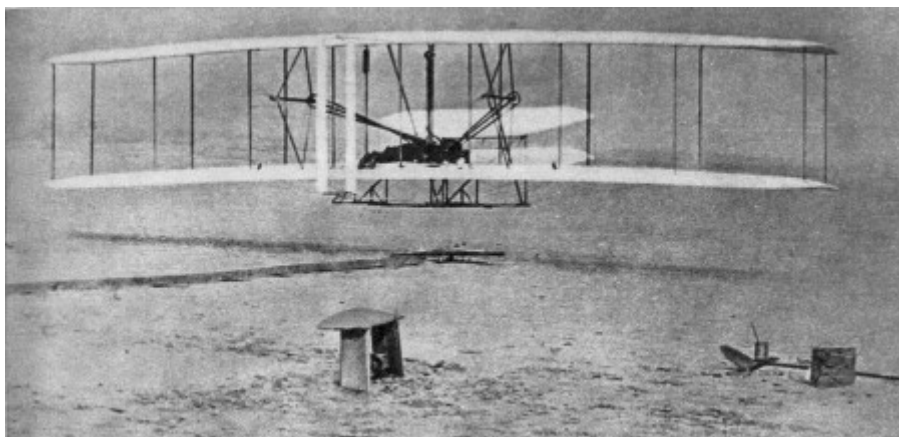
En 1869, empobrecido, pese a recientes e importantes inventos, como el telégrafo duplex, Edison marcha a Nueva York. Una serie de hechos fortuitos le allanan el camino. El "stock-ticket", que aún se usa en Wall Street, invento de Edison, le es adquirido por la suma de 40 mil dólares.

En 1873 se dirige a Nueva Inglaterra, donde tiene nuevos triunfos, y más tarde regresa a Newark, donde se casa con Mary Stilwell, una hermosa muchacha que trabajaba en sus propios talleres y quien le dio tres hijos.

Desde ese momento la carrera ascendente de Edison es inusitada, hasta culminar en la invención del fonógrafo. Thomas Alva Edison, el pionero que se había iniciado como vendedor de periódicos, moría en 1931, legando a sus herederos una fortuna calculada en veinticinco mil millones de dólares, más 1.200 patentes nacionales y 1.400 extranjeras de inventos.

## **WILBUR Y ORVILLE WRIGHT**

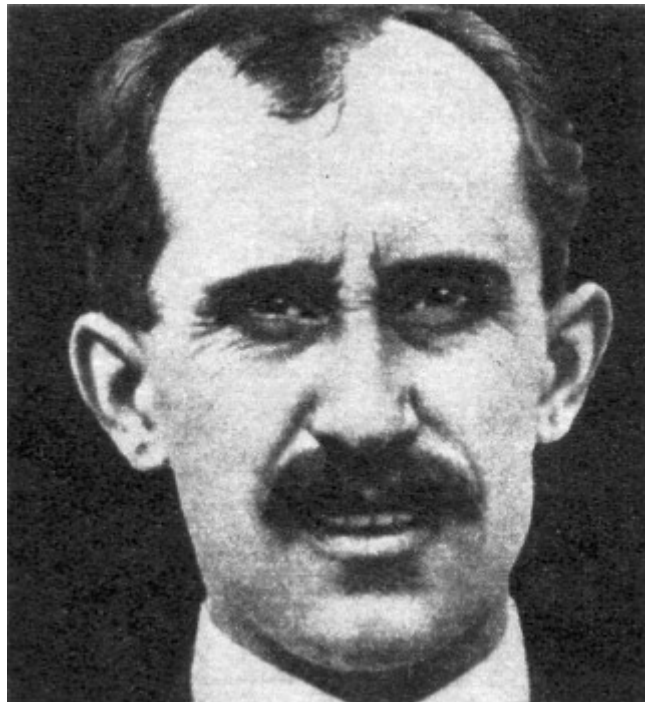
Los nombres de Wilbur y Orville Wright son inseparables. Más que unidos por su parentesco inmediato, los hermanos Wright aparecen ligados por una vida común de investigación, esfuerzo y estudio que los llevó a convertirse en los primeros conquistadores del espacio aéreo.



*PRIMER VUELO. La inventiva de los hermanos Wright permitió que este extraño armatoste, para la época, se alzara del suelo ante la estupefacción del mundo. La ilustración corresponde al primer vuelo de la historia de la aeronavegación en un aeroplano impulsado por un motor.*

Herederos directos del espíritu pionero de los primeros colonizadores, los hermanos Wright son considerados arquetipos del hombre estadounidense de las últimas décadas del 1800;

emprendedores, osados, instruidos bajo una fuerte disciplina, signados desde niños por una profunda religiosidad.



*WILBUR WRIGHT (arriba) junto a su hermano ORVILLE WRIGHT (abajo) inventaron el vuelo mecánico; este último fue el primer hombre que voló guiado por su hermano Wilbur,*

Sus padres fueron el reverendo Milton Wright, ministro de la secta United Brethren, y Susan Catherine Koerner, de ascendencia suizo-alemana, y miembro de una de las primeras familias que habitaron Union County, en Indiana.

Los esposos Wright tuvieron cinco hijos. El tercero de ellos fue Wilbur, que nació el 16 de abril de 1867, en una granja cerca de Milville (en Indiana); el cuarto, Orville, nacido el 19 de agosto de 1871, en Dayton, y la quinta, Katharine, nacida también en Dayton tres años más tarde. Quizás

la circunstancia de ser los tres hermanos menores fue la que unió indisolublemente el destino de Wilbur, Orville y la pequeña Katharine.

Los hermanos fueron educados sucesivamente en las escuelas de Cedar Rapids, Richmond y Dayton, donde la familia regresó en 1884. Wilbur y Orville, excepcionalmente dotados, se manifestaron desde muy jóvenes como personalidades demasiado independientes, introvertidas y hasta cierto punto rebeldes.

Según cuentan en sus propias memorias, su sed de aventuras despertó abruptamente un día de otoño de 1878, cuando el reverendo Wright llegó a casa con un juguete que, lanzado al aire, se elevaba, permanecía suspendido algunos segundos y luego caía. *"Era un juguete que hoy diríamos helicóptero", cuentan los hermanos, pero que entonces llamamos murciélago. . . Es natural que un juguete tan frágil no durara muchos días en nuestras manos, pero su recuerdo se nos grabó para siempre en la memoria*". Desde entonces se aplicaron a la fabricación de "murciélagos", movidos por un haz de gomas deformadas. Más tarde incursionaron, especialmente Orville, en la tipografía. En el intertanto *"inventaron"* la goma de mascar.

En 1889, la muerte de su madre estrecha aún más los vínculos de los tres hermanos. Tres años más tarde montaban un taller de bicicletas que se convertiría en su "laboratorio mecánico". Así nació la Wright Cycle Co. que, junto con diseñar y construir bicicletas, hacía experiencias en nuevos derroteros, como la construcción de máquinas de escribir y calcular.

Por ese tiempo cayeron en las manos de los hermanos Wright los folletos que resumían las experiencias en problemas de "vuelo", de Otto Lilienthal. Siguiendo las líneas trazadas por Lilienthal en materia de planeadores, verificando datos, experimentando una y otra vez, en 1899 construyen el primer biplano manejado por un cometa de cuerdas. Así se inició la carrera que culminaría en 1901 con el primer vuelo, de doce segundos de duración, a una velocidad de doce kilómetros por hora, tripulado por Orville y controlado desde tierra por Wilbur.

Aun cuando a la postre la fortuna de los Wright derivó de sus aviones, durante largos y angustiosos años los amenazó primero la ruina, luego la intriga internacional. Su propio gobierno desechó en principio sus experiencias, los cazadores de patentes intentaron en todo el mundo arrebatarles su "invento", perdieron en su empresa dinero y energías. Lo que jamás perdieron fue, según testigos de la época, su espíritu sencillez de pioneros y su humildad.

Wilbur murió a los 45 años de edad, el 30 de mayo de 1912. Su hermano Orville, dedicado en los últimos años a simples trabajos de ingeniería, murió el 30 de enero de 1948.

## **GUILLERMO MARCONI**

El 12 de diciembre de 1901, tres puntos de la letra del abecedario Morse, emitidos en Poldhu, condado de Cornwall, situado al sudeste de Inglaterra, cruzaban el Atlántico y eran percibidos en la colina de Signal Hill (Terranova), cerca de Saint John. Estos tres puntos que recorrieron 3.540 kilómetros marcaban el nacimiento de una era en las telecomunicaciones y la culminación de la carrera de un hombre, iniciada en el sótano (en el granero, según otros investigadores) de su hogar en Bolonia quince años antes.



*MARCONI. Inventor a quien se debe la expansión universal de la telegrafía sin hilos. Su primer laboratorio funcionó en el desván de la casa paterna.*

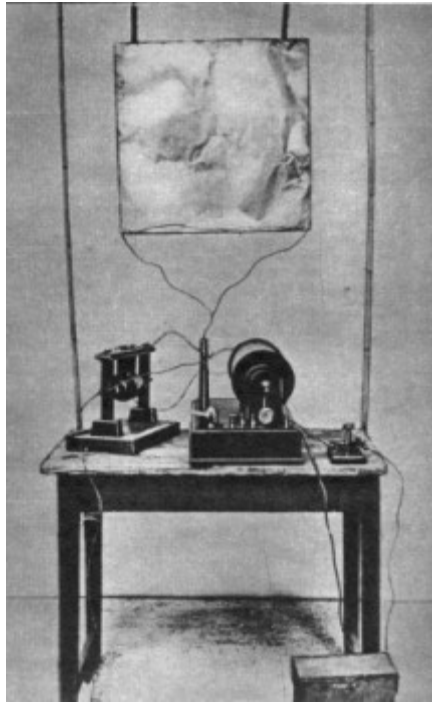
Guillermo Marconi fue un investigador nato. Sus primeros pasos en este camino los dio desde adolescente. Nacido el 25 de abril de 1874, en Bolonia, fue hijo de un rico hacendado, José Marconi, y de Ana Jameson Marconi, de ascendencia irlandesa-escocesa. Inquieto, extrovertido, Guillermo Marconi instaló en el sótano de su casa, villa Grifone de Pontecchioun un rudimentario laboratorio.

Alambres, pilas, timbres, amontonados profusamente, constituían sus elementos de experimentación. Su madre, que no dejaba ocultar cierta preocupación por las obsesiones de su hijo, era su mayor admiradora. Mujer culta, de gran perspectiva intelectual, siempre manifestó confianza en estos menesteres de Guillermo, que, sin embargo, provocaban a veces la ira y, otras, la risa de su esposo.

Perseverante, el joven Marconi solía abandonar otros juegos y entretenimientos de adolescente para encerrarse en el sótano hasta donde su madre le enviaba la comida para evitar distracciones inútiles. Infructuosamente su preceptor trataba de interesarlo por otras materias. La física era su vocación definitiva, y su ingreso al Instituto Cavellero de Florencia y posteriormente a la universidad lo confirmaría. En esa época el físico Augusto Righi era uno de los catedráticos más destacados. Con perseverancia y cariño, maestro y alumno unieron experiencia y energía hacia las metas de la investigación.

El jardín de la casa paterna fue el escenario del primer triunfo de Marconi. Fue allí donde, provisto de un carrito de Ruhmkorff, un excitador de Hertz, un aparato Morse y un detector Branly, transmitió las primeras señales en un pequeño radio. Pocos días después, auxiliado por un campesino, lanzaría sus ondas hasta "el otro lado de las colinas", según narra él mismo.

Tuvo entonces exactamente la dimensión de su triunfo. Utilizando algunos influyentes contactos que su madre poseía en Inglaterra, se dirige a Londres y solicita la patente de su invento de "*un método para transmitir impulsos y señales eléctricas y los aparatos correspondientes*". William Henry Preece, Ministro de Comunicaciones de Inglaterra, lo apoya y le provee de las facilidades necesarias para probar su experimento.



*PRIMER TRANSMISOR. En la ilustración aparece el modelo del transmisor inventado por Guillermo Marconi. Los rudimentarios elementos técnicos fueron remplazados hasta lograrse la comunicación de un continente a otro.*

Desde ese momento su vida será un camino fácil de riqueza y halagos, aunque jamás descuidará su afán de investigador. En 1905 dirigiendo su propia compañía telegráfica, Marconi empieza a convertirse en un hombre poderoso y contrae matrimonio con Beatrice O'Brien, hija de un lord, miembro del Parlamento británico. En 1924 el investigador pide el divorcio a la bella hija del lord para casarse, tres años más tarde, con la condesa María Cristina Bezzi-Scali, de la aristocracia pontificia.

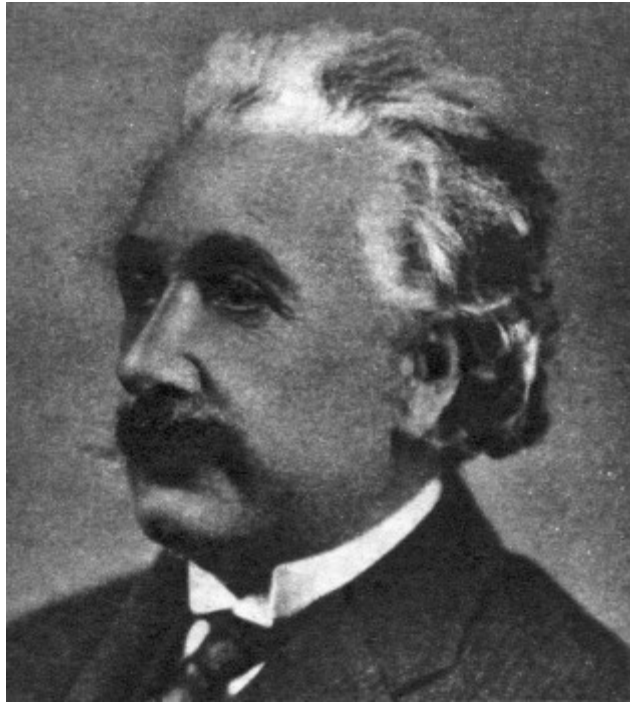
Dinámico e inteligente, Marconi combinó muy bien su pasión científica con su carrera política y social. Senador, presidente de numerosas compañías, autoridad en materia de investigación, era, además de culto, extraordinariamente atractivo, elegante, y de fino trato. Sus últimos años los pasó prácticamente a bordo de su yate de recreo, viviendo en forma casi principesca.

El 20 de julio de 1937 Guillermo Marconi, Premio Nobel de Física (1909), inventor de la telegrafía sin hilos, moría víctima de un ataque cardíaco.

## **ALBERT EINSTEIN**

Aun cuando la idea de la relatividad es tan antigua como la primera experiencia humana, el primer hombre que la formulara en términos realmente científicos provocaría una revolución en la física y en la ciencia de proyecciones insospechadas hasta hoy.

Este revolucionario de la ciencia fue, sin embargo, un hombre extraordinariamente sencillo, al mismo tiempo que un investigador científico y un pacifista político, un defensor de su raza y un luchador: su nombre es Albert Einstein.



*ALBERT EINSTEIN. Es considerado como uno de los más grandes espíritus científicos de todos los tiempos. Formuló la teoría de la relatividad.*

Los antepasados de Einstein vivieron en las pequeñas ciudades de Souabem, en el sudoeste alemán, y fueron de origen judío. Su padre, Hermann Einstein, era propietario de una pequeña usina eléctrica, que explotaba con la ayuda de su hermano, en Ulm (Wurtemberg), ciudad donde Albert nació el 14 de marzo de 1879. Su madre, Pauline Koch, era una mujer de naturaleza seria y meditativa, aficionada a la música y a la lectura.

Así, bajo los cuidados de un padre trabajador, pero al mismo tiempo gozador de la vida, naturalmente optimista y también aficionado a la poesía, y una madre artista e intelectual, Albert y su hermana Maja crecieron aprovechando las excelentes oportunidades intelectuales que les aportaba su propio hogar, a las que agregaron las enseñanzas de un tío ingeniero, que vivió siempre con ellos y a quien Albert mismo debió gran parte de sus inquietudes por la ciencia.

El pequeño Albert era, sin embargo, retraído y sumiso; de reacciones lentas, sus biógrafos señalan que sus padres, incluso, temieron que sufriera algún retardo mental. El problema religioso fue siempre para él un punto conflictivo. Durante los primeros años asistió a una escuela católica, donde se le señaló como el único judío, pese a lo cual se le instruyó en la religión del colegio. A los 14 años fue enviado a otro colegio, donde se le empieza a instruir en la religión judaica. La reacción de Albert fue violenta y se tradujo en una fuerte animadversión por todo tipo de cuestión religiosa.

Aun cuando desde muchacho parecía interesarse por las materias científicas, era un consumado lector de las obras de divulgación de la época, sus verdaderos estudios académicos los realizó en la Escuela Politécnica de Zurich, donde se tituló en 1900 como doctor en Física.

Cuando desarrolló la primera parte de su famosa teoría de la relatividad era empleado de la Oficina de Patentes de Berna. Iniciaba en ese momento una carrera ascendente que lo llevaría a las cátedras de las Universidades de Praga, Zurich, Princeton, y como huésped de honor en los mayores centros científicos del mundo. En 1921 se le otorgaba el Premio Nobel de Física.

Su vida, sin embargo, conoció períodos muy ásperos. Fue perseguido por los antisemitas, acusado por su ferviente y activa adhesión a la causa pacifista, criticado por grupos de científicos que estimaron como fantásticas y absurdas sus teorías, y finalmente estigmatizado por "bolchevique". Un tal Paul Weydman, primero, y posteriormente el físico Phillippe Lenard, fueron

los líderes de la campaña desatada en Alemania contra Einstein. El humor del sabio llegó hasta tal punto que en cierta ocasión asistió a un mitin " *contra Einstein* ", realizado en Berlín, y aplaudió rabiosamente a los oradores que lo atacaban desde el estrado.



*AMENAZA ATOMICA. El Estroncio 90 y el Cesio 137 se ciernen amenazantes sobre la humanidad cuando en forma de hongo se elevan a la atmósfera. El desenlace de las dos primeras explosiones atómicas aún perdura en el recuerdo.*

En 1932 aceptó el cargo de profesor vitalicio de la Universidad de Princeton. La asunción de Hitler al poder en Alemania le vedaba el derecho de regresar a su patria.

El 18 de abril de 1955, dedicado siempre a la ciencia, el cultivo de la música, era un buen violinista, y nacionalizado ya norteamericano, Einstein moría de un ataque cerebral. En su testamento expresaba su deseo de donar su cerebro para la investigación científica.

## 10. INSTRUMENTOS DE LA CIENCIA

*Las invenciones del microscopio, Telescopio, Barómetro, Termómetro, Estetoscopio, Rayos X y muchos otros contribuyeron notablemente a impulsar la medicina y demás ramas de la ciencia.*





*LA INVESTIGACION: El plinto, régulo, la diopra, el teodolito, cuadrantes y astrolabios fueron algunos instrumentos empleados en la antigüedad en investigaciones relacionadas con el Sol y la Luna, la horizontalidad de un plano, las triangulaciones del terreno, y en la navegación, respectivamente. En la foto, una imaginativo vista panorámica donde se aprecia el empleo de aquellos elementos.*

En el medio siempre cambiante y cada vez más perfeccionado del moderno instrumental científico, sólo queda un recuerdo enciclopédico para algunos viejos aparatos de estructura simple y factura tosca que en otra época, cuando la ciencia era aún una aventura incipiente, abrieron el camino a la investigación y la experimentación, revelando al hombre gran parte de un macrocosmos desconocido, o iniciándolo en los misterios de la atmósfera que lo rodeaba, y aun más, en los de su propia estructura corporal, como la composición de su sangre o de sus huesos.

Pese a los siglos, y por el mérito de haber sido creados bajo el aprisionamiento de principios muchas veces inmutables, los viejos aparatos superviven. En el más moderno instrumental de medición atmosférica perdura el esqueleto del barómetro de Torricelli; en los más grandes observatorios astronómicos del mundo late la estructura del viejo telescopio de Galileo; entre las trompetillas de madera creadas por Laennec para auscultar un paciente y el estetoscopio que hoy usan los médicos media un espacio-tiempo de 152 años, pero una idea y un principio común los liga. Los rayos X ya tienen casi un siglo de existencia y aún siguen vigentes.

Por último, el recuerdo de estos primitivos o primeros instrumentos de la ciencia, considerados aquí, telescopio, microscopio, barómetro, termómetro, estetoscopio y rayos X- no impactó sólo en el campo exacto de la investigación; el telescopio remeció hasta sus cimientos el mundo filosófico de la época; el barómetro echó por tierra toda una laboriosa teoría metafísica; el microscopio derrumbó una serie de mitos. Todo ello amplía hasta márgenes insospechadas los campos que fueron abriendo.

## REVELACIONES DEL CIELO

Corre 1610. Los nobles romanos, los estudiantes de las universidades de Padua y de Pisa, el alto clero, los artistas, asisten entre atónitos y estremecidos a una disputa filosófico-religiosa que ha logrado polarizar todas las opiniones: las revelaciones del científico Galileo Galilei, contradichas por los viejos aristotélicos, los jesuitas y los científicos.

En un opúsculo llamado "*Sidereus nuncias*", "*El mensajero del cielo*", Galileo ha narrado los últimos descubrimientos y observaciones realizados en el campo celeste: vértices montañosos y valles en la Luna, nuevas estrellas, el cinturón de Orión, parte de la forma de Saturno, formación de las constelaciones... Todo un mundo desconocido y marginado de las aseveraciones aristotélicas.

