



MUNCYTX100

Un recorrido expositivo múltiple





MUNCYTX100



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD

Ministro: Luis de Guindos Jurado

Secretaria de Estado de Investigación,  
Desarrollo e Innovación: Carmen Vela Olmo



Director General: Borja Izquierdo Alonso



Directora: Marián del Egidio Rodríguez

~~MUNCYT~~100 · Un recorrido expositivo múltiple

AUTORES:

Emilio José Bande Fuentes, Rosa M.ª Martín Latorre, Ignacio de la Lastra González  
[Museo Nacional de Ciencia y Tecnología]

REVISIÓN DE CONTENIDOS:

M.ª Josefa Jiménez Albarrán [Museo Nacional de Ciencia y Tecnología]

FOTOGRAFÍA:

Yolanda Villaverde López

DISEÑO Y MAQUETACIÓN:

Walter Ospina + Tórculo Comunicación Gráfica

IMPRESIÓN:

EDITA:

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología

CORRECCIÓN

ORTOTIPOGRÁFICA:

Maria Llop i Álvaro

E-NIPO:

057-17-142-9

NIPO:

057-17-141-3

DEPÓSITO LEGAL:

M-21409-2017

AGRADECIMIENTOS:

Emilio García Jiménez, óptico, que colaboró en la caracterización de las lentes del  
microscopio simple (s. xvii); M.ª Josefa Prados Barrera, Biblioteca del MUNCYT.

SÍGUENOS EN:



@muncyt



facebook.com/muncyt



instagram.com/muncyt\_es

# MUNCYT X 100

Un recorrido expositivo múltiple

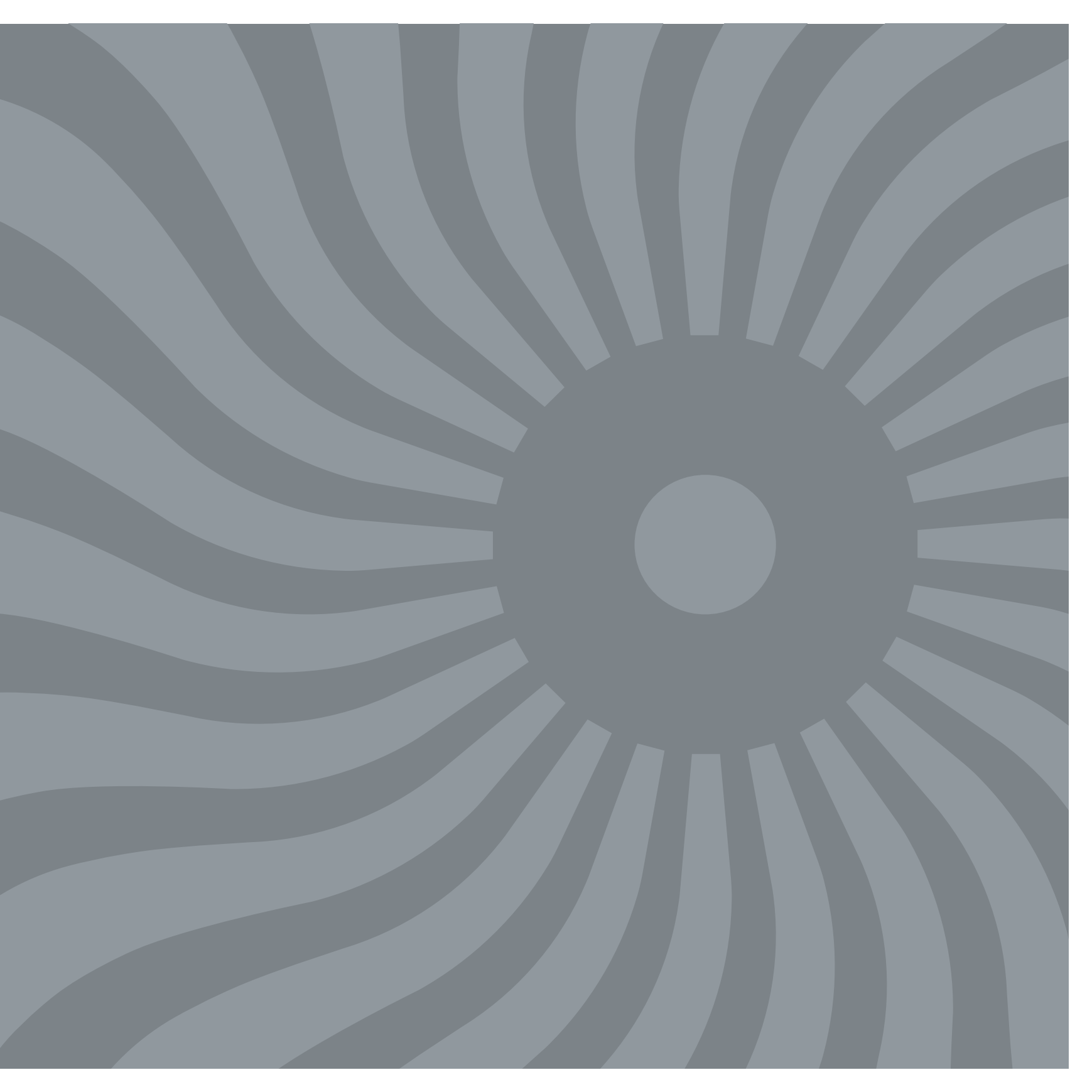


**MUNCYT**  
MUSEO NACIONAL DE  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA



“La ciencia  
es la estética  
de la inteligencia”

Gaston Bachelard





**CARMEN VELA OLMO**  
Secretaria de Estado de Investigación,  
Desarrollo e Innovación

La exposición de las colecciones del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT) en la nueva sede de Alcobendas contribuye al cumplimiento del compromiso adquirido por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de acercar a los ciudadanos la riqueza patrimonial que alberga este Museo. De forma paralela, se impulsa la actividad iniciada en 2012 por la sede de A Coruña y se mantiene la del paseo de las Delicias en Madrid, como centro de investigación y almacén del Museo.

La organización de la exposición en esta nueva sede ha permitido aumentar el espacio expositivo de las colecciones del Museo, la restauración de las colecciones expuestas, y el avance en la catalogación normalizada. La conservación, catalogación, restauración y exhibición ordenada de las colecciones son funciones básicas inherentes a los museos.

La apertura de una nueva sede de un museo nacional ha sido una magnífica noticia que demuestra un posicionamiento en favor de la cultura y el conocimiento científico y que promociona la Marca España, con la difusión de la situación de las nuevas tecnologías, las empresas y el esfuerzo en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), especialmente en algunas áreas reconocidas nacional e internacionalmente.



# La participación en la ciencia

**BORJA IZQUIERDO ALONSO**

Director general de la Fundación Española  
para la Ciencia y la Tecnología

El traslado del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología a la sede de Alcobendas permitió crear un espacio nuevo y dinámico para la participación ciudadana en la ciencia y también sirvió para ampliar enormemente la capacidad expositiva del Museo. La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología es la entidad que gestiona el MUNCYT, y lo hace con el mismo ánimo que el resto de las actividades que pone en marcha: incrementar la cultura científica y hacer la ciencia accesible a los ciudadanos.

El incremento de la cultura científica y del interés por la ciencia se basa en la participación activa de la sociedad. La ciencia está presente en todos los aspectos de nuestras vidas, pero muchas veces no somos conscientes de hasta qué punto determina la manera en la que vivimos.