Pero ¿cómo ha penetrado Galileo Galilei a este mundo incógnito? A través del mismo instrumento de su invención con que un año antes permitiera a algunos nobles observar, desde el campanil de San Marcos de Venecia, algunos barcos que venían en dirección al puerto y que estaban a una distancia imposible de cubrir con la vista. Un instrumento del cual se disputa a Galileo la invención, pero no su primera aplicación práctica: el telescopio.

" *Me limité a experimentar lo que ocurriría combinando un vidrio cóncavo y otro convexo, y entonces encontré lo que buscaba. Al día siguiente construí el instrumento, y después hice otro más perfecto, que seis días más tarde llevé a Venecia, donde, con gran maravilla, lo vieron casi todos los principales nobles de la República* ". En estos términos simples, el científico renacentista deja constancia de su invento, que sería su gloria y también su muerte.

Pero si bien la aplicación del telescopio a la astronomía fue auténticamente suya, la idea original del aparato le es disputada con mucho mérito por investigadores anteriores.

Una gran mayoría de los historiadores atribuye la invención del telescopio a los hermanos Rogete, de origen español, que lo habrían construido a mediados del siglo XVI. Aun cuando las opiniones son controvertidas, se cita especialmente a uno de ellos, un artífice gallego que trabajaba en un lugar de La Coruña, cuyo primer nombre no se menciona, pero que hizo la combinación de cristales básica del telescopio.

Otros lo atribuyen al holandés Hans Lippershey, un fabricante de gafas de Middelburgo, que llegó casualmente a conocer el principio óptico y montó una lente convexa y una cóncava sobre un mismo tubo, en el año 1608. De esta invención Galileo tuvo conocimiento a través de un noble francés, Jacques Badouere, a quien el científico conoció en Venecia.



Por estos antecedentes, la teoría más generalizada indica que Galileo "reinventó" el telescopio en 1609, y que el gran paso suyo, aparte de una meritoria construcción del objeto, fue aplicarlo a la "observación del cielo", paso además que dio coincidentemente con el alemán Simón Marius.

Años después el telescopio de Galileo iba a experimentar nuevas transformaciones. En 1656 el científico holandés Cristián Hughes construía un telescopio de casi siete metros de largo que le permitió descubrir los anillos de Saturno. Sin embargo, cuando con nuevas ambiciones intentaba prolongar aún más su longitud, advirtió que la visión óptica se había entorpecido.

Sólo siete años más tarde este inconveniente iba a ser superado, cuando el escocés James Gregory diseñaba el primer telescopio de reflexión, que a su vez sería construido por primera vez por Isaac Newton en 1668. El lente del telescopio de refracción había sido reemplazado por un espejo cóncavo.

## HACIA EL MICROMUNDO

El telescopio de Galileo permitió al hombre de la segunda década del siglo XVII imponerse en alguna medida de ciertas fórmulas, principios y realidades del macrocosmos. Aún cuando la difusión de estas verdades fue lenta y objetada, la existencia de ellas era inobjetable. En contraposición con estas puertas que se abrían a la investigación, el microcosmos permanecía hermético, desafiando la curiosidad científica.



*GALILEO GALILEI perfeccionó el telescopio, cuyas investigaciones están ampliando los satélites.*

A fines del siglo X el hombre había estado muy próximo al descubrimiento del microscopio, cuando el persa Alhazén, un connotado investigador de su época utilizó la lupa para observar algunos objetos diminutos.

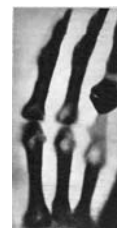


*CARA DE LA LUNA. La foto, que habría captado el telescopio de Galileo, reveló sinuosidades y depresiones en la superficie lunar.*

Posteriormente, a partir del siglo XII, se utilizan cristales cóncavos y convexos para corregir defectos de la visión, pero será necesario esperar hasta el siglo XVII para que el ingenio humano desarrolle en toda su potencialidad las posibilidades que estos elementos ofrecían.

El microscopio en su exacta dimensión será inventado por un autodidacto, empleado en una casa de comercio de paños y más tarde ujier de la Cámara de Regidores de Delft, ciudad donde había nacido en 1632. Su nombre era Antón van Leeuwenhoek, un extraño personaje que en sus horas libres se dedicaba a pulir vidrios, sistema que perfeccionó hasta que combinó un lente para agrandar la imagen y otro para observarla, combinación que no significaba sino la invención del microscopio.

Utilizando su invento primero para observar las fibras de las telas, luego las de las plantas, Leeuwenhoek llegó al campo de la biología. Allí le esperaba un universo fascinante: primero "su" microscopio le permitió describir los glóbulos rojos de la sangre; luego la conformación de los tejidos musculares, los ojos, los dientes; la anatomía de los animales más pequeños y hasta los espermatozoides. En poco tiempo, el instrumento científico que había creado convertía a Leeuwenhoek en una de las autoridades científicas del mundo.



*AMBOS ANTEOJOS (izquierda) pertenecieron a Galileo y aún se conservan. A la derecha, la primera radiografía.*

Al microscopio compuesto de Leeuwenhoek sucedería en 1900 la invención del " *ultramicroscopio* ", realizada por dos técnicos, Zsigmondi y Sledentopf, y en 1932, el microscopio electrónico, multiplicando las posibilidades de visión de objetos de dimensiones infinitesimales.

## **HACIA LA CONQUISTA DEL VACIO**

El desmoronamiento de muchos de los mitos aristotélicos, acaecido tan vertiginosamente en la primera mitad del siglo XVII, provocado en importante medida por los descubrimientos e invenciones de Galileo, derivó fundamentalmente de tareas de experimentación pura. Una de ellas, y quizás la segunda en importancia después de la observación hacia el macro y el microcosmos, fue la "conquista del vacío".

El dogma del "horror vacui", horror que la naturaleza experimentaba frente a los espacios vacíos, y que la motivaban para coparlos de inmediato, explicaba incluso para los científicos de la época fenómenos que más tarde descubrirían eran derivados simplemente de la presión atmosférica.

Aristóteles había intentado, sin éxito, verificar si el aire tenía peso. Galileo no pudo explicarse satisfactoriamente por qué una columna de agua no podía subir de una altura exacta en determinadas circunstancias.



*TORRICELLI. Creció en el campo científico admirando y trabajando junto a Galileo, de quien fue discípulo.*

Y sería precisamente un discípulo de Galileo quien encontraría respuesta al problema que atormentó al maestro: Evangelista Torricelli.

Torricelli, que había nacido en Modigliana, cerca de Faenza, el 15 de octubre de 1608, se abocó al estudio del citado "horror vacui" con la misma intensidad con que había abordado otros problemas físicos y matemáticos, campos en los que era una autoridad en su época.

El físico italiano partió de la interrogante que le planteaba la imposibilidad de hacer subir una columna de agua en el tubo de una bomba aspirante a una altura superior a determinado número de metros (10 metros y treinta centímetros o 18 varas italianas en esos tiempos). Torricelli sustituyó el agua por mercurio, elemento de mayor peso, demostrando que la "presión del aire" ejercida en la cubeta equilibraba el peso de la columna líquida en el interior del tubo.

Las variaciones de esa "presión" o "peso atmosférico" se podrían medir entonces según las diversas alturas que alcanzara la columna de mercurio: el barómetro había sido inventado.

Sin embargo, el gran mundo científico de la época se negó en su mayoría a aceptar la teoría de Torricelli, verificada por el instrumento que él mismo había construido, insistiendo en contraposición en los gastados principios aristotélicos o argumentando aún que por sobre la columna de mercurio debía operar una "materia sutil", pero no el vacío.

Sería el físico jansenista, Blaise Pascal quien proseguiría las investigaciones en torno a la comprobación de Torricelli y quien llevaría a cabo, junto con el magistrado Florin Périer, la famosa experiencia de " *Puy de Dôme* ", practicada en el volcán del mismo nombre, a 1.465 metros de altura, y que además de confirmar plenamente la existencia del vacío, indicaba la forma de obtenerlo.

Pero la utilización del "espacio vacío" o "camarilla vacía" no quedó reservada al barómetro de Torricelli ni a los instrumentos de sus seguidores; otro conquistador del vacío, el físico Gabriel Daniel Fahrenheit, oriundo de Danzig, construiría en base al mismo principio un aparato de incuestionable utilidad: el termómetro. Fahrenheit daría al instrumento sus dos formas primitivas: de alcohol, en 1709, y de mercurio, en 1715.



*BLAISE PASCAL. "Un sabio de profesión". En un volcán efectuó la experiencia sobre el espacio vacío.*

Sin embargo, sin prescindir del mérito de Fahrenheit y antes de referirse a su invento, los historiadores no obvian una referencia al hecho de que Galileo Galilei a fines del siglo XVI construyó un rudimentario aparato, llamado "termoscopio", y destinado a investigar los efectos del frío y el calor sobre el agua, elemento que puede considerarse básico de la invención de Fahrenheit.

Fahrenheit no fue tampoco el propietario exclusivo de la idea original. Antes de su invención, él mismo era un fabricante de los primitivos termómetros de la época, instrumentos todos que adolecían de un problema común: carecían de una escala de graduaciones.

El primero en preocuparse por graduar una escala fue el físico francés Honoré Fabri, que fracasó en el intento. Posteriormente, en 1688, otro francés, Dalenée, sugiere como puntos exactos para ambos extremos los de ebullición del agua y fusión del hielo, sugiere a la que el italiano Carlo Renaldini aportó otra idea: que el espacio entre ambos puntos se dividiera en 12 zonas o partes iguales.

En 1724, el mismo Fahrenheit completará su propio invento con una escala de aceptación universal, partiendo de 0°, tomada como temperatura de una mezcla frigorífica y llegando a 24°, temperatura del cuerpo humano, cuadruplicando después estas cifras, quedando 32 para fusión de hielo, 212 para ebullición del agua, y 96° para la cifra 24. Siete años más tarde el francés Réaumur proponía la escala de 0 a 80 grados, mientras el sueco Andrés Celsius, catedrático de la Universidad de Upsala, y el suizo Jacques Barthélemy Michael de Crest, proponían la de 0 a 100, llamada "escala Celsius", que, invertida por Linneo, es aceptada también mundialmente.

## **INSTRUMENTOS PARA SALVAR**

La carrera de los experimentadores e investigadores del siglo XVII y principios del siglo XVIII no estuvo sólo signada por la confrontación del hombre con la naturaleza exterior, los elementos físicos y químicos, el macro y el microcosmos. El hombre también vuelve la mirada hacia sí mismo, en continuos intentos de facilitar su "supervivencia corporal o física".

En materia instrumental, este esfuerzo tendrá una culminación, que a la vez es un punto de partida, en la segunda década del siglo XIX, cuando un joven científico bretón, René Teophile Laennec, nacido en 1781, inventa el "estetoscopio", elemento fundamental en la precisión del diagnóstico médico.

Laennec había aprendido del doctor Corvisart, médico de cabecera de Napoleón, a aplicar el llamado sistema de percusión, vale decir, diagnosticar mediante los sonidos o vibraciones que se producen por la aplicación de pequeños golpes en los pulmones del paciente. Sin desconocer el mérito de este sistema, Laennec se obsesionó por perfeccionarlo, principalmente porque estaba afectado por la delicada situación de su madre, enferma pulmonar.

Siendo médico del Hospital de Necker, Laennec debió tratar a una joven cardíaca, en quien la auscultación resultaba especialmente difícil por su excesiva obesidad y porque además era reacia a este tipo de examen. Los investigadores cuentan que mientras Laennec intentaba dilucidar este problema, y paseando un día por los jardines



cercanos al Louvre, observó a un niño que pegaba su oído a uno de los extremos de un tablón, que conformaba una pila de trozos iguales, para escuchar mejor los golpes que otro compañero daba en el otro extremo del mismo. Laennec tuvo entonces noción exacta de lo que buscaba, y dirigiéndose al hospital dio forma de cilindro a un cartón, o un cuaderno, según otros, y lo aplicó en un espacio intercostal de la enferma. En el otro extremo escuchó los ruidos del corazón de la paciente. El estetoscopio había sido inventado.

El doctor Laennec, que moriría a los 45 años, víctima, como su madre, de tisis, alcanzó a perfeccionar su invento hasta lograr trompetillas de madera que permitieron definir y diagnosticar una serie de enfermedades pulmonares, bronquiales, e internas en general, y que fueron la base del moderno instrumento de que hoy dispone la ciencia médica.

Finalmente, aun cuando esta materia es abundantemente tratada en el capítulo "El mundo secreto del átomo", de esta misma edición, es imprescindible citar a los mayores auxiliares de la medicina moderna, los rayos X, descubiertos por el profesor Wilhem Konrad Roentgen, catedrático de la Universidad de Wurzburg en 1895, como fase culminante de una larga carrera dedicada a la investigación.

La utilidad de estos rayos, formas de energía ondulatoria o electromagnética producida por el choque contra el vacío de los rayos catódicos, ha sido suficientemente demostrada no sólo en el campo de la medicina, la odontología, la química, la física, la biología, sino también en la investigación industrial. Roentgen, que ganó por su descubrimiento el Premio Nobel de Física, aportó un elemento decisivo también en el campo de la investigación del átomo.

El resumen de estos descubrimientos e inventos al servicio de la ciencia es, por cierto, incompleto y en él se incluyen aquellos cuya aplicación fue decisiva para el impulso de las disciplinas que los utilizaron. Existe además una vastísima variedad que puede partir desde el escalpelo y el bisturí, para seguir por la anestesia y el pulmón, para culminar en el corazón y el riñón artificiales y la bomba de cobalto y el rayo láser, pero el objetivo de esta nota era mostrar aquellos elementos básicos que abrieron al hombre las puertas hacia un mundo nuevo dentro de su propio organismo, en las partículas más pequeñas y aun fuera de su propio planeta, hacia el universo.

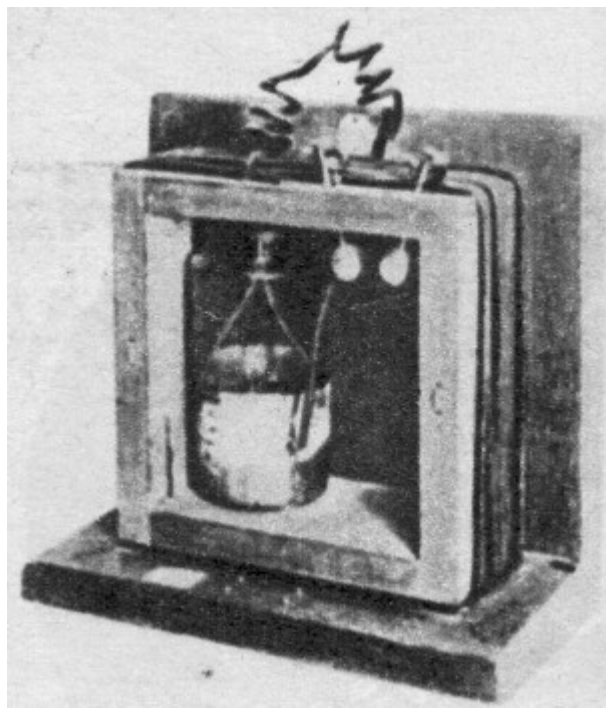
## 11. LA RADIOTELEFONIA

***Un hilo sutil que arranca desde el "telégrafo óptico" de los chinos y culmina con el "audión", que es poco más o menos que la radio actual. Lesage, Hertz, Branly, Popov, Marconi y De Forest son los más notables hitos en la historia del invento.***

Aun cuando la radiotelefonía moderna nace sólo en 1907, año en que el norteamericano Lee de Forest inventa el "audión", la historia de esta forma de comunicación se remonta, para los investigadores, a fines del siglo XIX y principios del siglo XX, cuando Guillermo Marconi aporta la telegrafía sin hilos (TSH).

Concebida como fórmula de transmisión y recepción de voces, música y sonido mediante ondas electromagnéticas, la RADIO surge como el punto culminante en la carrera de triunfos ejecutada por el ser humano a través de miles de años de historia, para resolver un problema surgido junto con la cohabitación del planeta por las primeras comunidades: la necesidad de intercomunicación a distancia entre los seres.

Esta larga carrera tiene sus primeros pasos insertados en la alborada de los siglos. Los chinos se anunciaron por un sistema de "telégrafo óptico" los avances de los tártaros. En 1190 antes de Cristo, Agamenón anunciaba por un sistema similar la caída



de Troya. Unos trescientos años antes de Cristo también, los griegos se comunicaban entre los puestos militares las decisiones estratégicas y los resultados de las batallas mediante señales que correspondían a cada una de las letras de su alfabeto. Las señales de fuego o las señales de humo fueron socorridos sistemas de los primeros pueblos.

Las fórmulas y sistemas se multiplican por centenares en la historia de la humanidad, pero, buscando una antesala más inmediata, el despertar de la ciencia de las telecomunicaciones se sitúa en pleno siglo XVIII, cuando, obsesionado por las posibilidades de un descubrimiento fabuloso, la electricidad, el hombre busca en ese campo una solución para el problema milenario.

Como precursor de precursores, el primer nombre que surge en materia de historia de las telecomunicaciones es el de Georges Louis Lesage, físico suizo nacido en Ginebra, en 1724, de padres franceses. Médico y filósofo de cierta fama, Lesage, que se había doctorado en París, se dedicó por un tiempo a la enseñanza de las ciencias. En 1774, dando forma a una idea madurada durante catorce años, Lesage construye un verdadero "juguete científico", que no es otra cosa que el primer telégrafo. Aunque primitivo, el telégrafo de Lesage contuvo los elementos básicos del aparato definitivo. En términos simples, puede definirse como un conjunto de veinticuatro hilos, numeración que coincidió con las letras del abecedario, que en la estación transmisora se ponían en contacto, mediante un conductor electromagnético, llevando movimiento a los electrómetros de la llamada estación receptora.

Pero será otro francés, Claude Chappe, nacido en Brulon, departamento del Sarthe, en 1763, quien construirá lo que puede ser considerado el primer telégrafo de señales o primer telégrafo óptico.

Chappe, que abandonó la carrera eclesiástica para dedicarse por completo a la investigación y experimentación física, inventó en 1791 un aparato capaz de transmitir señales hasta doce kilómetros de distancia, tanto de día como de noche, y que se interpretaban mediante un código preestablecido. Inicialmente, Chappe utilizó una regla de madera que giraba en torno a un eje y que llevaba a su vez numerosas reglillas colgantes, que al moverse originaban las señales. Perfeccionando su creación, Chappe la presentó a la Convención Nacional con pleno éxito, recibiendo, un año más tarde, el encargo de unir por su sistema París y Lille. En 1800, Francia había instalado 29 de estas líneas, uniendo la casi totalidad de sus departamentos, y cinco años más tarde el sistema se utilizaba en toda Europa. Lamentablemente, a estas alturas el inventor descubrió que un siglo antes un inglés de apellido Hooke había exhibido ante la Royal Society un proyecto similar al suyo. Desilusionado, el físico francés se suicidó.

Sin embargo, cuatro años después de la invención de Chappe, ya el mundo disponía de otro elemento de avanzada en materia de telecomunicaciones. El 16 de diciembre de 1795, la Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona había tomado conocimiento de una "Memoria sobre la electricidad aplicada a la telegrafía", de la que era autor el profesor del Instituto Clínico de Barcelona Francisco Salvá y Campillo. La memoria contenía la descripción del primer telégrafo eléctrico. Un año más tarde, la "Gaceta" de Madrid daba cuenta de que el aparato se había ensayado con todo éxito. Desgraciadamente, circunstancias políticas hicieron olvidar por esos días el invento de Salvá. El profesor español había aportado, además, otro importante invento, "el telégrafo de chispas", que, como lo reconoció el propio Guillermo Marconi, fue el elemento verdaderamente precursor de la telegrafía sin hilos, ciencia que finalmente desplazaría los sistemas iniciados por Lesage, Chappe, el propio Salvá, y perfeccionados por Morse.

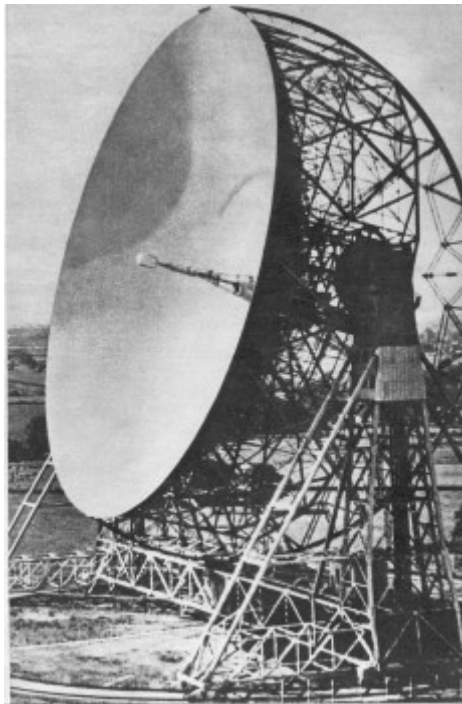
## **ONDAS ELECTROMAGNETICAS**

Para llegar al campo de la radiodifusión debe incursionarse, naturalmente, en el de otro elemento básico: el de las ondas electromagnéticas.



*HERTZ. Descubridor de las ondas electromagnéticas*

La existencia de las ondas electromagnéticas fue demostrada matemáticamente por primera vez, en 1873, por el escocés Clerk Maxwell, quien las definió como análogas a la luz. Pero sólo noventa años más tarde ellas van a ser descubiertas experimentalmente, abriéndose campo a su utilización. Este descubrimiento se debe al físico alemán Enrique Hertz, nacido en 1857, quien durante cuatro años se dedicó a verificar la teoría de Maxwell en el sentido de que ondas más largas que las de la luz podrían producir efectos electromagnéticos.

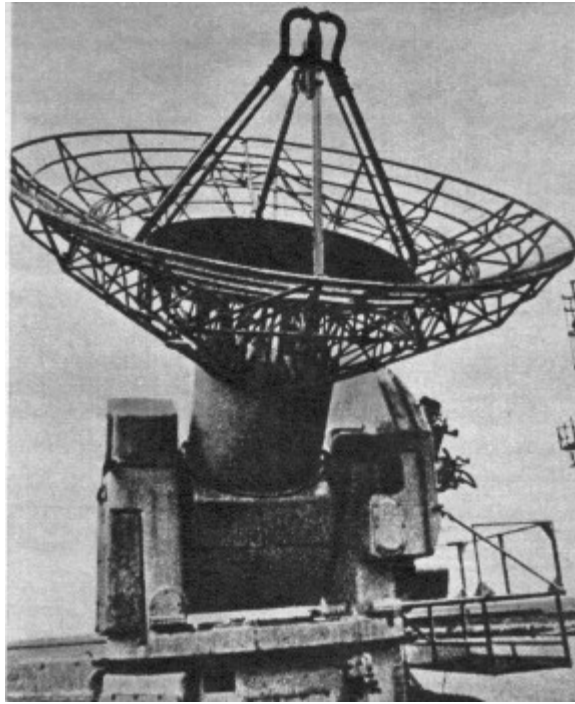


*HACIA EL UNIVERSO: Desde Jodrell Bank, en Inglaterra, este gigantesco radiotelescopio ausculto toda onda proveniente del espacio y complejos computadoras electrónicas Buscan interpretación adecuada a las manifestaciones que capta, en una constante vigilia de investigación científica.*

Hertz partía de la suposición básica de que si se producía una descarga eléctrica entre dos terminales altamente potentes, el éter lograría reflejar esos impulsos.

Los cuatro años que demoró la investigación fueron largos y agotadores para el tenaz físico alemán. Finalmente, en 1886, anunciaba que había logrado transmitir señales de un cuarto a otro, en su propio laboratorio de Karlsruhe.





*VIGIA ESPACIAL. La antena de una red de radar a bordo de la nave estadounidense "American Marine", equipada para seguir la ruta de los proyectiles lanzados desde la base espacial de Cabo Kennedy.*

Las ondas electromagnéticas, que serían conocidas definitivamente como "ondas hertzianas", piedra angular de la telegrafía sin hilos, habían sido descubiertas.

De criterio eminentemente científico, Hertz no se detuvo a medir las posibilidades utilitarias de su gran descubrimiento, hecho que sí fue explotado por otros hombres de ciencia posteriores, entre ellos Guillermo Marconi. Por otra parte, los elementos de este invento eran muy simples. Para hacerlo operar bastaba utilizar un emisor apropiado y un receptor con arco de latón. El emisor apropiado para Hertz fue el carrete o bobina de Ruhmkorff, creación del físico alemán Heinrich Ruhmkorff, que permitía, por medio de interrupciones muy rápidas, desarrollar una corriente continua primaria de alta tensión en un hilo secundario muy fino.

En 1890 una nueva hazaña iba a facilitar el camino hacia la telegrafía sin hilos: Edouard Branly, físico francés nacido en 1846, inventaba el "cohesor", pequeño tubo de vidrio lleno de limaduras de plata, que se utilizaría como detector para señales inalámbricas. En honor a la exactitud histórica, este tubo había sido descubierto ya en 1884 por el italiano Temístocles Calzecchi-Onesti, pero esta invención se desconocía en Francia.

El último elemento que prepararía la serie que utilizaría finalmente Marconi fue la antena. Su invención corresponde a Alexander Stepanovitch Popov, catedrático de física de la Escuela Imperial Rusa de Torpedos, que funcionaba cerca de Kronstadt, próximo a San Petersburgo. Alexander S. Popov se sintió atraído hacia nuevas experimentaciones, después de escuchar una conferencia ofrecida por Oliver Joseph Lodge sobre "La obra de Hertz". Después de realizar algunos experimentos con los cohesores Branly construyó, en 1895, un "receptor de alambre exterior", que describió en una monografía leída ante la Sociedad de Física y Química Rusa, el 7 de mayo del mismo año. El receptor de Popov tuvo el mérito de poder captar perturbaciones eléctricas, incluidas las de carácter atmosférico.

Sobre este punto, puede agregarse que la Unión Soviética considera a Alexander Stepanovitch Popov como el verdadero inventor de las "radiocomunicaciones" y celebra precisamente el 7 de mayo de cada año "El Día de la Radio".

Y finalmente, la idea de aplicar las ondas hertzianas a la telegrafía sin hilos perteneció al inglés William Crookes, quien adaptó el manipulador y el receptor de Morse. Dos años más tarde, Oliver Lodge, también inglés, enviaba señales de una a otra orilla a través del Canal de Bristol.

## **MARCONI, EL PRIMERO**

Todos los elementos anteriores serían recogidos finalmente por el genio de un solo hombre, considerado el verdadero e inmediato precursor de la radiotelefonía, y honrado como el inventor de la telegrafía sin hilos (TSH) : Guillermo Marconi.

Marconi coordinó hábilmente el carrito de Ruhmkorff, del excitador de Hertz, la antena del ruso Popov y el cohesor de Branly. Con estos cuatro elementos básicos puestos en acción transmitió, en mayo de 1896, las primeras señales de un punto a otro. La experiencia se llevó a cabo en el patio de su propia casa, extendiéndose más tarde a un punto "más allá de las colinas" de la campiña que circundaba su hogar: la telegrafía sin hilos había sido inventada.

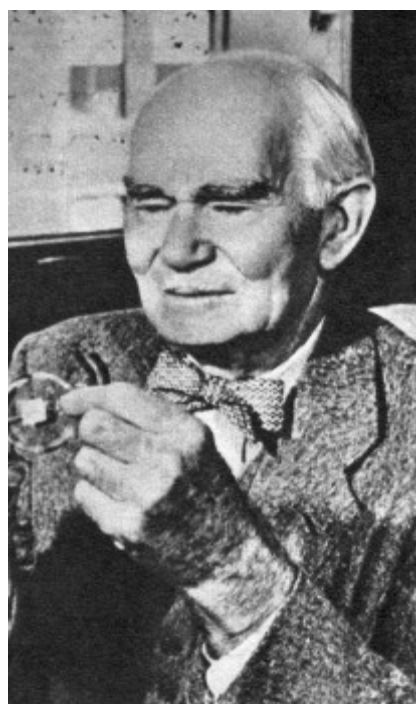
Poco después Marconi presentaba su invento en Inglaterra y se abocaba a perfeccionarlo con ayuda oficial. En 1907 hacía transmisiones primero a noventa metros, y luego a catorce kilómetros, uniendo con un mensaje Lavernock Point y Brean Down.

"The Marconi Wireless Telegraph and Signal Co.", como se llamó en definitiva la empresa que creó para utilizar comercialmente su invento, daría sucesivamente nuevos y sorprendentes golpes. En 1899 un radiograma cruzaba el Canal de la Mancha; en 1900, dos barcos franceses se comunicaban en plena navegación. Finalmente, el 12 de diciembre de 1901 se lograba que un mensaje cruzara el Atlántico desde Poldhu, condado de Cornwall, en el sudoeste de Inglaterra, hasta la colina de Signal Hill, en la costa, cerca de Saint John, en Terranova.

Las comunicaciones en ondas de radio se hacían, así, mediante sistema telegráfico, y para la época, tal posibilidad sería superior a cualquier expectativa. Pero había una meta próxima, a la que Marconi no logró llegar: la reproducción o retransmisión de la voz humana y el sonido.

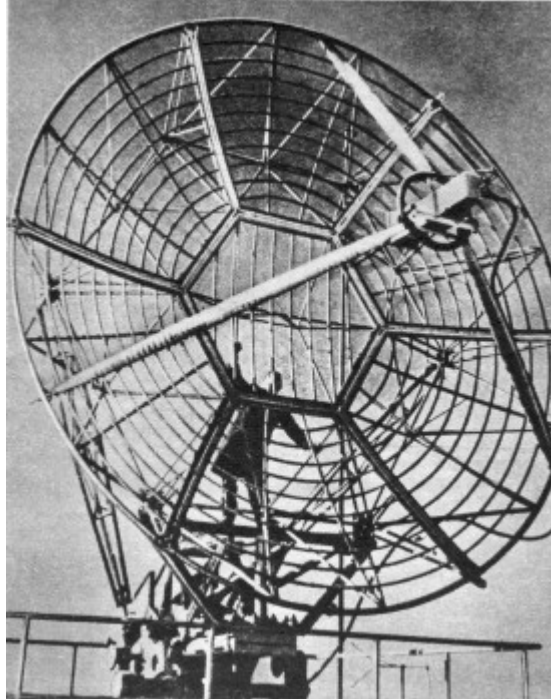
## **LA MODULACION**

El problema que se suscitaba en seguida era, en términos simples, impartir a las ondas de radio las vibraciones que caracterizan los sonidos de cada letra, y en conjunto de ellas, las palabras.



*LEE DE FOREST. Considerado como el creador de la radiodifusión, mediante la telefonía inalámbrica.*

La forma y número de las vibraciones era variable, y era necesario descubrir la forma de imprimirlas a la onda de radio. En este punto entraban también a jugar los términos de amplitud y frecuencia.



*OJO ELECTRONICO. Antena del radiotelescopio de la base de Schenectady, que puede captar señales desde una distancia de 410.000 millas.*

Las investigaciones en torno a la solución de este punto fueron acuciosas, y conformaron una desesperada carrera contra el tiempo. La palma de oro se la iba a llevar el norteamericano Lee de Forest, al inventar el "audiófono", que haría posible la telefonía inalámbrica a largas distancias, y que le valiera el título de creador de la radiodifusión.

Antes de Forest, Thomas Alva Edison, el famoso inventor norteamericano, había observado que cualquier filamento que se calentara en el vacío emitía flujos de electrones susceptibles de ser regulados por algún tipo de rejilla. Esta idea había sido recogida por Ambrose Fleming, físico inglés, nacido en Lancaster en 1849, que en 1904, basándose en la teoría de Edison, había inventado el detector termoniónico o "diodo", válvula de filamento y placa que permitió la transmisión de la voz humana por medio de las ondas hertzianas, pero en forma rudimentaria.



*FLEMING. Inventor del diodo*

Mientras Fleming laboraba en Inglaterra, en los Estados Unidos otro investigador se aproximaba a una etapa culminante en materia de Telegrafía Sin Hilos. Era Lee de Forest, norteamericano, nacido en Council Bluffs, Estado de Iowa, en 1873.

Forest se había doctorado en ciencias en 1899, y había fundado una compañía de TSH, donde mantenía un laboratorio experimental que dirigía personalmente.

Forest se había fijado en las limitaciones del cohesor de Branly y había construido, por oposición, un detector electrolítico. Más tarde descubrió que una válvula de vacío, con filamento, placa y rejilla, no sólo podría utilizarse como detector sino como amplificador y oscilador. Así, reunió en una válvula termoiónica los electrones esenciales de detección, amplificación y oscilación, destinados a la emisión y recepción de ondas radiales. El tubo de radio quedaba inventado, y la radiotelefonía entraba, gracias a ello, a la edad adulta.

Los pasos siguientes estarían conformando una carrera acelerada de constante superación, pero sobre el descubrimiento básico de Lee de Forest, que paradójicamente ganó millones con su invento y los perdió también peleando judicialmente por la prerrogativa de su invención.

Entre las nuevas formulaciones se destaca el proceso de "regeneración" o de "superreacción", inventado por el profesor E. H. Armstrong, de la Universidad de Columbia, quien logró reforzar el impulso inicial, devolviendo parte de la corriente producida en el circuito filamento-placa hacia la rejilla. Este sistema se puso en vigencia ya en 1914.

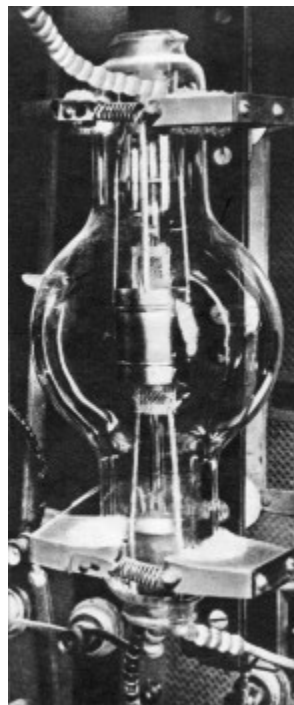
Los técnicos se abocaron después a mejorar las cualidades de recepción, logrando nuevos sistemas, entre ellos el de montaje "heterodino", que dispone de un circuito independiente, productor de corriente alterna de frecuencia ligeramente diferente a la de la corriente oscilante recibida por la antena.

Al sistema de radio conocido como (A. M.), amplitud modulada, se agregó más tarde el de (FM), frecuencia modulada, donde la ampliación de la onda se mantiene constante, mientras se hace variar la frecuencia.

Las radiofrecuencias, por otra parte, se utilizaron con éxito posteriormente en transmisiones por teletipo, y especialmente en la llamada "telefotografía". En este último campo es importante el aporte realizado ya a principios de siglo por el físico alemán Arthur Knorn, nacido en Breslau, en 1870, quien, en 1903, comunicó oficialmente a la Academia de Ciencias de París que había inventado un dispositivo capaz de transmitir fotografías a distancia. El sistema se basaba en las diferencias de resistencia eléctrica de un elemento, el selenio, según la intensidad de la luminosidad a la que era sometido. Las excitaciones que el selenio recibe son, a su vez, irradiadas por una antena transmisora y captadas en el receptor por otro dispositivo, también sobre la base del selenio, que transforma las ondas en puntos de diversa intensidad, que conforman la fotografía transmitida originalmente. El invento de Knorn fue perfeccionado más tarde por otros investigadores, especialmente por el alemán Hittorf.

## **ONDA RADIAL: SERVIDORA**

La humanidad tuvo exacta conciencia de la utilidad de la comunicación radial cuando por primera vez fue posible socorrer, gracias a oportunos llamados radiales, a grandes grupos de personas en peligro, especialmente en accidentes marítimos. Desde las primeras décadas de este siglo hasta 1963, cuando el Mariner II estableció desde el espacio contacto radial con la Tierra, a 53 millones de kilómetros, todo un capítulo de la historia de la humanidad está signado por la comunicación en onda radial.



*LA ELECTRONICA, mediante la radio, televisión, radar electrónico y el radiotelescopio, amplia los alcances de los sentidos del hombre. En la foto, una de las primeras versiones de la válvula termoiónica.*

Algunas paradas en este largo camino dan una perspectiva. El 23 de enero de 1900, un llamado por radio al rompehielos "Yermak" permitió salvar a un pequeño grupo de pescadores en las cercanías de la isla Hegland, en el Mar Báltico; el 14 de abril de 1912, el famoso barco "Titanic" se hundió con 1.503 personas. Un oportuno llamado al "Carpathia" permitía salvar a 710 sobrevivientes.

También, a principios de siglo, la policía utilizó por primera vez el sistema, mientras el mundo, gracias a la radio, seguía día a día una aventura policial. En 1910 se escapó, a bordo del paquebote canadiense "Monerose", un conocido asesino británico, el doctor Crippen, acompañado de su secretaria confidencial. El capitán de la nave entró en sospechas respecto a un pasajero que había embarcado acompañado de un "muchachito" que hacía pasar por su hijo. Telegrafió por

radio a Scotland Yard y obtuvo la descripción del asesino Crippey, que coincidía con la de su pasajero. Alertado, Scotland Yard envió a bordo de un barco más rápido, el "Laurentic", al también famoso inspector Drew, iniciándose una persecución por el Atlántico que culminó en Canadá, donde Crippey y su "secretaria-hijo" fueron apresados al desembarcar. Por radio, el mundo entero siguió la hazaña policial.

Capítulos como éste son interminables.

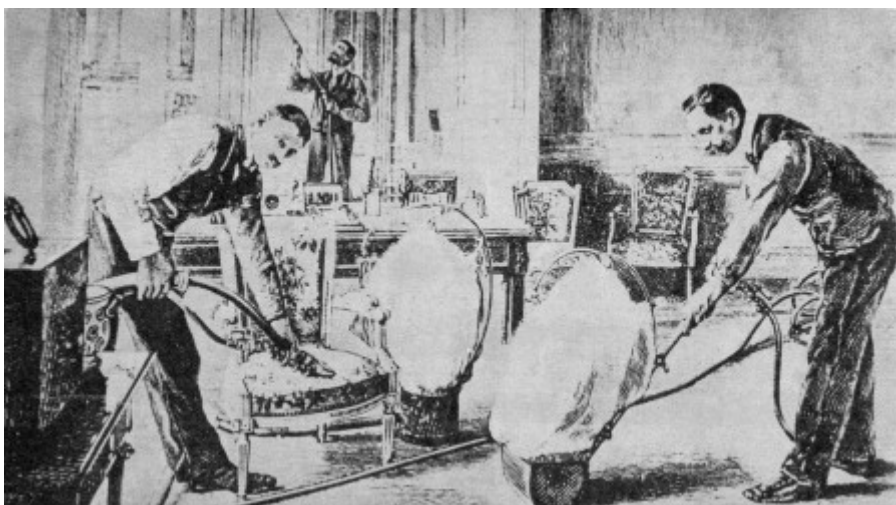
A fines de la década del veinte, la radiodifusión comercial tomaba fuerza y vigor con el aditamento del elemento publicitario, mientras el periodismo radial se difundía y perfeccionaba aceleradamente.

Un cuadro estadístico verificado hace seis años puede dar una imagen de la difusión de la radio en el mundo. En 1962 había en América del Norte 182 millones de receptores de radio; en Europa, 91 millones, y en Oceanía, tres millones y medio.

## 12. LA EPOPEYA DEL CONFORT

***Edison inventó el timbre eléctrico; Benjamín Franklin ideó el sillón-hamaca; el encendedor automático es anterior a los fósforos; los primeros ascensores eran impulsados a mano o con vapor y la bicicleta no tenía pedales.***

En la agitada vida cotidiana se están empleando a cada momento uno o varios de los pequeños grandes inventos que han hecho más grata la existencia del hombre, así como le reducen a un mínimo el esfuerzo que debe realizar para trasladarse de un lugar a otro o para obtener el agua o el calor que necesita.



*CONFORT. La aspiradora solo pudo construirse a comienzos del presente siglo, y el grabado muestra que solo debía ser usada por hombres.*

Para saltar de la pluma de ganso con que se escribía hasta el siglo XVII fue necesario que se desarrollara la siderurgia al extremo de producir un tipo de acero de bajo costo; y para inventar la pluma fuente o estilográfica fue necesario primero que se realizaran incontables experimentos con el tanque de guerra y las bombas aspirantes empleadas para extraer agua.

A fines del siglo XVII, Hardtmuth inventó el lápiz de grafito, una vez que fueron descubiertos los grandes yacimientos ingleses. Y al comienzo éste no era recubierto con madera, sino que se tomaba la barrita desnuda, creando algunos problemas. Inmediatamente después surgió la contrapartida al inventarse en esa misma época la goma de borrar.

En 1888 hubo un proyecto de crear el bolígrafo o lápiz de pasta de uso tan generalizado en la actualidad. Pero debió esperarse a que Ladislao Biro lo perfeccionara recién en 1938.

El nombre de Bramah debiera ser recordado en el hogar, porque él es el inventor del water closet (silencioso) en 1778, con lo que la higiene doméstica realizó progresos gigantescos por la introducción de la ducha y el lavatorio con agua corriente. Waterman construyó en 1850 un montacargas que era apenas una plataforma unida a un cable que la elevaba, y tres años más tarde Otis crea el primer ascensor seguro con un sistema de dientes que detendrían una caída en el caso de cortarse el cable. Poco después en Nueva York se puso en funcionamiento un ascensor a vapor y se experimentó con otros hidráulicos. La ciudad pudo crecer con sus rascacielos sólo cuando Siemens tuvo éxito con los ascensores eléctricos que se instalaron en la Torre Eiffel en París.

## HISTORIA DEL CONFORT

Hace más de un siglo que existen el lavarropas automático y una máquina para lavar platos. Thomas Alva Edison, el mago de Menlo Park, fue el inventor del timbre eléctrico y más o menos en esa misma época, 1888, se inventaron la plancha eléctrica y el anafe.

El confort en el hogar fue aumentando considerablemente con la aplicación de la electricidad para los ventiladores con motores Westinghouse en 1891 y con la aspiradora en 1901. En este siglo fue posible inventar la afeitadora eléctrica, la licuadora y la frazada termostática.

Graham Bell proyectó e instaló en 1911 el primer equipo acondicionador de aire en un vagón de ferrocarril que era el restaurante del Santa Fe Railroad.



*ESPACIO: las nuevas técnicas de la construcción reclamaron un mejor aprovechamiento del espacio y aparecieron, en 1889, las camas levadizas.*

Gillette creó su máquina de afeitar de seguridad en 1895, con lo que pudo desecharse la navaja y reducir al mínimo los cortes en el rostro del hombre, que ya vivía a un ritmo demasiado veloz. Otra invención de proyecciones mundiales fue la cerradura de Yale, creada en 1865 y perfeccionada en 1889.