Queremos que el visitante del Museo tenga un acercamiento cultural, social y artístico a la ciencia; que, después de su visita, su asombro y su curiosidad por los hechos, los hallazgos y el patrimonio científico no hayan hecho más que empezar. Ahora, gracias a este catálogo no solo los visitantes del museo, sino cualquier ciudadano, podrá experimentar esa sensación de descubrimiento que el MUNCYT aspira a provocar.

Esta publicación reúne una cuidada selección de cien piezas que pertenecen a las salas de la exposición permanente del MUNCYT Alcobendas que, en su conjunto, albergan algo más de medio millar. Cada página de este catálogo contiene una descripción técnica, así como aspectos científicos, históricos, sociales, artísticos e incluso literarios relacionados con su génesis, desarrollo y finalidad.

Cada pieza constituye un fragmento de la historia de la ciencia y la tecnología, una historia que continúa gracias a científicos, ingenieros e inventores, pero que también debe ser impulsada por el pensamiento crítico, la participación y la curiosidad de todos los ciudadanos.



# Presentación

La conservación y exposición del patrimonio científico y tecnológico español se dan de la mano con el aprovechamiento de un espacio recuperado de una anterior casa de ciencias para ofrecer un proyecto singular en la nueva sede de Alcobendas. El acuerdo entre el Ayuntamiento de Alcobendas, propietario del edificio; la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Administración a la que está adscrito el Museo; y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, que gestiona el Museo, ha propiciado la apertura de una nueva sede en diciembre de 2014 del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología. La Fundación Bancaria "la Caixa", que dirigió CosmoCaixa Madrid en este mismo edificio, también ayudó en el proceso.

El convenio, firmado en mayo de 2014, obligaba a la apertura de la sede en ese mismo año. La premura en la inauguración del proyecto y el nulo incremento presupuestario para su puesta en marcha determinaron la presentación de una propuesta sobria, que aprovechaba al máximo los espacios y la estructura de la anterior casa de ciencias para introducir las colecciones a los visitantes de un modo inspirador.

Este libro versa sobre las colecciones que se presentan en esta nueva sede del MUNCYT. A través de un paseo de más de cuatro siglos, accederemos al testimonio material de un enorme progreso científico y técnico que ha influido de manera determinante en la forma de vida del ser humano, sus posibilidades y sus capacidades, su cultura y su pensamiento.

Los ejes de la presentación museográfica de las colecciones han sido dos. Una de ellas, la Sala Patrimonio, acerca al visitante a testimonios que le son cercanos, que puede asociar con su propia historia y su cultura. La segunda atiende a la potencia histórica de una parte importante de las colecciones, dedicada a la enseñanza práctica de las ciencias. Las salas Espacio y tiempo y Gabinete presentan las colecciones históricas ligadas a centros educativos desde el siglo <sup>xvi</sup> hasta el siglo <sup>xix</sup>.

Esta nueva sede aumenta también el espacio dedicado a la divulgación de la ciencia, talleres, aulas, planetarios, consiguiendo reunir en un solo espacio una parte histórica de exposición de su colección, y otra de interactivos donde el público puede experimentar los principios físicos.

De esta manera, los visitantes pueden acercarse a conocer y comprender mejor la ciencia y la tecnología en nuestro país, aunando la perspectiva histórica con los hallazgos actuales y los retos de futuro. Las colecciones son evidencia material fundamental para la comprensión del mundo moderno.

El personal del Museo que tiene el privilegio de cuidar las colecciones intenta con esta publicación compartir con nuestros visitantes la apreciación y la emoción que diariamente ofrece su contacto. Para el Museo, es una gran satisfacción que cualquier visitante que haya disfrutado con las exposiciones quiera también llevarse un testimonio de esta experiencia con él. Esperamos haber sido capaces de recrear, en parte, la admiración que sentimos como custodios hacia las evidencias de la ciencia y la tecnología producida por quienes nos antecedieron.