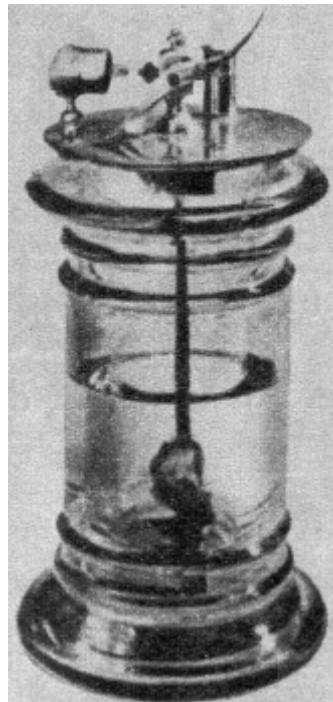
Nada menos que Benjamín Franklin fue el inventor del sillón-hamaca, el que más tarde pudo transformarse en el sillón reclinatorio que tanta comodidad y desplazamientos permite a los ejecutivos en sus escritorios. Otro aporte decisivo de un gran inventor fue el de Edison con la lamparilla eléctrica, que llevó iluminación a los hogares. Antes el alumbrado doméstico se hacía con gas: en 1852 se empleaban lámparas de petróleo y aún antes, de acetileno.

Cuando el gas se quiso aplicar a la cocina y a las estufas, hubo reacciones en contra y sólo a fines del siglo pasado estos artefactos comenzaron a ser aceptados como seguros.

Aunque llame a dudas, el encendedor es más antiguo que los fósforos. Walker creó los fósforos en 1827 y eran llamados de fricción, pero con ellos se corría el riesgo de que se encendieran imprevistamente al menor roce.

Un sueco, Pasch, inventó en 1848 los fósforos de seguridad. Y en 1823 ya existía un tipo de encendedor de mesa alimentado con alcohol. Desde mediados del siglo pasado se producían cigarros y cigarrillos en forma industrial, muy popularizados desde antes entre los turcos.

Los primeros impermeables se vieron en Inglaterra allá por el año 1824, y en 1893 Judson patentó el cierre relámpago, que fue perfeccionado en 1912 por Sundback, resolviendo problemas de tiempo y comodidad en el vestir.



*ENCENDEDOR automático de 1823*

Los alfileres de gancho o imperdibles fueron proyectados por Hunt en 1849 y el modelo original casi no ha sufrido variaciones hasta hoy.

Benjamín Franklin inventó los lentes bifocales, y en 1860 las cristalerías ópticas Zeiss, de Jena, comienzan a entregar material de calidad para su mayor difusión.

En 1881, Asley inventa la máquina para hacer botellas, y con una modificación hecha por Owen en 1899 se automatiza aún más y se logra producir un millón de botellas a la semana, y como consecuencia directa surge la industria de las bebidas gaseosas.

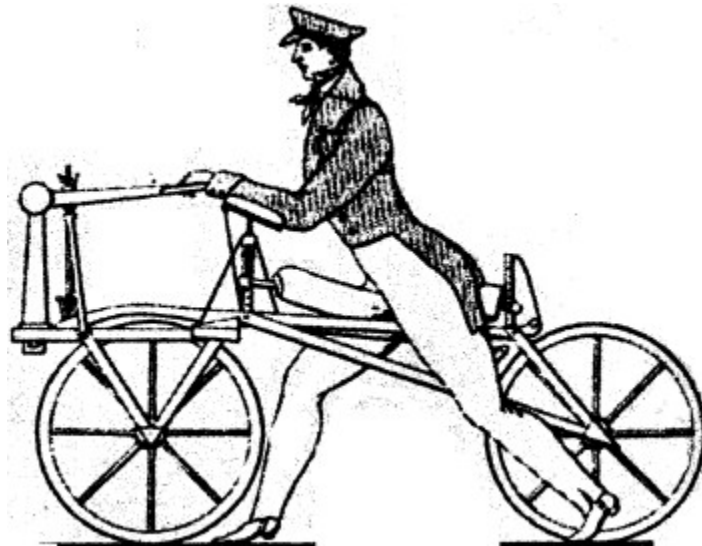
Fue durante el siglo pasado que la cosmética se convirtió también en industria. Antes de Cristo se conocían polvos, afeites y cremas, pero la mayoría ofrecían algunos riesgos tóxicos, los que



fueron evitados con el progreso de la química, al mismo tiempo que se refinaban y destilaban perfumes de raro encanto. En 1890 se abre en París el primer instituto de belleza.

## LA BICICLETA

La historia de la bicicleta puede remontarse a uno de sus antepasados construido por Farfler en 1655, que más bien fue un triciclo, y más de un siglo después Magurier y Blanchard realizaron una serie de experimentos que tuvieron forma adecuada en un proyecto de Karl Drais, que creó el hobby horse o draisina en 1818: dos ruedas montadas sobre un marco de madera con manubrio, y el vehículo debía empujarse con los pies, lo que no era muy práctico.



*DAIRSINE. Antepasado de la bicicleta de 1818*

Kirpatrick MacMillan inventó en 1840 una máquina de pedales, pero la invención de los pedales generalmente se atribuye a Michaux en 1855.



*VELOCIPEDO: En 1867, Michaux creó este modelo de velocípedo, uno de los primeros que utilizaron el sistema de pedal.*

El pedal actúa en la rueda delantera como en el modelo que creó Laliemant en 1865. De estos proyectos surgió el biciclo con una enorme rueda delantera para que el pedal diera un mayor rendimiento, pero la inestabilidad del vehículo entregaba su uso sólo a personas muy valientes.



*BOTELLAS: El antiguo sistema de "soplar" botellas, que a fines del siglo XIX se cambió por la automatización, que producía hasta un millón de botellas a la semana.*

Un testigo de esta época, John Kests, escribió a sus hermanos en 1819: " *La novedad del día es una máquina llamada velocípedo; es un vehículo de ruedas que hay que montar como un caballito, sentándose encima de él, y se hace caminar empujando con los pies y manteniendo en las manos una rueda como timón. Puede hacer hasta siete millas por hora y cuesta ocho guineas; pero pronto se encontrarán a precio más barato, a menos que el ejército se los acapare* ".

Por fin en 1867 Madison construye un marco de tubos de acero con ruedas de rayos también de acero, y en 1869 la transmisión de cadena de Trefz, perfeccionada por Lawson en 1876, da vida definitiva a la bicicleta actual. La producción industrial del modelo Rover, similar al de hoy, fue iniciada por Starley en 1885. Un elemento de gran importancia en el desarrollo de la bicicleta y de casi todos los vehículos fue el cojinete de bolitas, que patentó en 1802 el francés Cardinet. Modificaciones que lo mejoraron fueron aplicadas por Lechner en 1898 y el modelo actual fue proyectado por Wingquist en 1907. Otras variedades de cojinetes o rodamientos son los de rodillos, cilíndricos, cónicos y de empuje.

## **APORTES A LA MEDICINA**

El genio creador del hombre se ha volcado en la medicina con mayor fuerza en los últimos cien años, una vez que se rompieron numerosas barreras morales y religiosas que impedían aplicar al ser humano un tratamiento que no fuera el que la tradición y la costumbre autorizaban.

Uno de los más audaces y cuya obra tuvo importancia para el mundo entero fue Eduardo Jenner, inventor y realizador de la vacunación contra la viruela. Se le dijo que atacar el organismo con la misma enfermedad de la que se quiere defenderlo para estimular su capacidad de reacción constituye un acto inventivo de genialidad indiscutible.

Otro aporte de valor extraordinario fue el de Luis Pasteur, fundador de la microbiología y de la sueroterapia, con la aplicación de suero de animales inmunes o inmunizados para combatir la afección específica.

C. W. Long, en 1842, aplicó éter a un paciente, y W. Z. G. Morton, un dentista de Boston, en 1846, prosiguió esta investigación hasta que nació la anestesia, 1845: Elías Howe inventó este tipo de máquina de coser.

Joseph Lister dio forma a la antisepsia y luego Ignaz Semmelweis avanzó más con su larga lucha para hacer prevalecer sus principios sobre asepsia, es decir que debían esterilizarse todos los instrumentos y otros medios que se emplean en una intervención quirúrgica si es que se quiere evitar infecciones mortales o graves al paciente.

Carlo Forlanini, en 1882, introduce la técnica del neumotórax terapéutico, una de las primeras y buenas armas para combatir la tuberculosis, que durante el siglo pasado parecía ser una de las enfermedades románticas muy propias de señoritas pálidas y de poetas y bohemios.

Adolf von Bayer inventó la fórmula de la aspirina con el ácido acetilsalicílico base de todos los analgésicos que se usan hoy. A partir de 1900 en adelante el ritmo de producción de nuevos elementos para la medicina no se puede seguir con acuciosidad, porque cada día surgen aparatos, técnica y antibióticos, hasta llegar a la bomba de cobalto y a los rayos láser, en intervenciones quirúrgicas que si se hubiese deseado hacerlas en el siglo pasado no habrían sido posibles por falta de medios materiales.

Subsiste como desafío mayor el cáncer, con su siempre creciente número de víctimas, mientras se continúa investigando con un poderoso despliegue de medios humanos, materiales y económicos.

## **EN LA INDUSTRIA**

La máquina de coser tuvo una existencia muy agitada, especialmente en sus primeros tiempos, en que era resistida por su capacidad de dar más de doscientos puntos por minuto y también por dejar a decenas de obreros sin trabajo. La máquina de coser llegó con la revolución industrial y los primeros proyectos se hicieron entre los siglos XVIII y XIX por Weisenthal, Seint y Nadersperger.

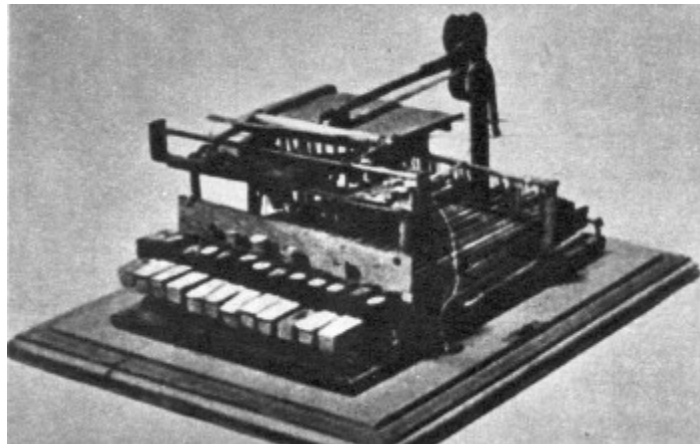
El francés Barthélemy Thimmonnier construyó en 1830 una máquina de madera accionada a pedal que daba más de 200 puntadas por minuto y la instaló en su taller de sastrería. Este fue presa de las llamas después de la airada reacción de sus operarios, que advertían en la máquina un peligro para su estabilidad en el trabajo.

En 1845, el norteamericano Elías Howe construyó una máquina con una aguja provista de ojo en la punta y lanzadera independiente, en la que la tela a coserse estaba dispuesta verticalmente y la aguja se movía horizontalmente. Desde 1851, a través de la industria Singer, la máquina de coser comienza a producirse en serie, para convertirse en una herramienta doméstica de primera importancia.



*1845: Elías Howe inventó este tipo de máquina de coser*

Alrededor de 1714, según algunos, se solicitó una patente para una máquina capaz de transcribir e imprimir cartas que parece ser el antepasado más remoto de la actual máquina de escribir.



*CIMBALO ESCRIBIENTE: El primer artefacto creado por Rovizza, que, perfeccionado, llegó a ser la máquina de escribir.*

El "címbalo escribiente" es, sin embargo, la primera máquina de escribir, que se patentó en 1856, a pesar de que había sido construida por Giuseppe Ravizza en 1837. Luego, en 1865, el noruego Malling Hansen creó un hemisferio escribiente, y un año más tarde el tirolés Peter Mitterhofer creó una nueva versión.

Latham Sholes, un tipógrafo norteamericano, inventó una máquina para escribir números, que estuvo lista en 1866, pero su falta de medios lo obligó a asociarse con la industria de armamentos Remington, cuyos talleres de alta precisión mecánica reunían las condiciones para su producción en serie, perfeccionada como máquina de escribir. Con este instrumento la mujer conquistó un nuevo frente de trabajo.

## **HUMANIZACIÓN DE LA MUERTE**

Edison sostuvo que el uso de la corriente alterna era peligroso, especialmente en la forma en que lo estuvo haciendo Westinghouse, y por esta razón, a modo de experimento público, hizo electrocutar a algunos animales pequeños.

De este tipo de experimentos surgió la idea de hacer igualmente rápido y "humano" el ajusticiamiento de los condenados a muerte, y fue Brown, uno de los ayudantes de Edison, el que proyectó la silla eléctrica.

Pero Brown prefirió trabajar con los competidores de Edison, la firma Westinghouse, y para ella construyó el primer modelo con motor eléctrico aportado por la industria. William Kemmler, un hombre hallado culpable de homicidio y que fue sentenciado a muerte, se declaró contento de participar en la prueba experimental, ya que debía ser ajusticiado el 6 de agosto de 1890 y aceptó morir en la silla eléctrica.

Los hombres de ciencia y las autoridades que querían humanizar la muerte tuvieron un pequeño traspié, porque sin conocer la energía que era necesaria para provocar la muerte del reo, aplicaron demasiada corriente y el cuerpo de Kemmler quedó prácticamente asado, pero de todas maneras se manifestaron satisfechos.

## LA MAQUINA-HERRAMIENTA

La primera mitad del siglo XIX es considerada por el profesor Ferdinand Redtenbacher como la de mayor aporte en la creación de máquinas destinadas a reemplazar el esfuerzo humano en labores tales como hilar, tejer, torner, cepillar, arar, golpear, romper, soldar y transportar.



*SEGURIDAD: Otis introdujo los rieles dentados para evitar caídos en sus primeros ascensores.*

Aunque algunos inventos llegaron en las postrimerías del siglo XVIII, en la lista no pueden ser excluidos la sierra circular construida por Albert en 1795; el torno para roscar tornillos, de Maudslay, en 1797; el viejo torno de madera, gracias a la acción inventiva de Maudslay, Roberts, Fox y Witworth, que se aplica a la elaboración de metales. En 1839 se inventan los tornos de torrecina; en 1845, el torno de revólver que inicialmente realiza el trabajo de seis tornos en menor tiempo, y en 1890 el torno automático múltiple. En 1823, De Rochelyns construye un martillo de percusión que debe cien golpes por minuto; Sommellier inventa la perforadora hidráulica, que es usada en la construcción del túnel de Frejus, y que poco después fue accionada por aire comprimido. En 1901 aparece el martillo neumático; pero antes, en 1802, Bramah había

creado la cepilladora mecánica; en 1861 comienza a operar la fresadora universal; en 1886 es utilizada la soldadora eléctrica y luego vendrán la soldadora autógena y al arco.



*DEL SIGLO PASADO. El cierre relámpago fue una gran conquista para el siempre apresurado hombre moderno*

Entre las grandes conquistas de uso diario en la actualidad están los productos sintéticos, que se emplean en la fabricación de tan diversos productos como plumas fuente, vajilla, teléfonos, peinetas, botones, medias, camisas, ternos y piezas ortopédicas, y aun válvulas destinadas a reemplazar partes del corazón y de otros órganos del cuerpo humano, quedando todavía un vasto campo de aplicaciones en el que se sigue experimentando con creciente éxito.

## 13. LA AERONÁUTICA

*Durante milenios el hombre quiso volar y solo pudo realizarlo en el siglo XX*

Volar ha sido desde los tiempos más remotos el más ferviente y apasionado anhelo de la humanidad. La naturaleza dotó al hombre de inapreciables e inmensos atributos: lo hizo capaz de pensar, imaginar, sentir la belleza, movilizarse de un punto a otro, danzar, comunicarse con sus semejantes... Sin embargo, olvidó darle alas que le permitieran remontarse hacia las estrellas y contemplar su propio planeta desde el cielo. "Oh, si yo fuese pájaro", tiene que haber sido, sostiene Michelet, una de las primeras exclamaciones del hombre prehistórico al observar el vuelo airoso de las aves. Pero esa contemplación pasiva no tardó en transformarse en acción y el Homo Sapiens buscó por todos los medios a su alcance imitar a los seres alados, o, al menos, soñar que los emulaba. Sus primeros esfuerzos se confundieron con la mitología. La leyenda cuenta que Ícaro huyó con su padre, Dédalo, del laberinto de Creta volando con unas alas adheridas a su cuerpo con cera, pero habiéndose acercado demasiado al sol éste las derritió y los imprudentes aeronautas cayeron al mar, en el que perecieron ahogados. Pero el sueño de Ícaro y Dédalo no murió con ellos y hoy el mundo lo contempla hecho realidad en los modernos jets supersónicos y en los satélites artificiales que surcan el espacio sideral, aprestándose a conducir al hombre hacia otros mundos.



## LOS ANTIGUOS PRECURSORES

Los primeros ejemplos de auténticos intentos de vuelo humano desprovistos de contenidos los primeros años de nuestra era. Suetonio relata encontró la muerte durante una de las orgías de antiguas refieren también que un sarraceno contra el suelo en presencia del emperador de más tarde, en 1742, el anciano marqués de un testigo de la época como *"hombre un poco"*, se lanzó a través del Sena con un aparato fue a aterrizar violentamente en la otra orilla quebrándose una pierna, pero consiguiendo su volando el río. Pero esta prehistoria de la comprende intentos audaces y algo mediante aparatos que podrían calificarse como que registra notables estudios teóricos de sabios tenido a su disposición una metalurgia lo habrían podido quizás llevar a la práctica con invenciones, según lo estiman los ingenieros actualidad. Ya en 1269 el famoso fraile inglés *"pueden hacerse máquinas voladoras con un medio, que hace girar una máquina por medio de lo consigue que las alas se agiten en el aire como*



mitológicos se remonta a la idea de que un "hombre-pájaro" existió en el Nerón. Las crónicas de la época relataron alado fue a estrellarse contra las murallas de Bizancio. Muchos siglos después, el escritor Bacqueville, descrito por el mismo como *loco, pero muy arriesgado*, intentó ser volador de su invención. Se cayó al agua sobre un barco-lavadero. El fracaso tuvo el propósito de atravesar el Canal de la Aeronáutica no sólo por los diseños extravagantes de elevación, sino por la invención casera, sin el apoyo de eminentes que, de haberlo tenido, hubieran suficientemente avanzado la tecnología. El éxito la mayoría de sus invenciones aeronáuticas de la época. Roger Bacon sostuvo que el hombre era *sentado en un trípode, en la cual hábilmente se eleva sobre las de un pájaro al volar*.

Dos siglos más tarde, en 1490, el extraordinario Leonardo da Vinci llegó mucho más lejos con sus croquis y breves tratados de aeronáutica basados en concienzudos estudios del vuelo de los pájaros. Sus investigaciones desembocaron esta audaz y categórica afirmación: " *Un pájaro es una máquina que funciona conforme a unas leyes matemáticas, y entra dentro de la capacidad del hombre reproducir esa máquina con todos sus movimientos* ". Animado por estas alentadoras conclusiones, el genial Leonardo se dio a la tarea de diseñar proyectos de aeroplanos con alas en forma de murciélago, de helicópteros y hasta de un modelo de paracaídas. Se ignora si logró experimentar alguno de sus aparatos más importantes, pero algunos modernos historiadores de la ciencia afirman que parece verosímil que el sabio renacentista haya hecho volar un pequeño helicóptero.

Los esfuerzos de Leonardo fueron olvidados, y hasta fines del siglo XVIII no se produjo ningún hecho en la gestación de la aeronáutica que merezca ser recordado, salvo, tal vez, los tenaces y vanos intentos de un carpintero del siglo XVII llamado Besnier, quien trató infructuosamente de conquistar el aire con un primitivo aparato de su invención consistente en cuatro alas de bisagra unidas por una varilla y accionadas por los brazos y piernas del inventor.

## **SURGE EL AERÓSTATO**

Pero si bien hubo no pocos científicos y aventureros con vocación de inventores en épocas anteriores a la Revolución Francesa que dieron muestras de una voluntad decidida de despegar de la madre tierra, sólo hacia comienzos del siglo XX no fue posible volar con máquinas más pesadas que el aire, gracias a los progresos de la técnica que al fin puso aquel sueño al alcance del hombre.

Sin embargo, el anhelo de volar era tan grande que el ser humano no tuvo paciencia para esperar el avance científico y buscó otros medios para elevarse. Fue así como la primera e increíble victoria del hombre sobre la gravedad tuvo lugar en Francia a fines del " *siglo de las luces* " con la invención del aeróstato, 119 años antes de que los hermanos Wright logaran hacer despegar su tembloroso y rudimentario aparato desde las arenas de Kitty Hawk.



*JOSEPH MONTGOLFIER, a cuya imaginación creadora se debe el aeróstato.*

La historia comenzó en noviembre de 1782 en Avignon cuando Joseph Montgolfier, un fabricante de papel de fértil imaginación, meditaba un día junto al fuego. En un momento dado, viendo cómo ascendían el humo y el aire caliente, Montgolfier tuvo una sencilla y a la vez genial inspiración: pidió a su ama de llaves algunos trozos de seda y, sin moverse de su habitación, fabricó un simple globo de tela, inflándolo con aire caliente. Con alborozo, el fabricante de papel observó cómo el globo se elevaba, oscilando, hasta alcanzar el techo. Así, de una manera casi casual, había sido inventado el aeróstato. Joseph Montgolfier solicitó la colaboración de su hermano Etienne, y juntos se dieron a la tarea de construir el primer globo de la historia, el cual estuvo terminado en la primavera del año siguiente.

El 4 de junio de 1783, fecha estelar en la historia de la aeronáutica, los dos hermanos hicieron la primera demostración de su invento en el centro de Annonay, su ciudad natal, ante una gran muchedumbre que asistió maravillada. Inflado merced al aire caliente suministrado por una gran hoguera avivada con lana y paja, el globo se elevó hasta alcanzar una altura de dos mil metros. La Academia de Ciencias de París acogió con gran beneplácito y entusiasmo el exitoso experimento y prestó todo su apoyo a los Montgolfier para que construyeran un nuevo aeróstato. Así, tres meses después, un segundo globo fue lanzado en Versalles en presencia del rey y la reina, esta vez conduciendo tres pasajeros: un carnero, un pato y un gallo, que realizaron un vuelo libre de unos tres kilómetros. Al igual que los chimpancés utilizados en los vuelos de los "sputniks" de nuestros días, los animales sobrevivieron perfectamente a la prueba.

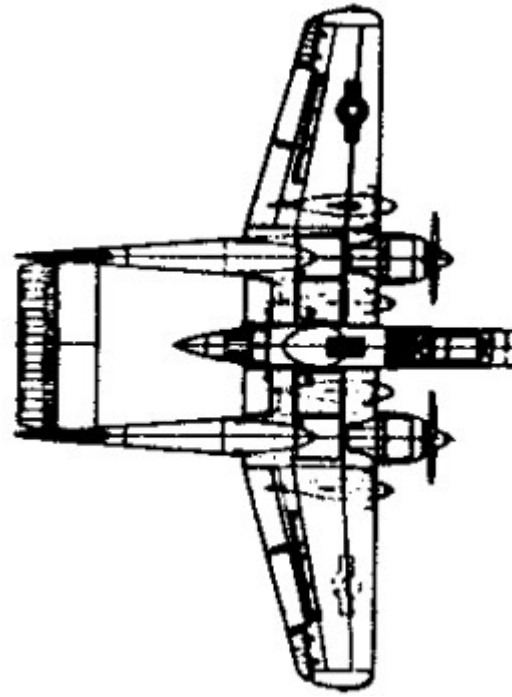
## **EL VUELO HUMANO HECHO REALIDAD**



Apenas tres meses después que se elevara el primer globo de los Montgolfier, el físico francés Jacques Charles probó la potencia ascensional de un nuevo gas recién descubierto, llamado por aquella época " *aire inflammable* ", y que no era otra cosa que el hidrógeno. El 28 de agosto de 1783, Charles, ayudado por los hermanos Robert, dos artesanos mecánicos, lanzó su primer aeróstato de hidrógeno que realizó un vuelo de 25 kilómetros con pleno éxito. Sin embargo, no faltó el final fuera de programa: al aterrizar el globo fue atacado y destruido completamente por un grupo de campesinos aterrorizados.

Los vuelos con éxito de los primeros aeróstatos crearon un clima de entusiasmo propicio para que se efectuaran las primeras ascensiones humanas.

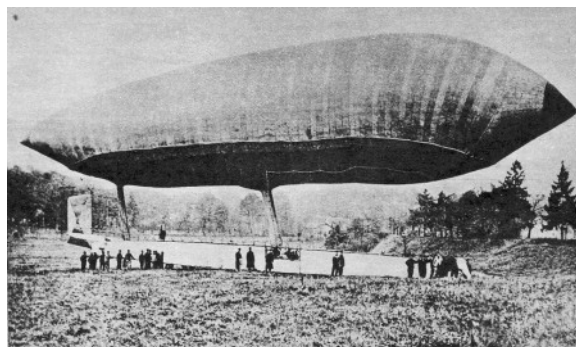
El 21 de noviembre de 1783, los primeros viajeros aéreos humanos de la historia, el joven físico Pilâtre de Rozier y el marqués de Arlande, despegaban de los jardines de la Muerte en la periferia de París. Nueve días más tarde Charles y uno de los Robert se elevaron en su globo de hidrógeno alcanzando la increíble altura para esa época de 3 mil metros, con lo que confirmaron que el vuelo del hombre era ya una maciza realidad. Se cuenta que viendo ascender el globo un escéptico preguntó a Benjamín Franklin, supuesto testigo de esta proeza: " *Pero ¿para qué sirve todo esto?* " El gran físico y político norteamericano clavó su mirada en él y de inmediato le respondió: " *¿Para qué sirve un recién nacido?* "



En tanto que el aeróstato se difundía rápidamente, uno de los viejos inventos concebidos por Leonardo se convirtió en realidad cuando el 22 de octubre de 1797 el intrépido André-Jacques Garnerin saltó con un paracaídas desde un globo que volaba a gran altura sobre el cielo de París.

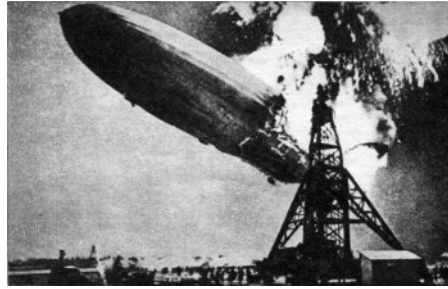
## LOS DIRIGIBLES

Durante mucho tiempo los aeróstatos estuvieron a merced de los vientos, por más que se ensayaron no pocos métodos para controlar su dirección a base de alas y remos, los que en definitiva nunca dieron resultado. La solución a este problema vino por otro camino: la aplicación del motor, con lo que el aeróstato se convirtió en dirigible. En 1851, Henri Giffard hizo uso de un motor de vapor de cinco H. P. En 1878, el profesor C. E. Ritchell voló sobre Hartford, Connecticut, en un dirigible impulsado por una hélice movida con vapor. Pero hasta 1898 los globos no se independizaron absolutamente del viento y de las corrientes atmosféricas.



*LA AERONAVEGACIÓN. El dirigible "Le France" apresta a elevarse en 1885. Centenas de pasajeros viajaban de un continente a otro en estos aparatos inflados con hidrógeno.*

Ese año se empezaron a aplicar motores de gasolina a la conquista del aire, gracias al esfuerzo de dos grandes inventores que trabajaron independientemente: el brasileño Santos Dumont, en París, y el conde Ferdinand von Zeppelin, en Alemania.



*TRAGEDIA. El incendio del "Hindenburg" marcó el ocaso de los dirigibles. En el desastre perecieron 35 personas.*

A este último se debió el más acabado perfeccionamiento del dirigible, cuyas máximas expresiones fueron primero el zepelín y más tarde el "Graf Zeppelin". Sin embargo, este tipo de aeronave no estaba destinado a servir de modelo al futuro progreso de la aviación.

## **DOS PADRES DE LA AVIACION**

La máquina voladora más pesada que el aire buscada con ahínco desde tiempos inmemoriales fue en definitiva la que logró constituir la aviación propiamente tal, y progresar hasta hacer que globos y dirigibles desaparecieran completamente de la faz de la tierra, como no fuera para realizar sondeos meteorológicos.

El primer precursor ilustre del avión fue el inglés George Cayley, llamado por muchos "padre de la aviación", técnico y teórico sin igual, de quien Orville Wright dijo que "sabía más sobre los principios de la aviación que todos sus predecesores, y que cuantos le sucedieron hasta finales del siglo XIX".

En 1808, Cayley ensayó con éxito su primer planeador, y en 1843 publicó los planos originales para un "convertiplano", aparato bastante similar a un helicóptero, que, a no ser por algunos detalles de su estructura, bien hubiera podido volar.





*LILIENTHAL. El primer hombre que voló ayudado por dos alas.*

Otro nombre digno de ser destacado entre los investigadores que prepararon el terreno para la aparición del aeroplano es el de Otto Lilienthal, quien hacia 1895 llevó a cabo experimentos con planeadores que le permitieron emprender importantes y decisivos estudios sobre aerodinámica.

## **DE LOS WRIGHT A LA ERA DEL JET**

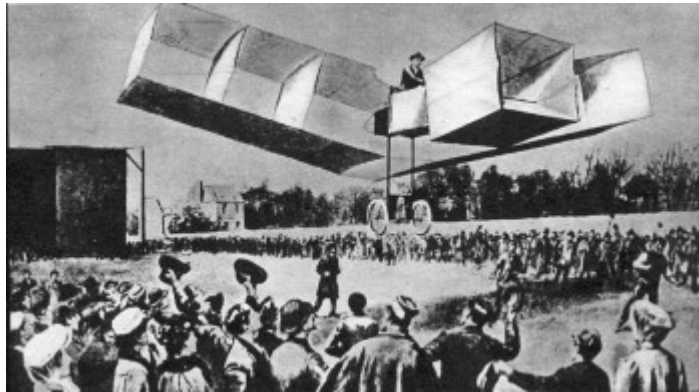
Con la llegada del siglo XX se dio cima al sueño tan largamente acariciado de obtener un aparato aéreo más ligero que el aire.



*WILBUR WRIGHT antes de emprender vuelo en uno de sus aeroplanos.*

Dos pioneros, y a la vez investigadores, Orville y Wilbur Wright, hicieron realidad la aviación, tal vez la invención de mayor trascendencia del siglo XX, que en un puñado de años hizo desaparecer las distancias y convirtió la palabra lejanía en proximidad.

Con aplicación y minuciosidad incomparables, los hermanos Wright estudiaron todo lo que se había hecho antes de ellos en el terreno de la aeronáutica, sacaron sus propias conclusiones y aportaron algunas ideas propias inspiradas directamente en las experiencias de Lilienthal. Su obra fue a la vez síntesis de 500 años de experimentos previos y la piedra angular que cimentó las seis décadas posteriores de fabuloso progreso de la aviación hasta llegar a nuestros días.



*EL CAMPEON. En la escena, el avión de Santos Dumont, quien ganó la Copa Archedeacon. "The Bird of Paradise" voló 25 metros*

En 1900, Orville y Wilbur Wright empezaron a hacer experimentos con planeadores, pero su gran día no llegó hasta el 17 de diciembre de 1903, fecha en que estuvo terminada la construcción de su primer avión: un aparato impulsado por un motor de gasolina de cuatro cilindros y 12 H. P. Fue una mañana fría y con mucho viento... El aparato salió de su hangar y comenzó a moverse... Orville se puso a los mandos... Al principio, el aeroplano avanzó sobre raíles, mientras Wilbur sostenía una de las alas; después se elevó a tres metros de altura, cabeceó, y al final voló pesadamente unos treinta metros antes de tocar tierra. "El vuelo no duró más que unos doce segundos, escribió posteriormente Orville, pero fue la primera vez en la historia del mundo que una máquina portadora de un hombre pudo remontarse al aire por su propia fuerza y volar sin reducción de velocidad para aterrizar finalmente a la misma altura de su punto de partida".



*JUAN DE LA CIERVA: inventor del autogiro.*

El avión era ya una indiscutible realidad. En 1905, los hermanos Wright lograron volar durante media hora seguida, cubriendo unas 25 millas. A la vez Henri Farman, Santos Dumont y otros lograron mejorar considerablemente el invento, el cual siguió una trayectoria de ininterrumpido progreso. En 1911 hizo su aparición el primer hidroavión, debido al norteamericano Glen H. Curtiss.



*RATEAU. Creador de las turbinas de gas y de vapor. Fabricó ventiladores helicoidales*

Dos años más tarde levantó vuelo el primer cuadrimotor del mundo, el "Le Grand" diseñado por el ruso Igor Sikorski. Un español, el ingeniero Juan de la Cierva, ideó el autogiro en 1919, iniciando dos años después s

por la Federación Aeronáutica Internacional. Así De la Cierva obtuvo el primer aparato más pesado que el agua de despegue vertical, cuya posibilidad había sido ya vislumbrada por Leonardo da Vinci la friolera de más de cuatrocientos años atrás.



*WHITTLE. Padre de la propulsión por reacción. El avión a chorro reemplazó al de hélice.*

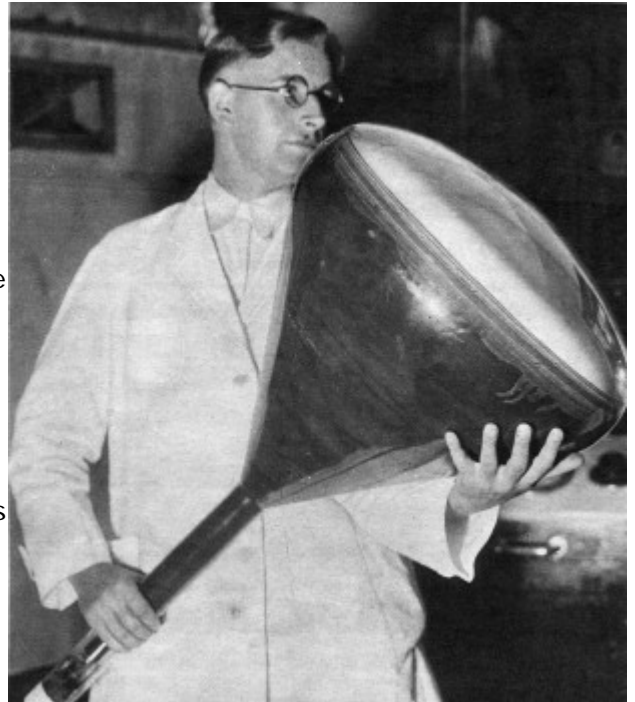
Mucho antes de la Segunda Guerra Mundial, ingenieros clarividentes comprendieron que la hélice había alcanzado el límite de sus posibilidades y se dieron a la tarea de buscar una forma de propulsión que permitiera alcanzar mayores velocidades. La encontraron en el motor a reacción, cuyo principio básico había sido enunciado nada menos que en el siglo III a. de C. por Herón, antiguo matemático de Alejandría. Frank Whittle, en Inglaterra, registró sus primeras patentes de turbinas a chorro en 1930 Hans von Ohain, en Alemania, hizo igual cosa en 1935. El 27 de agosto de 1939, el HE-178 alemán construido por Heinkel para motor Ohain realizó el primer vuelo a reacción de la historia. Así, la aviación entró en la senda del motor a chorro que la llevó primero a batir la barrera del sonido y luego a dejarla largamente atrás en numerosos vuelos de prueba. La aeronáutica vive hoy una etapa de plena madurez en que los diseños audaces y modernos de aeronaves fabulosas, tanto civiles como militares, se multiplican profusamente, derribando con puntualidad las barreras del tiempo y la distancia. Sólo otra ciencia afín logra opacarla, y es la de la astronáutica, la cual, comparativamente, a pesar de sus brillantes logros, vive aún una fase inicial que podría corresponder a lo que fue la aviación en tiempos de los hermanos Wright.

## 14. LA ELECTRÓNICA

### *El imperio del tubo*

Difícilmente se encontrará alguien más o menos conectado con la vida diaria que no haya oído mencionar la Electrónica, pero muy pocos saben en qué consiste. Explicar que "es la rama de la ingeniería eléctrica que trata de los aparatos que operan mediante el flujo de haces de electrones en el vacío o en un gas a baja presión" no aclara mucho la importancia extraordinaria de esta rama joven de la ciencia. Sin embargo, a cada instante se están palpando sus frutos.

Los tubos de neón, las puertas que se abren con "ojo eléctrico", el telégrafo, el teletipo de las agencias periodísticas, las telefotos, la radio a transistores, el radar, la televisión y las computadoras o "cerebros electrónicos" son algunos de los múltiples aparatos o dispositivos que se deben a ella. Su reinado empezó a construirse con el descubrimiento del tubo de vacío por Thomas Alva Edison y el hoy llamado "efecto Edison". La electrónica es el imperio del tubo. El periodo de mayor desarrollo va desde 1928 hasta la fecha, cuando continúan perfeccionándose diversos ingenios y prodigios, entre los cuales debe mencionarse la televisión en colores, que salva sus obstáculos iniciales y está convirtiéndose, tanto en Estados Unidos como en Europa, en una realidad, cuya más seria limitación en el momento es el alto costo de transmisión y el subido precio de los receptores. La idea de la televisión en blanco y negro es mucho más antigua.



### EL CASO DE LA TV

Apenas inventado el telégrafo en el primer decenio del siglo XIX, se pensó en transmitir por alambres no sólo sonidos, sino también imágenes.



*INSTALACIONES GIGANTES. Con el avance de la técnica se han modernizado las instalaciones. En la ilustración, el edificio de la Radio y Televisión Inglesa. Tiene una torre de 150 metros y, en su parte superior, un restaurante giratorio.*

El propósito no era fácil de lograr. Una palabra se compone de sílabas y la sílaba de letras, de manera que la descomposición necesaria para transmitir una después de otra las partes constitutivas de un mensaje oral no presenta dificultades. El cerebro "suma" los sonidos que recibe y obtiene el pensamiento completo. Parecía imposible hacer lo mismo para transmitir un mensaje visual. Los primeros investigadores pensaron, no obstante, que ello podía hacerse descomponiendo la imagen y enviándola por partes a un receptor, donde debía ser reconstruida para que el ojo humano la viera completa. Los fragmentos debían llegar a la pantalla receptora con suficiente rapidez para que el espectador tuviera la sensación de "ver" la imagen de una sola

vez, debido a que en la retina la imagen no se borra inmediatamente después de captada, sino que permanece un breve lapso. Esta "permanencia retiniana", que en el fondo es un defecto de la visión humana, es la que ha hecho posible la televisión. Los mismos principios que trataron de aplicar los investigadores del siglo pasado son los que ahora se aplican, aunque muy perfeccionados y afinados. En el moderno receptor de TV nos parece ver la pantalla iluminada globalmente por la imagen, pero eso no ocurre en realidad. Nunca hay iluminado más de un punto, con un pequeñísimo fragmento de la imagen transmitida, y luego otro punto, y otro y otro hasta infinito, en una vertiginosa sucesión, dando al espectador la sensación de que está viendo imágenes completas.

## LOS PRECURSORES

El primer aparato capaz de transmitir imágenes a una distancia apreciable fue ideado por el abate Giovanni Caselli, de Siena, en 1855. Lo denominó "pantelégrafo", y fue perfeccionado en Francia, estableciéndose diez años más tarde la línea París-Lyon.



*TELEVISION. En los principales países del mundo, la televisión se emplea en el campo educativo mediante la transmisión de clases, charlas y conferencias. El sistema de video-tape facilita esta labor.*

El sistema era simple y muy ingenioso. Quien deseaba enviar el mensaje escribía con una pluma untada en tinta aislante, sobre una delgada lámina de metal; ésta era colocada en el aparato transmisor y "explorada" por una punta de platino que la recorría de arriba abajo y de derecha a izquierda. Cuando la punta topaba con lo escrito, se interrumpía el contacto eléctrico entre la punta y la superficie metálica, debido a la condición aislante de la tinta. Por medio de un circuito eléctrico esta interrupción era transformada en una corriente eléctrica que se transmitía a lo largo de la línea hasta el aparato receptor, que estaba constituido por una hoja impregnada en cianuro de potasio. Sobre ésta se desplazaba una punta de diamante, con movimientos exactamente sincrónicos con aquellos de la punta exploradora del aparato transmisor. Una y otra se encontraban siempre en la misma posición respecto a la lámina metálica o a la hoja de papel, ambas de igual formato. Si una se movía en París, la otra se movía exactamente en la misma forma en Lyon. La corriente eléctrica opera una reacción química sobre el cianuro de potasio, que es incoloro, transformándolo en color azul. De esta manera, mientras la punta receptora recibía corriente eléctrica, tornaba azul la superficie del papel que estaba tocando; cuando la corriente eléctrica se interrumpía, la superficie del papel tocada por la punta quedaba blanca. La escritura se reproducía en blanco mediante este procedimiento en la hoja receptora, cada vez que la punta de la oficina transmisora entraba en contacto con la tinta aislante en que estaba escrito el mensaje.

## LOS CIEN PADRES

Desde entonces distintos inventores aportaron, independientemente, luces de su genio para ir salvando los obstáculos que se oponían al salto desde la transmisión de escritura o imágenes inmóviles a la transmisión de figuras en movimiento, en el momento mismo en que esas figuras andaban, corrían, bailaban o reían. La televisión, como se ha dicho, tiene un ciento de padres. Muchos cooperaron en ella, como Alejandro Bain (transmisión de dibujos), Arturo Korn (perfeccionó el sistema de Bain con la incorporación de la célula fotoeléctrica) y Pablo Nipkow (creó el disco que lleva su nombre para la descomposición de la imagen en puntos y facilidad en la "exploración"). Comúnmente se atribuye, sin embargo, la calidad de "inventor" de la TV a Juan Logie Baird, hijo de un clérigo escocés que por mala salud no había podido concluir la carrera de ingeniero, que empezó antes de la Primera Guerra Mundial. Desesperado, tentó suerte en toda clase de negocios, desde fabricar mermelada en Trinidad a vender jabones de fabricación



francesa en Londres. Nada le resultó. En 1922, convaleciente de paludismo, tomó una extraña decisión: inventar la televisión, acerca de la cual tantos habían hecho tantos aportes.

Baird trabajó con un tesón que no se ve con mucha frecuencia, fabricó aparatos con ruedas de bicicleta y cajas de cartón, hasta que logró transmitir la imagen de un muñeco colocado frente a su cámara. En 1925 pudo transmitir desde una pieza a otra el rostro de un empleado de la tienda que estaba en la planta baja del cuarto que le servía como laboratorio. Ese anónimo empleado tuvo el honor de ser la primera persona televisada en la historia del mundo.