**MARIÁN DEL EGIDO RODRÍGUEZ**

Directora del Museo Nacional  
de Ciencia y Tecnología



# Las piezas

La Compañía de Jesús desempeñó un papel muy relevante en el aprecio por la ciencia en la Europa católica de los siglos *xvi* y *xvii*. El interés por la formación intelectual de sus miembros y el cuasi monopolio de la educación propiciaron la creación de colegios y otros centros para la formación de las élites. En este contexto, favorable en la corte hacia los avances técnicos y sus inmediatos beneficios en la conquista del Nuevo Mundo, Felipe II firmó las cédulas de creación y dirección por Juan de Herrera de la Academia Real Matemática en diciembre de 1582.

Idéntica intención se hallaba en la voluntad de la emperatriz María de Austria, quien instituyó su legado para la creación del Colegio Imperial de Madrid, una institución que a partir del decreto de Felipe IV en 1625 tomaría el nombre de Reales Estudios del Colegio Imperial, similares a los existentes en París o Viena, y que se mantendrían hasta 1767, fecha de la expulsión de la Compañía de Jesús de España y de sus territorios de ultramar.

Ambas instituciones acumularían una importante colección de instrumentos científicos fabricados por algunos de los mejores constructores de la época, principalmente de Flandes –territorio de la monarquía hispánica en aquel tiempo–, cuya intención era formar a los futuros arquitectos, ingenieros y pilotos. Compendios astronómicos, relojes de sol, astrolabios, instrumentos para la navegación, ballestillas, así como objetos relacionados con la cartografía como mapas y globos celestes y terrestres fueron contruidos por prestigiosos productores como

Gemma Frisius (1508-1555), Gualterius Arsenius (m. 1580), o Gemma Corneliï (1535-1579), entre otros.

Cosmógrafos, pilotos, arquitectos, fortificadores, ingenieros, artilleros y geómetras, se formaron durante la Edad Moderna con gran parte de los instrumentos que hoy se conservan y se custodian en las colecciones del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología y, en parte, se exhiben en su Sala Espacio y Tiempo.

De igual modo, las colecciones de la Sala Gabinete tienen su fundamento en la didáctica de las ciencias. El origen de los gabinetes de Física se encuentra en la creación de colecciones para la enseñanza de las ciencias y la ingeniería en las postrimerías del *siglo xviii* en instituciones relacionadas con la Corona. Los objetos de este ámbito provienen en su mayor parte de los laboratorios que, tiempo después, albergaron los centros docentes surgidos principalmente en el *siglo xix* a partir de la ley Moyano.

Además de los objetos más históricos ya referidos, el Museo ha reunido sus colecciones a través de adquisiciones, cambios de adscripción, y donaciones tanto particulares como de instituciones, por ejemplo el Consejo Superior de Investigaciones Científicas o la Biblioteca Nacional de España. Las piezas expuestas en los diferentes ámbitos de la Sala Patrimonio sintetizan dicha pluralidad originaria y conceptual. Una diversidad tan caleidoscópica y múltiple como las posibles miradas hacia cada una de las piezas de la colección del MUNCYT.

## MARÍA JOSEFA JIMÉNEZ ALBARRÁN

Conservadora del Museo Nacional  
de Ciencia y Tecnología



# MUNCYTX100

Un recorrido expositivo múltiple

18

Lo pequeño se ve grande

30

Fascinación

56

Más vale prevenir que curar

80

Tecnoevolución

96

Hogar, dulce hogar

124

Innovación española

132

Ruedas

142

Espacio y tiempo

190

Gabinete

“Vemos el tiempo  
pasado en un  
telescopio  
y el tiempo presente  
al microscopio.  
De ahí  
las aparentes  
enormidades  
del presente”

Victor Hugo



Lo pequeño se ve grande



El objeto está firmado por Gregoire, fabricante de quien poco se conoce, salvo que probablemente perteneció a una familia de relojeros de Blois que comercializaba sus productos también en París, al menos desde 1649.



### MULTIPLICA

El microscopio simple fue ideado por Anton van Leeuwenhoek (1632-1723). El holandés Christiaan Huygens, basándose en los trabajos de aquel, diseñó en 1678 un microscopio simple para el estudio del infusorio –microorganismos que disponen de cilios para su locomoción en un líquido–.

Mediante el uso de un frontofocómetro, se ha procedido a la medida de las dioptrías de cada lente ofreciendo un resultado muy similar para todas ellas, situándose entre las 42 y 44 dioptrías –que equivale a aumentos de entre 10,5 y 11–. También se ha detectado un astigmatismo de tan solo una dioptría en cada lente.

El término revólver, que se utiliza para describir la pieza giratoria donde se sitúan las diferentes lentes en un microscopio, procede de su análogo en las armas de fuego.

Este microscopio combina dos funciones: la precisión óptica, y una lujosa y elegante apariencia que muestra el gusto por la comercialización de este tipo de objetos para usos menos profesionales. En la cara posterior del mismo se distingue la cifra timbrada con la corona de marqués, que indica el propietario para quien se fabricó este microscopio.

## Microscopio simple

c. 1680-1700

Gregoire

El microscopio simple está formado por una lente de aumento que permite observar ampliadas las muestras pequeñas. Este modelo de viaje dispone de ocho lentes biconvexas situadas en una rueda o revólver de latón. Un diafragma con distintas aberturas (1, 1,5 y 5,5 mm) posibilita el visionado de la muestra con diferentes grados de nitidez.



Aunque la pieza está firmada por el inglés Edmund Culpeper (1660-1738), la naturaleza de la grafía genera algunas dudas sobre su autoría real. Es posible que este nombre fuera grabado con posterioridad a la fabricación del microscopio.



## MULTIPLICA

El diseño original de este tipo de microscopio se debe al italiano Carlo Antonio Tortona, quien lo describió por primera vez en 1685 en la Academia Physico-Mathematica. Sin embargo, no fue hasta la primera mitad del siglo XVIII cuando adquirió mayor notoriedad, gracias a su presentación en las *Philosophical Transactions of the Royal Society* por James Wilson (fl. 1706-1710). Por esta razón este modelo de microscopio es conocido como *microscopio tipo Wilson*.

El éxito de este microscopio se debió a su cómodo manejo, portabilidad, bajo coste y calidad en las observaciones. Esta popularidad se incrementó a mediados del siglo XVIII, cuando empezó a incorporarse en los microscopios solares de proyección.

El instrumento se guarda en una caja de piel, forrada en su interior de terciopelo verde. Cuenta con compartimentos para el cuerpo principal, los oculares, la varilla con una pinza, cuatro portamuestras de hueso en un estuche, y un pequeño libro explicativo.

Se acompaña de seis lentes numeradas, de modo que los números más bajos corresponden a valores con mayor aumento y con menor distancia focal.

## Microscopio compuesto

1715-1730

Edmund Culpeper

Se trata de un microscopio compuesto, es decir, con dos lentes, situadas en los extremos del tubo de latón, que presenta un mango de hueso. Dispone de diversos objetivos, facilitando diferentes aumentos. El microscopio puede desmontarse y guardarse en una caja, junto con las preparaciones y un pequeño libro de instrucciones, lo que permite su fácil transporte.

Este microscopio fue realizado por John Bleuler (fl. 1790-1829), constructor londinense de instrumentos científicos quien, a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, vendía sus instrumentos en su tienda del número 27 de Ludgate Street en Londres. Todavía hoy se conservan bastantes instrumentos de su fabricación.





**MULTIPLICA**

La posibilidad de proyectar la imagen y de ser observada por varias personas a la vez permitía el estudio y la discusión conjunta de los especímenes puestos al microscopio. Los microscopios solares de proyección fueron ampliamente utilizados para demostraciones públicas, cursos y conferencias en la segunda mitad del siglo XVIII.