## **PRIMER PASO Y PERFECCIONAMIENTO**

John Logie Baird usaba el sistema mecánico de exploración y reunión de imágenes, empleando el disco de Nipkow y una cédula fotoeléctrica, es decir, capaz de transformar la luz recibida en impulsos eléctricos. La transmisión la hacía primero por telefonía con hilos y más tarde por radiotelefonía. Trató de interesar a la BBC de Londres para que iniciara programas, pero esta estación se resistió hasta que el Parlamento la obligó, en 1929, a lanzar transmisiones experimentales. Entretanto, en Estados Unidos se había perfeccionado el sistema electrónico de televisión, mediante los estudios de Farnsworth y su rival Zworykin. Ambos contaban con los medios que pusieron a su disposición grandes laboratorios norteamericanos. Llegó a idearse la imagen orthicon, que hace a la cámara de televisión tan sensible que puede funcionar con la luz que da una vela.

El corazón del sistema televisivo consiste en que los resplandores luminosos que devuelve la imagen al ser explorada punto por punto con un rayo luminoso actúan sobre cédulas fotosensibles, en las cuales se genera un impulso eléctrico, que es proporcional a la intensidad del reflejo luminoso que reciben. Se transmiten así, mediante ondas eléctricas de distinta intensidad, los tonos blancos, negros o grises de la imagen. En el aparato receptor, los impulsos eléctricos son nuevamente transformados en luz, reproduciendo, punto a punto, la imagen.

Los primeros programas regulares de televisión fueron transmitidos el 2 de noviembre de 1936, desde el Alexandra Palace de Londres.

El estallido de la Segunda Guerra Mundial interrumpió las transmisiones de televisión, porque sus ondas podrían haber servido de guía a los aviones enemigos. Se reanudaron en junio de 1946. John Logie Baird murió pocos días después, a la edad de 58 años, cuando se había puesto a trabajar en la televisión en colores. Alcanzó a dejar su "telecromo", que permitía transmitir imágenes en colores. Desde entonces el sistema se ha perfeccionado mucho, y en la actualidad Estados Unidos, Francia, la Unión Soviética, Japón y otros países tienen transmisiones regulares en colores.

## **EL CASO DEL RADAR**

Robert Watson-Watt entró a la Fuerza Aérea británica con la idea de estudiar un método para anticipar la "llegada" de una tempestad.



*ROBERT WATSON-WATT. Dirigió la investigación del radar. Fue elevado al rango de Caballero en reconocimiento a su labor científica. Su invento fue un factor decisivo en la "Batalla de Inglaterra", donde detectó aviones enemigos a considerable distancia.*

Siendo ésta un fenómeno eléctrico, cuyos sonidos como de crepitación podían ser escuchados en un receptor inalámbrico, pensaba que debía haber un sistema para saber a qué distancia se estaban produciendo los "ruidos de la tempestad" y determinar su dirección y fecha de llegada al punto interesado.



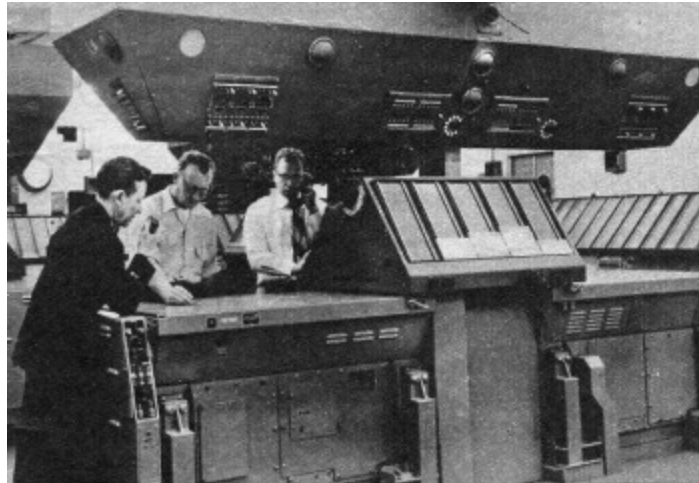
*CENTRAL DE INFORMACIONES. "Ojos y oídos" de la defensa británica en Malvern, Worcestershire. Estas instalaciones sólo fueron conocidas una vez terminada la Segunda Guerra Mundial.*

Como no tenía medios propios, era hijo de un carpintero escocés, se refugió bajo las alas de la Fuerza Aérea, y obtuvo cooperación de la BBC de Londres. Pudo al fin establecer que los movimientos de las tempestades podían ser determinados a 7.200 kilómetros de distancia.

Su éxito le abrió las puertas a la actividad de investigación. En 1935 lo habilitaron para que explorara las posibilidades reales de una hipótesis que venían alentando desde años antes. Watson-Watt decía que una onda de radio que choca con un avión en vuelo es reflejada, y que este "eco" puede ser recibido en tierra, permitiendo determinar la distancia a que se encuentra el avión, su velocidad y dirección.

El principio no era nuevo. ¡Aun en el campo de los inventos y descubrimientos hay pocas cosas nuevas bajo el sol! Enrique Hertz ya había demostrado en 1887 que las ondas electromagnéticas son reflejadas de un modo parecido a como lo son los rayos luminosos. En 1904, el ingeniero alemán Hülsmeyer había patentado un aparato de "eco de radio". En 1922, Marconi anunció que había observado la reflexión, o sea el "eco", de las ondas de la telegrafía sin hilos, hecho que le llevó a sugerir un aparato que evitase a los barcos las colisiones en la niebla. Otros investigadores previeron igualmente la posibilidad.

Pero fue Watson-Watt quien inventó el sistema completo para descubrir a distancia los aviones en pleno vuelo. Su invento fue bautizado como Radar, lo que es una abreviación de "Radio Detection and Ranging", frase inglesa que señala el descubrimiento y determinación de la distancia a que se encuentra un aparato por medio de la radio.



*RADAR. Pertenece al aeropuerto de Nueva York. Su alcance aproximado es de 160 kilómetros bajo cualquier clima.*

En 1936 Watson-Watt había logrado localizar aviones en vuelo hasta a 120 kilómetros de distancia. Tres años más tarde, o sea seis meses antes del estallido de la Segunda Guerra Mundial, las Islas Británicas tenían un cinturón de estaciones de radar capaz de avisar anticipadamente el vuelo de aviones enemigos.

El radar fue un factor decisivo en la "Batalla de Inglaterra", por medio de la cual Hitler quiso reducir a escombros las ciudades y centros industriales británicos, lanzando oleadas de bombarderos. Gracias al radar, los cazas ingleses pudieron interceptar a los atacantes antes de que llegaran a sus objetivos, impidiéndoles en gran porcentaje descargar sus bombas sobre centros vitales. El invento del radar se mantuvo en secreto. Watson-Watt fue condecorado en 1942, pero su logro no fue dado a conocer en aquel tiempo, sino al término del conflicto.

Desde aquella época el radar ha sido perfeccionado y puesto al servicio del hombre en tiempos de paz. Barcos y aviones vuelan a ciegas con el "bastón" del radar, que les avisa la presencia, distancia y forma del obstáculo que se interpone en su ruta. Las nubes, tempestades, nieblas, icebergs y choques con otras naves han dejado de ser obstáculos insalvables para la navegación aérea o marítima.

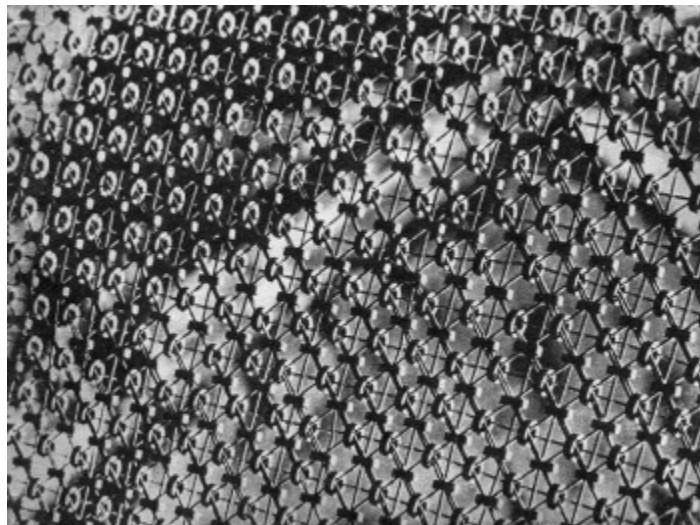
## **LAS COMPUTADORAS**

Predicen elecciones, pronostican el tiempo, guían a los astronautas en el espacio, resuelven y memorizan millones de operaciones matemáticas en un minuto, además de realizar cientos de otras tareas sorprendentes.



*"MEMORIA ARTIFICIAL". El principio de la ficha perforada es el primer ejemplo de la "memoria artificial".*

A menudo se piensa de ellas como de "máquinas mágicas" y se ha popularizado el espectacular nombre de "cerebros electrónicos", como si fueran capaces de "pensar" y "razonar". No son, sin embargo, más que máquinas de calcular asombrosamente rápidas y con una unidad anexa que puede "recordar", o sea, guardar ordenadamente, cifras, nombres y operaciones. No les es posible resolver ningún problema que no esté al alcance del hombre, ya que éste debe darles hecho el raciocinio.



*"LA MEMORIA". Compleja "memoria" de una máquina electrónica de calcular. Son pequeños núcleos de ferrita colocados en un cable que los atraviesa. La retención de datos facilita la realización de operaciones con suma rapidez y exactitud en fracción de segundo.*

Tienen, en cambio, la enorme ventaja, inalcanzable por la inteligencia humana, de realizar cálculos con una velocidad mil veces mayor que una calculadora corriente. Su trabajo no puede hacerlo el hombre, no por falta de inteligencia, sino por falta de rapidez y resistencia física.

Con los conceptos que dieron origen al ingenio conocido actualmente como "computadora", o "cerebro electrónico", se considera que se inició una verdadera transformación. En 1642 el francés Blas Pascal inventó la primera máquina de sumar. Cincuenta y dos años más tarde el alemán Godofredo Leibniz creó la primera máquina de multiplicar. Durante el siglo XIX el progreso de la ciencia, la técnica y los negocios entregó crecientes masas de datos que superaban las posibilidades de manejo con los precarios medios existentes. En 1834 el inglés Charles Babbage empezó la construcción de la primera computadora capaz de "leer" datos

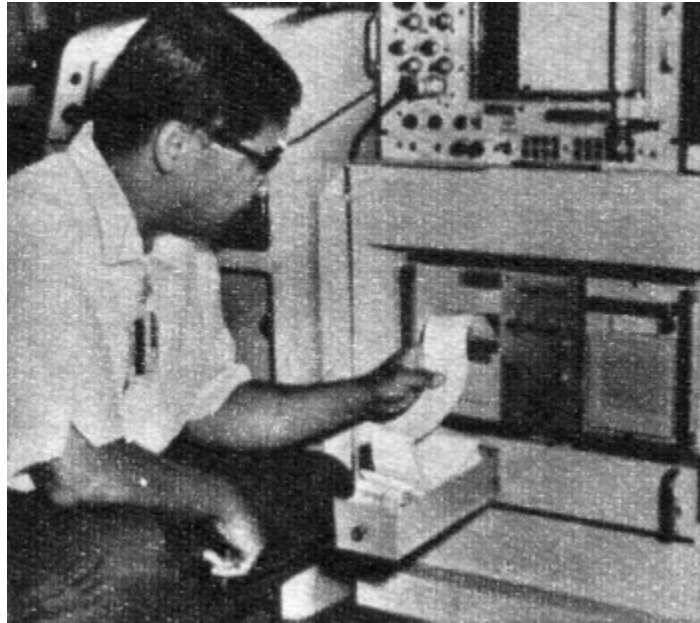
perforados en código en tarjetas de cartulina, pudiendo además procesarlos e imprimir los resultados. Babbage murió sin lograr la construcción de su máquina. En 1890 el norteamericano Hermann Hollerith creó el Equipo de Tabulación y Estadística a base de tarjetas perforadas, para realizar un censo de población. En 1940 otro norteamericano, Norbert Wiener, enunció la cibernética. Esta "nueva ciencia, basada en la Teoría de los Mensajes, tiende a un lenguaje común a todas las ramas del saber humano: un "esperanto de las ciencias", que permita una comunicación más directa entre los científicos de distintas especialidades, para solucionar problemas comunes a ellos mediante máquinas automáticas." En 1944 Howard Aite, de Estados Unidos, creó la primera computadora electrónica: la "Mark I". Este primer "Amplificador Automático de Inteligencia" puede "aprender" y procesar la información a increíbles velocidades. En los años recientes los progresos han sido formidables, y se han multiplicado hasta lo asombroso las clases de tareas que el hombre está encargando a las computadoras. Se ha intensificado por este motivo el temor a que produzcan desempleo y crisis. Es la eterna alternativa del progreso técnico. Sin embargo, este peligro es de similar intensidad al que antes presentó la prensa automática en relación a los trabajadores de imprenta o el ferrocarril con respecto a los cocheros de las diligencias. O semejante al que hoy representan para otros tantos trabajadores manuales el teléfono, la máquina de lavar o el semáforo de las esquinas, que son, a su modo, un tipo de computadoras, porque tienen los mismos elementos básicos de operación: "entrada", "procesamiento" y "salida".

## **ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO**

Un esquema muy elemental podría hacerse diciendo que una computadora tiene tres unidades o grupos de máquinas diferentes.

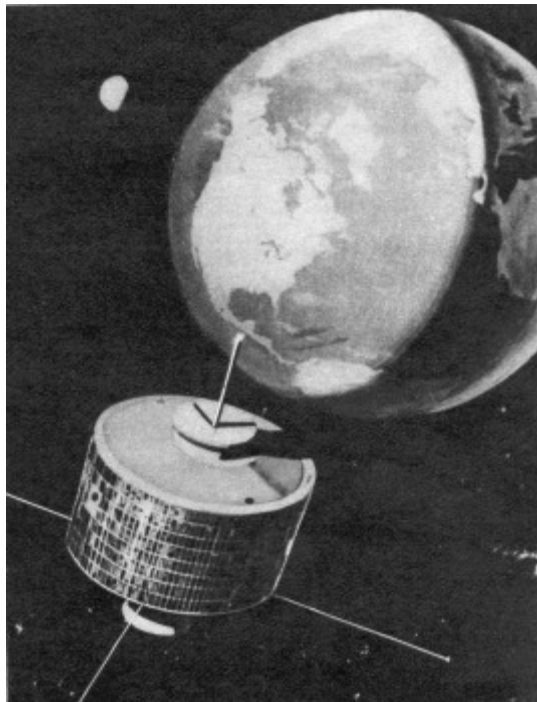
1. La unidad de entrada, que "recibe" los datos que se quiere procesar. La entrada se hace por varios sistemas, siendo el más corriente el de tarjetas de cartulina perforadas. Esta operación puede hacerse también por medio de cintas grabadas u órdenes verbales. También se experimenta con máquinas que "ven" los datos que se les presentan.
2. La unidad central, que recibe el "trabajo" que le entrega la unidad de entrada a una velocidad tan vertiginosa que se calcula en "nanosegundos", o sea, mil millonésimos de segundo. Para tener una idea de tal velocidad basta esta comparación: Una persona muy rápida demora diez segundos en sumar dos números de cuatro cifras. En esos diez segundos, una computadora sólo de tamaño medio puede sumar un millón de números de cuatro cifras... ¡y sin equivocarse! Un hombre demoraría en cumplir esas sumas más de 100 días, sin calcular tiempo para comer, dormir, descansar o sacar punta al lápiz, y cometiendo muchos errores.
3. La unidad de salida, que entrega los resultados con la misma variedad de sistemas de la unidad central.

La "memoria" de la computadora es una de las características que más impresionan. Se trata de un almacenamiento o archivo de los datos que recibe la unidad de entrada, mediante un sistema de pequeños anillos que pueden magnetizarse en uno u otro sentido, "recordando" así un 1 o un 0.



*FOTOS DE MARTE. Un computador convierte una cinta impresa con números en fotos del planeta Marte.*

Ocho anillos forman una posición de memoria que guarda una letra, un dígito o un símbolo cualquiera elegido de acuerdo a un código predeterminado. Las combinaciones forman palabras, cifras completas o imágenes que se registran y borran a gran velocidad.



*SATÉLITES. El "Syncom" de EE.UU. destinado a transmisiones telefónicas y de teletipos. Consta de una esfera de 70 cm de diámetro equipado con 3.840 células solares*

La "codificación" de imágenes puede parecer extraña, pero así es. Las fotos enviadas por los vehículos espaciales desde Marte se dividieron en 40 mil puntos, que fueron clasificados en 62 tonos de grises y registrados en una clave de sólo dos dígitos: 0 y 1. Así, 000000 correspondía a blanco, y 111111 a negro; y todas las combinaciones intermedias a distintos tonos de gris.

El hecho que se hable de computadoras que juegan ajedrez, pronostican el tiempo o las elecciones y realizan diagnósticos, lleva a dar visos de verosimilitud al calificativo de "máquinas que piensan". Nada más lejos de la realidad. Las computadoras, como ya hemos dicho, no hacen nada que el hombre no les proporcione. En el raso del ajedrez, sólo pueden calcular todas las variantes de una jugada y señalar el resultado de una movida, y por ende, de un juego; en cuanto al tiempo o las elecciones, sólo realizan estadísticas y probabilidades para señalar lo que puede ocurrir; y otro tanto sucede en lo que concierne a señalar la identidad de un mal. En cada uno de estos casos, la computadora procesa los datos que le entrega el operador o programador. Si estos datos son erróneos, el resultado será igualmente erróneo. Y no siempre, en este tipo de operaciones, es igual lo que indican dos distintas computadoras, ya que pueden ser también diferentes las cifras o elementos que se les entregan. La computadora no es un monstruo ni una máquina mágica. Sólo es una maravillosa ampliadora de la inteligencia humana.

## 15. EL MUNDO SECRETO DEL ATOMO

### ***Entre el descubrimiento de este elemento y el invento infernal de la bomba atómica media una larga y azarosa hazaña científica***

El primero que habló del átomo fue el griego Demócrito, en el siglo V antes de Cristo. El mundo Antiguo llevaba más de dos mil años oyendo decir a los filósofos que toda la materia del Universo estaba constituida por cuatro elementos primordiales, agua, fuego, tierra y aire, cuando Demócrito enarboló su audaz teoría de que la materia estaba compuesta por pequeñísimos corpúsculos rodeados de espacios vacíos.

*" Cuando dividimos un pedazo de madera, sostenía, es lógico admitir que la hoja del cuchillo penetra en los intersticios de la materia. Si hubiera materia sin intersticios, sin vacío entre sus componentes, su resistencia opuesta a la división sería infinita... Cuando se logra por divisiones sucesivas poner al desnudo todos los intersticios de una determinada materia, los fragmentos que restan ya no se dejan dividir más. Estos fragmentos, últimas partículas de la materia son los átomos ".*

Demócrito describió estas partículas indivisibles (llamadas por eso átomos) como eternas e inmutables. Las propiedades de los diversos cuerpos se deben a la cantidad, tamaño, disposición y forma de los átomos que constituyen su materia. Los átomos de agua serían redondos y lisos; los de los ácidos, puntiagudos y ásperos; duros los pertenecientes a los metales.

Las ideas de Demócrito enardecieron la sangre de los grandes de la época. Platón lo odió de tal manera que ni siquiera citó sus trabajos en los "Diálogos" y quiso que todos los escritos que los contenían fueran quemados para que no los recogiera el torrente de la historia. Aristóteles y Galeno se sumaron a las filas opositoras, y como la filosofía de estos dos maestros proyectó enorme influencia hasta la Edad Media, no es de extrañar que el atomismo de Demócrito haya sufrido un largo eclipse, perdiéndose gran parte de sus ideas. El Renacimiento lo sacó un poco del olvido y ya al despuntar el siglo XIX empezó a marchar por el largo sendero poblado de investigadores y pensadores que lo renovaron y corrigieron hasta llegar al punto en que hoy se encuentran los conocimientos sobre el complejo mundo interior del átomo. En este extenso, apasionado y atormentado recorrido descuellan, entre otros, los nombres de Dalton, Avogadro, Roentgen, Becquerel, los esposos Curie, Rutherford, Bohr y Planck, para nombrar a algunos y sin olvidar a Einstein y a los más recientes sabios que han llegado a la fabricación de la bomba atómica por medio de la liberación de la energía concentrada en el átomo.

### **LA PISTA REINICIADA**

Pese a las iras de Platón y al antagonismo de Galeno y Aristóteles, de la antigüedad griega recibió el mundo moderno el concepto de átomo con sus atributos esenciales de permanencia perpetua en el tiempo y variedad de forma. El irlandés Robert Boyle imaginó, siguiendo a Demócrito, la existencia en los átomos de puntas, rastrillos, corchetes o ramificaciones que son característicos

para cada materia y que se ajustan, como la llave a una cerradura, a los rastrillos, puntas, corchetes o ramificaciones de los átomos de otras materias o entre ellos mismos. Se explicaban así fenómenos como la cohesión de la materia, la cristalización y la combinación de unos elementos con otros. Sería injusto decir sólo esto de Boyle, entusiasta fundador de la Real Sociedad para el Progreso de la Ciencia Natural, observador extraordinariamente concienzudo y bien dotado, de esos que "huelen la verdad". Fue él quien, definitivamente, respondió la interrogante acerca de qué está hecho el mundo, que preocupaba a los pensadores del siglo XVII, ya liberados de la teoría de los cuatro elementos, aire, agua, tierra y fuego, sustentada por los griegos clásicos.