El primer diseño de este tipo de microscopio probablemente se deba al holandés Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736) hacia 1730.

La luz solar era utilizada como fuente de iluminación de alta intensidad.

Esta labor divulgativa se generalizó como actividad de ocio propia de clases privilegiadas y fue muy utilizada por sociedades científicas para acercar las maravillas del mundo microscópico a sus contemporáneos y para generar ingresos. Algunos científicos de la época rechazaron estas demostraciones que atraían a los espectadores para ver «un piojo tan grande como un ganso o un asno».

## Microscopio solar

1790-1810

John Bleuler

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

Este microscopio solar presenta un espejo orientable, un soporte que se fija a la pared o ventana y un tubo de microscopio donde se sitúa la preparación, que se observaba proyectada en la pared situada enfrente del microscopio. Se acompaña de las preparaciones originales montadas en hueso.



VACIO = OBSERVACION  
FILTRO AMARILLO = 11 FLUORESCENCIA  
NEGRO, CERRADO PARA FILMAR  
Germany

La invención del microscopio de contraste de fase en la década de 1930 le valió a su inventor, el físico neerlandés Frits Zernike (1888-1966) de la Universidad de Groninga, el premio Nobel de Física en 1953. A partir de ese momento, en la mayoría de los laboratorios de investigación biológica los microscopios ópticos fueron sustituidos por los microscopios de contraste de fase para el estudio de muestras vivas.



### MULTIPLICA

El funcionamiento físico del microscopio se basa en la existencia de diferentes índices de refracción en la muestra, motivo por el cual el haz de luz se deflece más en unas zonas que en otras, desfasándose respecto del haz original y dando lugar a espacios de diferente oscuridad dependiendo de la mayor o menor densidad en la muestra.

En la parte frontal se observa el sistema de obturación, muy similar al de las cámaras y proyectores de cine. Un aspa corta el paso de luz al microscopio, regulando de esta manera la impresión de la película, para adaptarse a los diferentes procesos celulares y sus velocidades.

El formato de película podía ser de 35 mm o 16 mm, con un metraje de hasta 60 m.

El llamado *time-lapse* es una técnica de cámara rápida cuyo objetivo es la captación de sucesos que se producen a escasa velocidad –el ocaso, por ejemplo–, con el fin de poder apreciarlos más claramente después a mayor velocidad. El dispositivo realiza fotografías en un intervalo de tiempo predeterminado que, más tarde, se podrá visionar de manera continua como una película. Esta técnica se ha incorporado, incluso, a los teléfonos móviles.

## Cámara *time-lapse* con microscopio de contraste de fase

1957

Carl Zeiss

Procedente del Centro de Investigaciones  
Biológicas (CSIC)

La filmación de células en crecimiento y división, así como de microorganismos en movimiento, no fue posible hasta que Carl Zeiss desarrolló el primer microscopio de contraste de fase. Fue entonces cuando se logró observar, por primera vez, los detalles celulares sin utilizar tinciones letales. Adaptado a la cámara *time-lapse* es posible, además, la grabación de las observaciones a intervalos de tiempo controlados.

El doctor Horacio Oliva, figura clave en España en el campo de los estudios de Anatomía Patológica, desarrolló sus investigaciones pioneras en este campo con este microscopio. El financiero Juan March lo donó a la Clínica de Nuestra Señora de la Concepción, actual Fundación Jiménez Díaz, en agradecimiento por su tratamiento en este centro tras un accidente de tráfico.





#### MULTIPLICA

La aparición del microscopio electrónico en los años treinta del siglo xx ofreció a los investigadores la oportunidad de estudiar las estructuras más pequeñas vistas hasta entonces.

Su desarrollo fue posible gracias a los avances en el estudio de los rayos catódicos, las técnicas de vacío y las investigaciones de Louis de Broglie (1892-1987) sobre la dualidad onda-corpúsculo, que equipara la materia con las ondas. Esto permitió aplicar las teorías ópticas a partículas como los electrones, cuya longitud de onda, menor que la de la luz visible, hace posible observar estructuras mucho más pequeñas que las apreciadas a través de los microscopios ópticos.

En los microscopios electrónicos de transmisión, el haz de electrones atraviesa la muestra objeto de estudio, formando una imagen sobre una pantalla fluorescente o una película fotográfica. Para el corte de las preparaciones se utilizaban vidrios seccionados de una forma especial, puesto que con las cuchillas disponibles no se obtenía la suficiente precisión.

Costó aproximadamente 800 000 pesetas y dejó de utilizarse en 1974. Fue donado por la Fundación Jiménez Díaz al Museo Nacional de Ciencia y Tecnología en 1992.

## Microscopio electrónico de transmisión

c. 1963

TESLA

Donación de la Fundación  
Jiménez Díaz

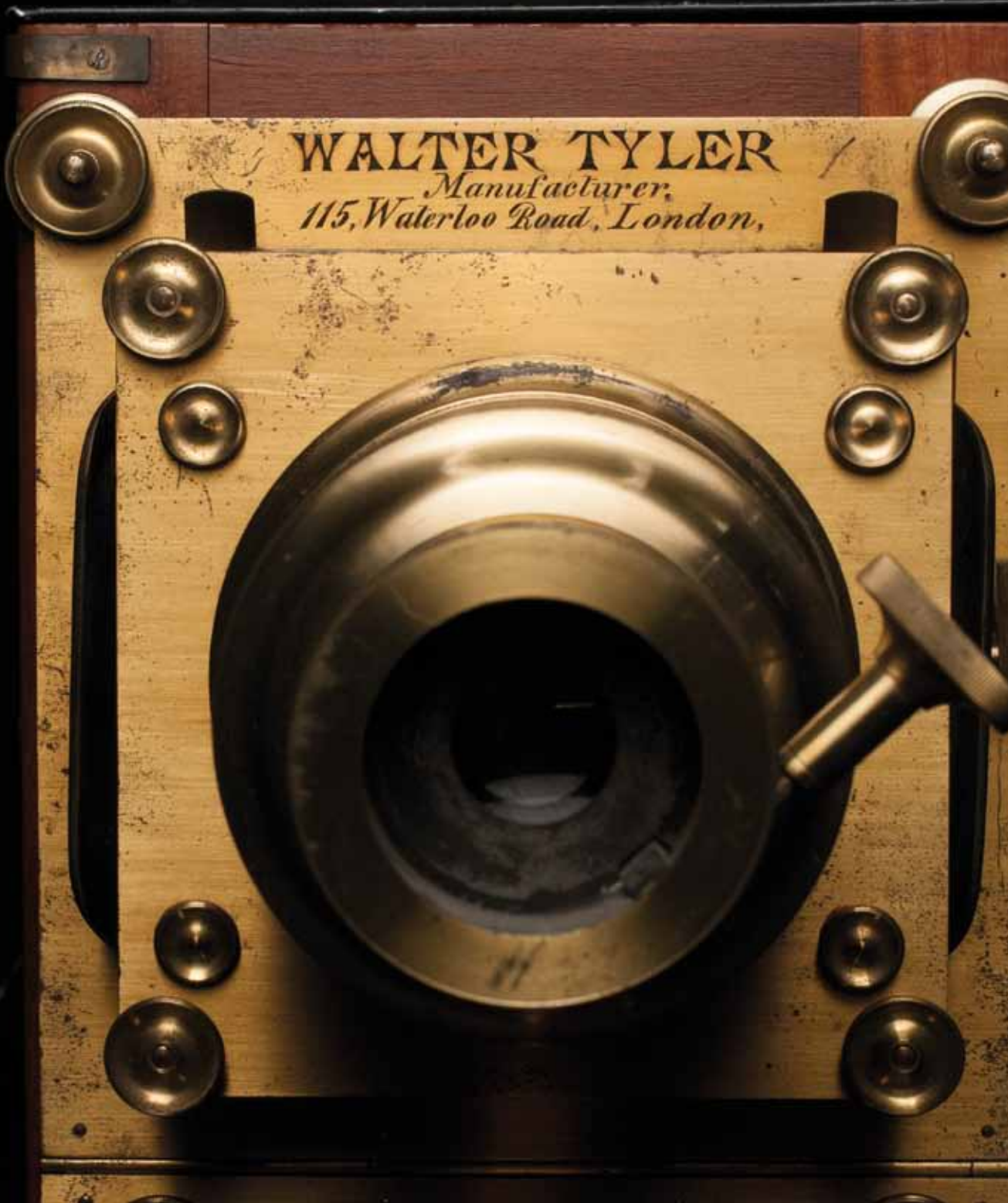
El microscopio TESLA BS 242, desarrollado a partir de 1950 en la República Socialista de Checoslovaquia, fue galardonado con una medalla de oro en la Exposición Universal de Bruselas de 1958. Fue adquirido por la Fundación Jiménez Díaz y con él se realizó y publicó en España el primer estudio de microscopía electrónica sobre la estructura celular interna, así como numerosas investigaciones de Anatomía Patológica.