*JOHN DALTON. Echó las bases del atomismo moderno. Hijo de un tejedor, tuvo una vida oscura en su niñez. Describió la incapacidad de la visión para identificar colores, fenómeno conocido como "daltonismo".*

La respuesta de Boyle fue que si se divide algo en pedazos y se lo analiza hasta los últimos límites, se encontrará que está hecho de uno o más elementos y que cuando se llega a esos elementos, ellos permanecen siempre los mismos y no se convierten en otros. Percibió la diferencia entre las sustancias elementales y las compuestas.



*JEAN PERRIN. Su nombre está ligado a la conquista del átomo. En 1926 obtuvo el premio Nobel de Física. Perrin fue un pacifista.*

En su época se pudieron clasificar unas dos docenas de elementos componentes de la materia. Hoy llegan al ciento. Sin embargo, la definición de Boyle para un elemento, señalando que es "una sustancia incapaz de descomposición", no se ha modificado hasta nuestros días. Sea esto señalado en su gloria y homenaje. Pero para los efectos de esta crónica, lo inherente es su concepto respecto a cómo, por medio de ganchos, corchetes o puntas, se cohesionan los átomos para combinarse en moléculas de una determinada materia.

Newton, después que se le cayó la manzana, aportó una nueva explicación sobre la cohesión de las partículas: no se trata del enlace mecánico de unas figuras con otras, sino de una fuerza intermolecular, semejante a la fuerza de gravedad, que produce la atracción entre las moléculas. Los átomos no tienen ganchos, ni puntas, ni corchetes.

Paso a paso, con avances y retrocesos, fueron los hombres de ciencia aproximándose a la verdad: o al menos a lo que hoy tenemos por verdad.

Si no era la forma lo que determinaba que los átomos dieran origen a uno u otro compuesto, ¿cuál era entonces su atributo capaz de explicar la diversidad de elementos químicos? La pregunta, provocada por el impacto de la teoría de Newton, atormentó angustiosamente a los pensadores de la época, hasta que el hijo de un modesto tejedor inglés apareció con una respuesta clara. Fue John Dalton, quien, a principios del siglo XIX, echó las bases para el



atomismo moderno, al señalar que los átomos tienen diversos pesos, según su especie, y que estos pesos se mantienen en los compuestos. El profesor Desiderio Papp dice al respecto:

*" Dalton admitió que cada elemento químico posee su propia especie de átomo, con un peso característico y diferente del de los demás elementos. Dotar a cada especie de átomo con un peso determinado fue su idea maestra, y de ella emanan todas las proposiciones de su teoría. Dalton reconoce que el peso característico es un atributo que los átomos no pueden cambiar, por violentas que sean las reacciones químicas en que participen ."*

En otras palabras, una misma cantidad de agua tendrá siempre el mismo peso de hidrógeno y el mismo peso de oxígeno. O, en otras palabras los mismos pesos de oxígeno e de hidrógeno determinarán siempre la misma cantidad de agua.

Muy pronto el francés Joseph Gay Lussac y el italiano Amedeo Avogadro apoyaron con sus estudios, aunque sin proponérselo, el postulado de Dalton, quien, dicho sea de paso, aunque hosco y tosco en su persona, fue en la actividad científica tan prolífico como un lepórido: enseñó física y matemáticas, publicó ensayos meteorológicos, hizo clases particulares de química, se interesó en la lingüística, compuso una gramática inglesa, investigó los gases y vapores, y estudió y describió la anomalía de la visión de los colores que hoy, en su memoria, se conoce con el nombre de "daltonismo". Dalton era ciego para los colores no distinguía el rojo del verde, ni el azul del amarillo, ni otras variaciones cromáticas. No pudo darse cuenta cabal de su defecto hasta los veintiséis años, luego de algunos incidentes embarazosos. Investigó su mal y presentó un informe a la Sociedad Literaria y Filosófica de Manchester, a la cual habitualmente comunicaba sus trabajos. Hoy se ha comprobado que la explicación que dio era infundada, pero la anomalía continúa siendo llamada "daltonismo".

## **EL CAMINO HACIA ADELANTE**

Las intuiciones de los grandes pensadores, las investigaciones y algunas experiencias de laboratorio configuraron hacia el siglo XVIII una imagen del átomo que podría resumirse así:

*Se trata de una esferilla homogénea, como quien dijera "de una pieza", compacta, sin vacíos, indestructible, indivisible, inerte.*

Nada más lejos de la realidad, sin embargo. Pero todos los conceptos formados hasta ese instante, aunque erróneos, constituían pasos por el camino hacia adelante, ya que habían alejado a los hombres de ciencia de ominosas oscuridades, fogueándolos en la investigación. La inteligencia quedaba armada con todas sus preguntas inagotables. Hoy sabemos que el átomo no es una esferilla homogénea, sino un mecanismo complejo, con un núcleo central en torno al cual giran uno o más electrones. Tampoco es lleno y duro, sino una configuración asombrosamente vacía, estando la casi totalidad de su masa concentrada en el núcleo, cuyo diámetro es una cien mil veces más reducido que el del átomo mismo. Por otra parte, los átomos han dejado de ser insecables, o indivisibles: ha sido posible desintegrarlos, y en las sustancias radiactivas se desintegran ellos mismos en el curso de espontáneas explosiones. Lejos de ser, como creía Dalton, glóbulos inertes, encierran en sus núcleos prodigiosas cantidades de energía.

Llegar a este nivel de conocimientos implica una asombrosa hazaña científica, cuya gesta se inicia a fines del siglo pasado, con el descubrimiento de los rayos X, que pone la primera piedra en la gigantesca obra que llega hasta la liberación de la energía atómica.

## **LOS RAYOS DESCONOCIDOS**

Tenía cincuenta años de edad el doctor Wilhelm Konrad Roentgen cuando decidió estudiar algunos problemas que le preocupaban desde hacía tiempo.



*ROENTGEN. Descubridor de los rayos X. Luego que hizo su primera observación, hubo que llevarle un lecho y la comida al laboratorio. Copias de las primeras fotografías de rayos X envió junto con los saludos de Año Nuevo de 1896.*

Su vida accidentada le había restado oportunidades más tempranas. Nacido en Alemania, debió emigrar a Holanda, donde adquirió nacionalidad holandesa. Hizo estudios secundarios con algunos tropiezos, fue expulsado de la Escuela Técnica de Utrecht, y se le cerraron las puertas universitarias. Un amigo le consiguió de gracia el ingreso en la Universidad de Zurich, donde se recibió como ingeniero mecánico, a los veintitrés años de edad. Más tarde se doctoró en filosofía, pero durante largo tiempo le atrajeron más el alpinismo y los cantos, al compás de un vaso de cerveza, en las tabernas suizas, entre las cuales su preferida era una denominada "Zum grünen Glass". Terminó casándose con la hija del tabernero, luego de haber obtenido él una plaza como ayudante de física de la Universidad de Wurzburg. Con el transcurso del tiempo, fue trasladado a diversas otras universidades, hasta que, veinticuatro años después de su primer nombramiento, fue elegido rector de la misma Universidad de Wurzburg.

Hasta ese momento la vida de Roentgen había sido la existencia rutinaria de un profesor, con atisbos de investigación, sin mayor impacto. Pero en octubre de 1895, cautivada su atención por los trabajos de otros investigadores sobre los rayos catódicos, decidió dedicarse él mismo a repetir esos experimentos.

Los rayos catódicos, descubiertos por Lenard, son engendrados por la descarga eléctrica en tubos de los que se ha extraído aire, produciendo diversos resplandores, según la intensidad del vacío que se provoca. Se había dado mucha atención a estos rayos, pero continuaba siendo un enigma su naturaleza. Tal vez el propósito de Roentgen fue desentrañarla. Montó un simple laboratorio en un cuarto de la planta baja de su casa, y una noche de 1895, después de comida, continuó las manipulaciones que venía haciendo desde poco antes. Había experimentado con un tubo de Lenard en forma de pera, equipado con un ventanillo de aluminio muy delgado, para que los rayos catódicos pudiesen atravesarlo y salir al exterior. Esa noche, sin embargo, tomó un tubo de descarga muy grueso, con un ventanillo de vidrio esmerilado, a través del cual no podían pasar los rayos catódicos, y lo cubrió con cartón, tapando herméticamente toda abertura, para que la luz del tubo no se filtrara. Apagó las luces de la habitación, y al cabo de unos instantes produjo la descarga eléctrica de alto voltaje en el interior del tubo. Roentgen pudo apreciar que ninguna luz escapaba al exterior, pero de pronto su vista fue atraída por un resplandor espectral de luz verdosa, a una distancia de un metro del tubo de descarga. Roentgen, muy extrañado, interrumpió la descarga eléctrica, y el resplandor desapareció; la produjo de nuevo, y el resplandor reapareció en el mismo lugar. Con un fósforo encendido pudo comprobar que el resplandor se producía sobre un cartón revestido de platinocianuro-bario, que luego de utilizar en un experimento anterior había dejado descuidadamente allí. Colocó este cartón más cerca del tubo, y el resplandor se hizo más intenso. Era evidente que algo, un rayo, debía salir del tubo y hacer brillar el revestimiento del cartón.

Roentgen comprendió que aquellos rayos, fuesen lo que fuesen, eran muy singulares. No sólo atravesaban las paredes de vidrio del tubo y la envoltura de cartón que lo cubría, sino hasta un libro que interpuso a su paso. No sabía lo que eran. Por eso los llamó Rayos X.

## **LA INCOGNITA FELIZ**

Continuó trabajando solo y realizó experimentos sistemáticos, que hacia fines de año le habían permitido averiguar diversos hechos respecto a los desconocidos Rayos X. Desde luego, que no

atraviesan láminas de plomo. Descubrió que atacan, en cambio, la película, haciendo que al revelarla salga enteramente negra. Roentgen envolvió una placa fotográfica en papel negro, para protegerla de la luz, colocó una llave de metal sobre el paquete, y lo expuso a los Rayos X. Al revelar la película comprobó que la imagen de la llave aparecía en tono claro sobre el papel fotográfico ennegrecido. Esto significaba que el metal interceptaba o absorbía los rayos, evitando en toda la superficie cubierta por su figura la acción sobre el papel fotográfico. Fotografió una escopeta, siguiendo el mismo sistema. También captó la mano de su propia esposa, que apareció reducida a sus huesos y al anillo matrimonial que portaba en uno de los dedos; tanto los huesos como el metal "paraban" a los Rayos X. Otro experimento consistió en utilizar un cartón revestido de bario que colocó muy cerca del tubo de descarga; entre ambos interpuso nuevamente la mano de su esposa, y sobre el cartón, que hizo las veces de pantalla cinematográfica, aparecieron los dedos y mano reducidos a sus huesos, que la señora Roentgen movía a voluntad siendo ese movimiento reflejado sobre el cartón. Ella no pudo evitar un grito de estupor ante aquello que parecía diabólico.

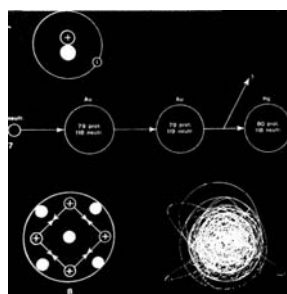
Sin saberlo, Roentgen estaba echando las bases de la radioscopia y de la radiografía actuales. Nunca supo tampoco por qué se producen los Rayos X. Aún hoy es difícil explicarlo. El doctor Ralph E. Lapp dice que el rayo X es el "alarido de la muerte" del rayo catódico que se transforma (y muere) cuando choca con una masa metálica, constituida en este caso por el electrodo del tubo de descarga.

*"Las leyes de la física, explica el doctor Lapp, exigen que un electrón a gran velocidad debe ceder toda su energía cuando es detenido súbitamente por algún blanco metálico, y esa potencia aparece en forma de un mazo de energía (o de una quanta o fotón) llamado rayo X. Cuanto mayor sea la velocidad que se imprima al electrón (es decir, cuanto mayor sea el voltaje que se haga pasar a través del tubo), más potente y penetrante resultará el rayo X producido por el choque de ese electrón."*

Roentgen trabajaba con voltajes que hoy resultan ínfimos. El pequeño aparato portátil de los dentistas descarga generalmente unos 65 mil voltios, en tanto que para radiografías médicas más complejas se utilizan equipos con voltajes dos o tres veces mayores.

## EL PASO A LA RADIATIVIDAD

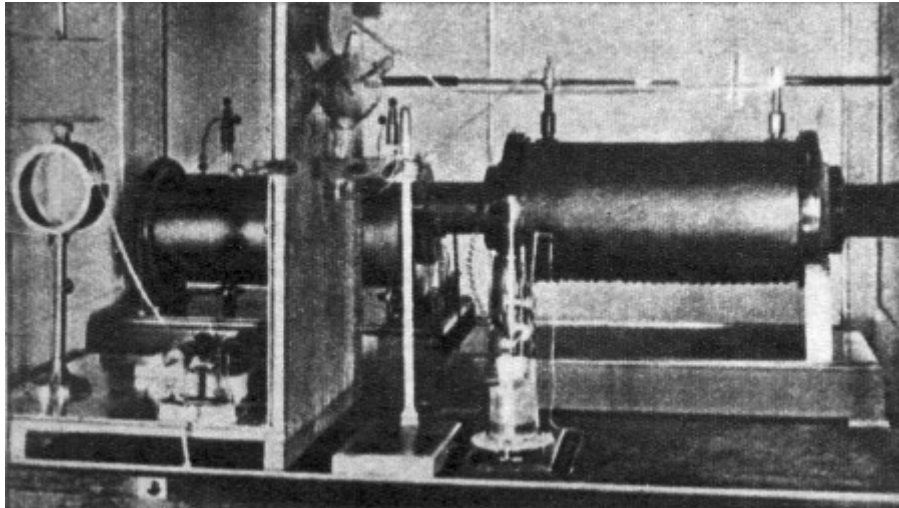
Roentgen fue afortunado. Le cupo la suerte de captar un "resplandor espectral da luz verdosa" que no vieron otros investigadores que realizaron el mismo experimento antes que él, porque no había cerca de ellos un cartón recubierto con platinocianuro-bario abandonado por azar. Esta circunstancia feliz no anula los méritos del acucioso Roentgen, que tuvo intuición y perspicacia, aparte de honradez científica, para comunicar su hallazgo sólo cuando hubo estudiado todos los aspectos del fenómeno. Para este efecto envió un corto artículo a la revista científica que se publicaba en Wurzburg.



**ESTRUCTURA DEL ATOMO.** La ilustración presenta distintas variantes de la estructura del átomo. Arriba, el deuterio ligado al neutrón. Luego, un ejemplo de radiactividad artificial, al transformarse el oro en mercurio. Fig. B: La energía es dejada en libertad provocando muerte y destrucción.

El 28 de diciembre de 1898 la noticia voló, como un palomar estremecido por un cañonazo, a todos los ámbitos del pequeño mundo científico de la época.

En París, la Academia francesa encargó a Henri Becquerel que investigara si los desconocidos Rayos X podían ser producidos por ciertas sales minerales que manifestaban fluorescencia al ser sometidas a la luz del sol.



*RADIOGRAFIAS: Roentgen obtuvo las primeras radiografías en 1895, dando el primer paso en la física nuclear. Este es el equipo empleado en tales experimentos, el que en sus aspectos fundamentales no ha tenido variaciones mayores hasta hoy.*

Becquerel inició su tarea parangonando los experimentos de Roentgen. Envolvió una placa fotográfica en papel oscuro, puso sobre el paquete un trozo de uranio, y lo colocó bajo los rayos solares de un día invernal de París. Al cabo de cuatro horas llevó el envoltorio al cuarto oscuro y reveló la placa fotográfica. En ella apareció la imagen del trozo de uranio, lo que parecía confirmar que este metal despedía Rayos X. El sabio, muy impresionado, se dispuso a repetir el experimento. Preparó varios envoltorios de placas fotográficas, buscó trozos de uranio de forma singular, y quiso colocar todo esto al sol, pero el día estaba nublado. A la mañana siguiente tampoco apareció el sol. Becquerel empezó a padecer al ver día tras día el cielo encapotado por las nubes, sin un débil rayo solar. Contrariado por el mal tiempo, tomó sus paquetes de placas, con sus trozos de uranio sujetos encima de cada uno de ellos, y los guardó en un cajón de su mesa de trabajo. Transcurridos algunos días sin que mejorara el tiempo, creyó malogrado el experimento. Decidió anularlo y revelar las placas, porque en el futuro había resuelto usar otras más "frescas". Con enorme sorpresa comprobó que los contornos de los trozos de uranio se habían marcado en todas las placas con gran intensidad. Esto significaba que la emisión de rayos era espontánea, nada tenía que ver con la luz del sol, ni con la fluorescencia. Becquerel repitió sus experimentos en una pieza oscura, con una lámina de aluminio interpuesta entre el uranio y la placa fotográfica, obteniendo los mismos resultados. El uranio tenía, en consecuencia, la muy extraña propiedad de emitir radiaciones constantemente, sin luz, sin sol, sin electricidad, sin nada. A sus rayos penetrantes, que atravesaban una lámina de aluminio, Becquerel los llamó "rayos uránicos", tal vez para contrastar el conocimiento de su origen con la incógnita de los Rayos X de Roentgen.

La Academia Francesa de Ciencias quedó anonadada cuando, en marzo de 1896, el investigador comunicó el resultado de la tarea que le había sido encomendada. El informe atentaba contra conceptos institucionales sobre la naturaleza inmutable de los elementos que constituyen el mundo.

## **LOS CURIE ENTRAN A ESCENA**

Los científicos quedaron sobrecogidos por este mazazo que destruía su edificio de cristal, y muchos se dispusieron a investigar más allá de las comprobaciones de Becquerel. Entre ellos se contó un singular matrimonio franco-polaco, compuesto por Pierre Curie y María Sklodowska.

Ella había emigrado desde su Varsovia natal impelida por los rigores que imponía el dominio de la Rusia zarista. Después de haber trabajado como doméstica e institutriz mientras proseguía sus cursos de matemáticas y física, llegó a París, a los veinticuatro años de edad, para estudiar en la Facultad de Ciencias de la Sorbona. Un tiempo vivió con su hermana, recibida como médico en el mismo plantel, y ya casada, pero después cambió de uno a otro desván de hoteles y pensiones, comiendo apenas, durmiendo poco, estudiando mucho. Se recibió con distinción.

Mientras solicitaba un laboratorio mejor equipado a la Universidad, se topó con Pierre Curie, que era a la sazón un misógino, dedicado exclusivamente al estudio, para el cual lo había preparado su padre desde pequeño. A los 35 años de edad ya había realizado estudios y hallazgos de alguna importancia. Nunca se había preocupado del amor y las mujeres, pero al ver a María Sklodowska se entusiasmó escuchándola hablar sobre el cuarzo y los metales, en lugar de coquetear o preocuparse de vestidos.

Para cortejarla, Pierre le regaló un ejemplar de su trabajo sobre "La simetría en los fenómenos físicos: simetría de un campo eléctrico y de un campo magnético".



*LOS ESPOSOS CURIE. Pierre y Marie efectuaron perseverantes investigaciones hasta descubrir el radio y, también, el polonio. Él, francés, murió en un accidente. Ella de nacionalidad polaca, quedó ciega y, luego, de enviudar, recibió el Premio Nobel de Química. Anteriormente ambos habían sido distinguidos con el Premio Nobel de Física.*

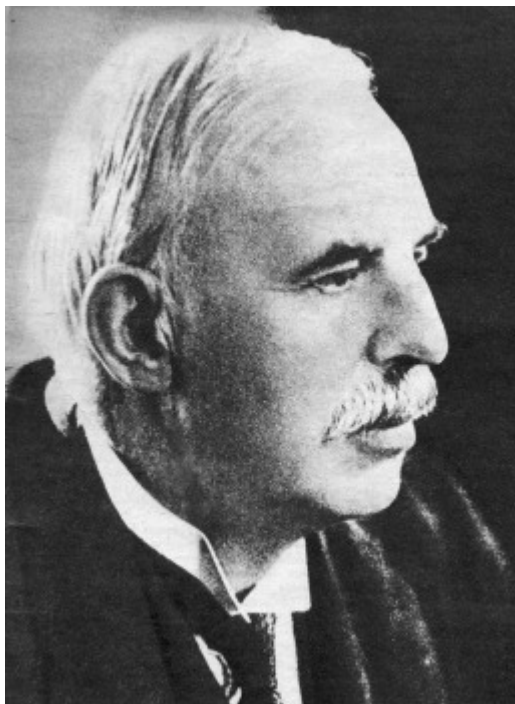
Fue sin duda una extraordinaria declaración de amor. Ella titubeó algún tiempo, pero diez meses más tarde se casaron, sólo por el Civil, sin anillos sin traje de novia, sin fiesta y sin luna de miel, aparte de algunos viajes en bicicleta por los bosques adyacentes a París. Hicieron una vida espartana, sin buscar diversiones que no necesitaban. Tuvieron dos hijas, Irene y Eva.

Pierre y María Curie estaban por completo entregados a sus investigaciones cuando se produjo el hallazgo de los Rayos X y los "rayos uránicos". Los Curie se propusieron averiguar si el uranio era el único mineral que emitía constantemente rayos penetrantes. Inventaron un electrómetro muy sensible, y con él estudiaron diversas sustancias. Pronto descubrieron que un elemento pesado

llamado torio también emitía rayos penetrantes. Los "rayos uránicos", precipitadamente proclamados por Becquerel, no eran exclusivos del uranio.

Los Curie se enfrascaron en nuevas investigaciones, para determinar si existían otras sustancias activas, hasta que llegaron a fijar su atención en la pecblenda, mineral que constituía la principal fuente de uranio. Este elemento, conocido desde muy antiguo, se empleaba como colorante en la fabricación de porcelana y vidrio. Los residuos de pecblenda se consideraban inservibles. Los Curie comprobaron, sin embargo, que constituían una formidable fuente de radiación, que tenía que ser producida por alguna sustancia oculta en los restos de pecblenda, que se propusieron aislar. Trabajando en duras condiciones, sofocados en verano, helados en invierno, porque su laboratorio era un proletario galpón, y arriesgando su salud, ojos hinchados, dolores de cabeza, manos ulceradas en María, lograron disgregar de los residuos una sustancia con una actividad 400 veces superior a la del uranio. En honor a la atribulada patria de María Sklodowska lo llamaron polonio. Algo más tarde, en 1898, pudieron comunicar a los círculos científicos que, aparte del polonio, habían aislado una nueva sustancia, mil veces más radiactiva que el uranio. Le dieron el nombre de radio, derivado del latín "*radium*", que significa rayo. La misma María Curie propuso la adopción de la palabra "radiactividad" para definir la emisión de rayos por elementos como el uranio, el torio, el polonio o el mismo radio.

Los esposos Curie recibieron el Premio Nobel en 1904, compartiéndolo con Henri Becquerel. Rehusaron patentar su método para extraer el radio, que los habría enriquecido; un solo gramo valía 150 mil dólares. Continuaron investigando hasta su muerte. Pierre murió en un accidente, en 1906, a los 43 años de edad, al ser atropellado un día de lluvia por un pesado carromato que reventó en el fango de una calle de París su precioso cerebro. María recibió muchos otros honores, pero su intensa vida de estudio la consumió. Las radiaciones dañaron sus ojos y oídos. Murió ciega, de anemia perniciosa (acaso leucemia), en 1934, a los 66 años de edad. Ha sido considerada la mujer de ciencia más notable de la historia, y una de las benefactoras más modestas de la humanidad. Su hija Irene recibió, con su esposo, Federico Joliot, el Premio Nobel, al año siguiente de su muerte, por sus investigaciones para la producción sintética de elementos radiactivos.



*RUTHERFORD. Estudió en Cambridge. Junto a Soddy, formuló la teoría de la desintegración sucesiva que se produce durante la evolución de los cuerpos radiactivos. El esquema de Lord Rutherford sigue siendo la base de la física nuclear. Uno de sus ayudantes fue Geiger, creador del "contador Geiger"*

En los pocos años que mediaron entre el hallazgo de Roentgen y el descubrimiento de la radiactividad, la ciencia había dado un enorme tranco, pero queda todavía mucho trecho por recorrer antes de llegar al nivel actual. Comentando esta situación, dice Ralph H. Lapp:

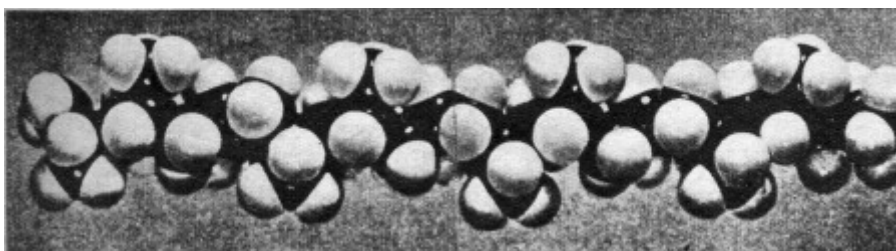
*"Un descubrimiento casual en Alemania (el de los Rayos X, en Wurzburg) había provocado las investigaciones de Becquerel, en Francia, y éstas, a su vez, habían conducido a las de los Curie. Pero estos hallazgos dejaron en la sombra rumbo más de lo revelado. La verdadera naturaleza de los rayos, el carácter de la radiactividad, y la relación entre el uranio, el torio y el radio eran todavía un misterio. Un sabio inglés encontró los hilos que habían de desenmarañar la complicada madeja de estos descubrimientos: Ernest Rutherford es el nombre del gran investigador que dio la clave para resolver estos inextricables misterios."*

Lo que ocurría, en verdad, era que el hombre no había penetrado aún al mundo interior del átomo.

## LA EXPLORACION INTERIOR

Ernest Rutherford tenía veintiséis años en 1896, cuando Becquerel comunicó a la Academia Francesa el descubrimiento de lo que se llamaría radiactividad. Tenía por maestro a J. J. Thomson, investigador del electrón, y a su lado se había acostumbrado a trabajar en equipo.

Para investigar la naturaleza y modo de la radiactividad se rodeó de un grupo de brillantes colaboradores, entre ellos el alemán Hans Geiger, que inventó el "contador Geiger", utilizado hoy para detectar radiaciones atómicas.

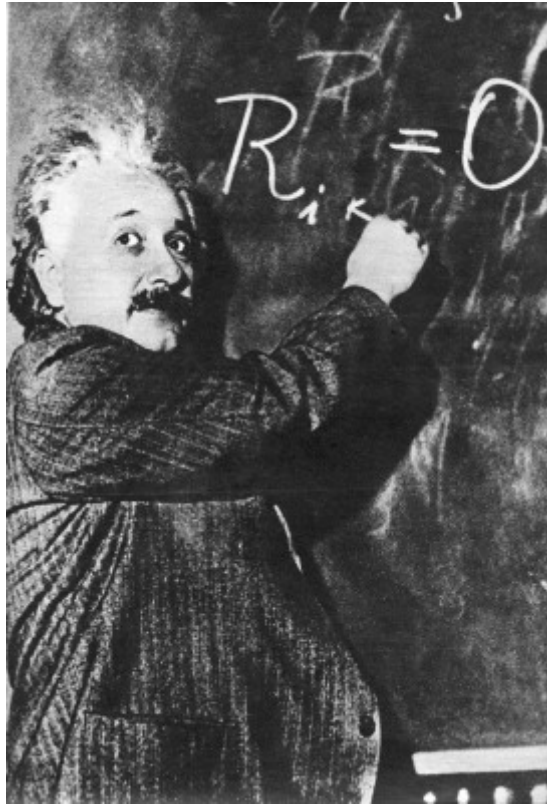


*POLIMERO: Representación en modelo de un polímero de polipropileno (base para materiales sintéticos), que permite distinguir las moléculas en las que siempre están presentes el carbono y el hidrógeno.*

Sus primeras investigaciones en este nuevo fenómeno, que lanzaba un verdadero desafío al mundo de la época, las hizo Rutherford con los rayos emitidos por el uranio. La radiación echaba a pique el modelo simple y tan útil del átomo tenido hasta entonces como cierto: si existían elementos que espontáneamente expulsaban una partícula de sí mismos en forma constante, sin que nada ni nadie pueda impedirlo, el átomo no podía ser tan macizo, eterno e indivisible como se había creído. El átomo activo estaba cambiando, transmutándose. Para saber lo que había dentro de él había que usar la misma radiación, que era como un mensaje hacia afuera enviado por su mundo interior.

Por medio de ingeniosos dispositivos pudo Rutherford comprobar que en la radiación se presentaban dos clases de rayos, a los que posteriores investigaciones agregaron una tercera. A falta de nombre mejor, fueron bautizados con los nombres de las tres primeras letras griegas, *alfa*, *beta* y *gamma*. El investigador inglés concentró su atención en los rayos alfa y pudo establecer, al cabo de brillantes experimentos y deducciones, que éstos consisten en fragmentos de materia, con carga eléctrica positiva, varios miles de veces más pesados que el electrón, y que al ser emitidos por elemento radiactivo se desplazan a una velocidad de veinte mil kilómetros por segundo. Llegó finalmente a la conclusión de que son átomos de helio despojados de los electrones.

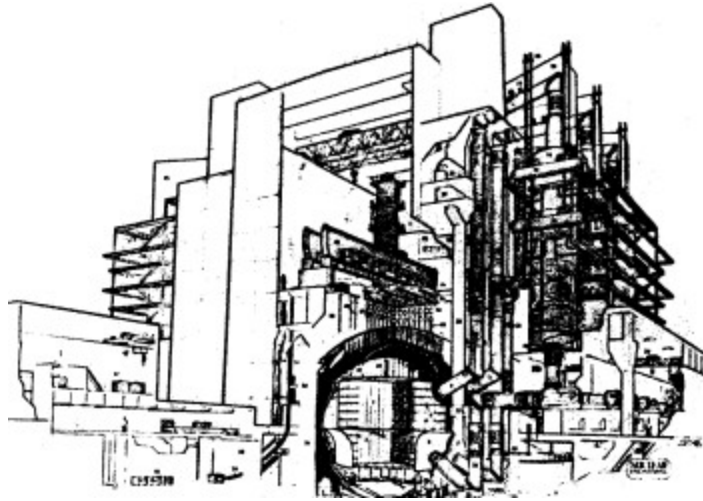
En 1900, Max Planck lanzó una idea nueva, por completo desconocida de los investigadores clásicos. Siempre habían éstos sostenido que la naturaleza no da saltos, "*Natura no facit saltos*", pero Planck y sus discípulos sostuvieron que la naturaleza se lleva dando saltos. La radiación y en general todos los intercambios de energía poseen una estructura discontinua, variando a saltos, escalonadamente, de acuerdo a una constante de la naturaleza; ésta es la llamada Constante de Planck. La idea del físico alemán, comprobada más tarde experimentalmente, explicó por qué el electrón de carga negativa, al estar perdiendo energía por radiación, no se precipitaba contra el núcleo, de carga positiva, aniquilándose el átomo a sí mismo. Esto sería el fin del mundo.



*ALBERT EINSTEIN. Sus estudios sobre la "Identidad de la Masa y Energía" constituyeron los fundamentos de la física nuclear moderna*

En 1905, un oscuro empleado de la Oficina de Patentes de Zurich, llamado Alberto Einstein, que nunca había descollado y que fue considerado poco inteligente en la escuela de Munich, presentó una serie de trabajos que muy pronto estremecieron al mundo. Planteaba en general su Teoría Especial de la Relatividad, sosteniendo grosso modo que el mundo no posee tres dimensiones sino cuatro: longitud, anchura, profundidad y tiempo. Entre sus estudios había uno consagrado a "*Identidad de la masa y la energía*", que contiene los postulados básicos en relación con el átomo. "*Masa y energía*, afirmó Einstein, *son dos aspectos de la misma realidad física. A una determinada cantidad de masa corresponde una cantidad calculable de energía.*"





*ATOMO DE PAZ: Diseño de una planta generadora de electricidad a base de un reactor nuclear, modelo empleado actualmente en algunos países altamente desarrollados.*

Einstein calculó la relación entre ambas: toda materia posee una energía intrínseca, igual al producto de su masa por el cuadrado de la velocidad de la luz. *"La sencilla ecuación de Einstein,*

$$E = mc^2$$

*agrega el profesor Desiderio Papp, es quizás la más importante equivalencia que jamás el hombre haya descubierto. De acuerdo a esta ecuación, una pequeña cantidad de cualquier materia corresponde a una formidable cantidad de energía. Un gramo de masa equivale a veintidós billones de calorías, o a veinticinco millones de kilovatios-hora. La masa es, pues, energía ultracondensada; y ésta, masa ultradiluida... La desmaterialización de un gramo de cualquier substancia produciría tanta energía como la combustión de tres mil toneladas de hulla. "*

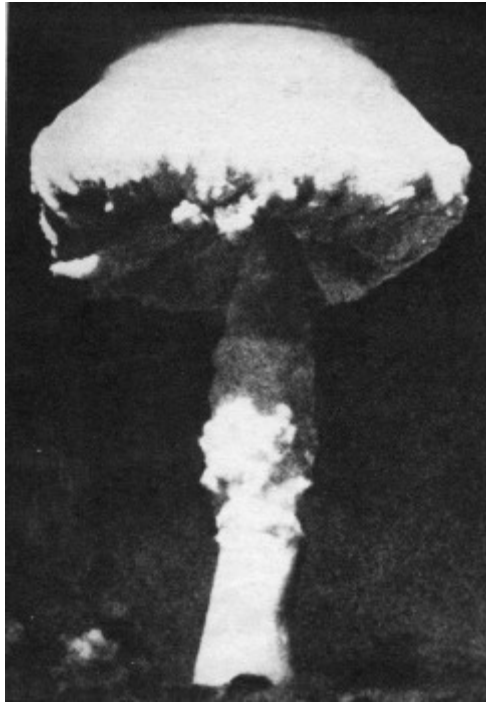
La bomba atómica no es más que el aprovechamiento de esa energía ultracondensada. Para llegar a ella fue necesario desintegrar artificialmente el átomo.

## **LA DESINTEGRACION DEL ATOMO**

No fue sencillo el paso. El profesor Emmett James sintetiza el hecho:

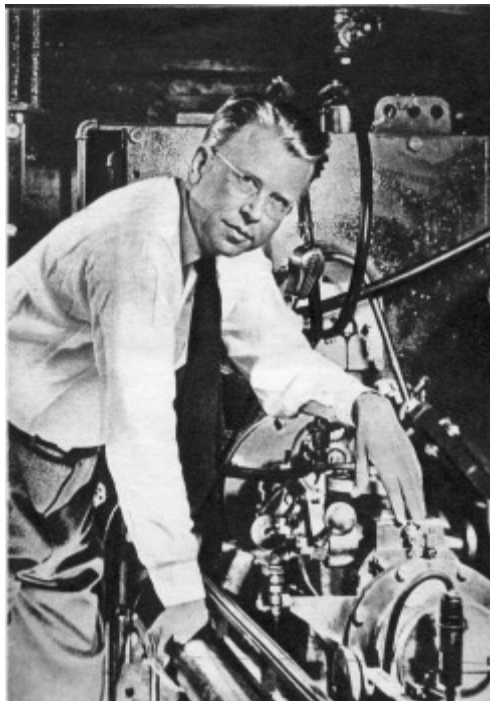
*"Durante veinte años (después del descubrimiento de la radiactividad) nadie fue capaz de desintegrar artificialmente ningún átomo. Los átomos más pesados, como los de uranio, torio y radio, se transformaban espontáneamente. Los más livianos, como los de hidrógeno, oxígeno, hierro y cobre, permanecían inalterados. En 1916, Rutherford realizó experiencias en las cuales bombardeó con los rayos alfa más rápidos los átomos de algunos elementos livianos. Encontró que estos proyectiles atómicos, de gran velocidad, debido a la enorme energía que poseían, podían desintegrar átomos de nitrógeno y de varios otros elementos. Estos fueron los primeros experimentos en los cuales se produjo la desintegración artificial de átomos."*

Ni tan preconcebido ni, tan definitivo fue el hecho de la desintegración.



*HONGO ATOMICO. En 1954, nueve años después de las explosiones atómicas de Hiroshima y Nagasaki, pescadores japoneses del "Lucki Dragon" quedaron convertidos en espectros debido a la lluvia radiactiva.*

En realidad, Rutherford encargó un experimento marginal a un ayudante buscando otro objetivo, pero en el curso de él observó una imprevista desviación de los rayos partículas alfa al llegar en su desplazamiento a una capa de hidrógeno.



*EL CICLOTRON: E. O. Lawrence fue el inventor del primer ciclotrón clásico. En la ilustración aparece junto al sincrociclotrón o "ciclotrón de frecuencia modulada" de 184 pulgadas, en actual funcionamiento.*

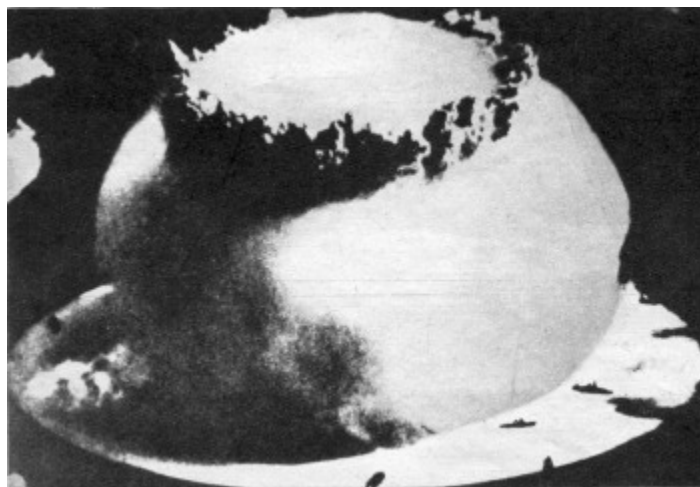
Esta desviación, de casi 900, le sugirió la idea de que las partículas alfa habían en realidad penetrado en la corteza del átomo, y que al llegar al núcleo se había producido un mutuo rechazo, porque tanto las partículas alfa como el núcleo atómico tienen carga positiva.



*ENRICO FERMI: Creador de la pila de uranio y de grafito, el primer reactor nuclear realizado por el hombre.*

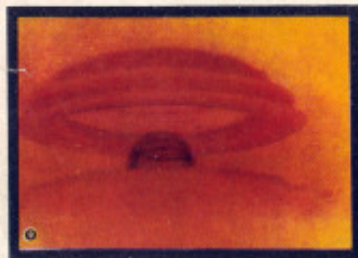
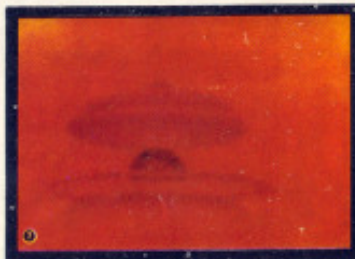
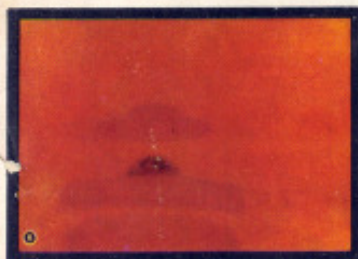
La desintegración de Rutherford era artificial sólo a medias, ya que para provocarla debía valerse de los proyectiles suministrados por sustancias radiactivas naturales, es decir, de los rayos alfa expulsados a fantásticas velocidades y con gran peso por el uranio o el radio.

La primera desintegración completamente artificial ocurrió en 1932, cuando John Douglas Cockcroft y E. T. S. Walton la lograron mediante una poderosa corriente positiva. Más tarde, Lawrence creó el ciclotrón, lo que permitió nuevas y más completas desintegraciones, que junto a estudios e investigaciones han ido revelando nuevos aspectos del complejo micromundo del átomo. Pasan ya de treinta las partículas que entran en la constitución del núcleo, pero sólo cuatro son estables: el electrón, el protón, el fotón y el neutrón. El complicado lenguaje nuclear comprende también los neutrinos, los mesones, los antiprotones y los antineutrones, considerados estos últimos como antimateria. A esta altura de las cosas, los legos tienen que renunciar a la comprensión y ceder el paso a los hombres de ciencia.



*ENERGIA: Los sabios lograron desencadenar la fuerza encerrada en el átomo.*

El dominio completo de la desintegración del átomo se alcanzó en 1942, cuando el italiano Enrico Fermi hizo funcionar, en la Universidad de Chicago, la primera pila atómica. En ella se provocó la primera desintegración autosostenida y controlada, es decir, la reacción en cadena. La desintegración de un átomo provoca la de otro, y así sucesivamente, hasta alcanzar la energía y el calor que se requieren. A raíz de este trabajo se conoce a Fermi como el "Padre de la Bomba Atómica". El átomo, intuitivo y conocido por el hombre desde el siglo V antes de Cristo, siendo la base fundamental de la materia, ha sido estudiado y penetrado hasta arrancarle sus secretos y convertirlo, al menos por ahora, en el elemento más destructor que jamás la humanidad haya conocido.



EXPLOSIÓN NUCLEAR: LA PROLONGADA INVESTIGACIÓN HUMANA ANTE EL ATOMO TUVO EL CURSO MORTIFERO QUE LE EXIGIO LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL. EN LAS FOTOGRAFIAS, CUATRO MOMENTOS DE UNA PRUEBA ATMOSFERICA HECHA ANTES DE 1963 Y QUE PROVOCO TEMPERATURAS DE HASTA 300 MIL GRADOS CENTIGRADOS.

LA TURBORREACCION: LA APLICACION DE CONOCIMIENTOS ENUNCIADOS POR LOS CHINOS ANTES DE CRISTO, Y POR ISAAC NEWTON EN 1680, DIO UN IMPULSO DECISIVO A LA AVIACION. QUE EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX COMENZO A ROMPER LA BARRERA DEL SONIDO COMO UN HECHO FRECUENTE. LA PROPULSION DE ESTE APARATO X-15, DE LA FUERZA AEREA NORTEAMERICANA, SE HACE POR CALENTAMIENTO DEL FLUJO DE AIRE QUE ATRAVIESA EL TURBORREACTOR. EL PROCESO ES PRODUCIDO POR LA COMBUSTION VIVA DE UN CARBURANTE INYECTADO EN EL FLUJO DE AIRE "A CHORRO" Y QUE SE INTERCALA ENTRE UNA COMPRESION PREVIA DEL FLUJO DE AIRE CAPTADO Y UNA EXPANSION POSTERIOR DE LOS GASES QUEMADOS. EL REACTOR CLASICO ES DE UNA SENCILLEZ MECANICA EXTREMADA, SI ES COMPARADO CON LOS MOTORES CONVENCIONALES A EXPLOSION, AUNQUE TODAVIA SE TRABAJA EN BUSCAR SISTEMAS QUE PERMITAN AHORRAR PARTE DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y UN MEJOR APROVECHAMIENTO DEL TREMENDO EMPUJE ALCANZADO, QUE ES MUY SUPERIOR AL NECESARIO PARA HACERLO VOLAR.