“La memoria  
no guarda películas,  
guarda  
fotografías”

Milan Kundera



Fascinación

The image shows the front of a vintage magic lantern. It has a light-colored, possibly brass or painted metal, rectangular body. In the center is a large, circular lens assembly with a dark, concentric ring. To the right of the lens is a T-shaped handle. The body is secured with several large, round, brass-colored screws around the perimeter. At the top, there is a dark wooden strip. The text "WALTER TYLER" is printed in a bold, serif font, with "Manufacturer," in a smaller, italicized font below it, and "115, Waterloo Road, London," in a cursive script at the bottom.

**WALTER TYLER**  
*Manufacturer,*  
*115, Waterloo Road, London,*

En 1885, Walter Clement Tyler (1850-1909) se establece como fabricante de linternas mágicas, placas y accesorios, ocupando el número 115 de Waterloo Road en Londres. En muy poco tiempo su firma se convertiría en una de las más reputadas manufacturas de este tipo de instrumentos en Gran Bretaña.



## MULTIPLICA

A pesar de que las primeras descripciones científicas de la linterna mágica se remontan al siglo xvii, su forma básica sobrevive en el moderno proyector de diapositivas, con el que comparte los mismos elementos esenciales: la fuente luminosa, el condensador y el objetivo.

La linterna biunial –con doble objetivo y doble sistema de iluminación– se popularizó con gran rapidez en el último tercio del siglo xix, especialmente en Gran Bretaña, llegándose a fabricar también con tres objetivos.

Las fuentes de iluminación de las linternas mágicas evolucionaron desde la lámpara de aceite, petróleo o gas, al arco voltaico y la bombilla. Este modelo disponía de quemadores de gas, que no se conservan, y utilizaba una mezcla de oxígeno e hidrógeno que proporcionaba una luz muy intensa. El linternista debía extremar las precauciones al manipular este tipo de proyectores para evitar graves accidentes.

En 1895, los hermanos Lumière presentan su cinematógrafo, precipitando con ello el declive de los espectáculos públicos de linterna mágica apenas una década después.

## Linterna biunial

c. 1885

Walter Tyler

Este tipo de linterna mágica de dos cuerpos –también llamada biunial– y fabricación británica era habitual en las proyecciones públicas del último cuarto del siglo xix. El doble cuerpo se utilizaba para transitar de una vista a otra sin interrupciones a modo de fundido encadenado o *dissolving views* de dos imágenes, gracias al ajuste independiente de la iluminación.

En el siglo XIX los espectáculos de linterna mágica –en creciente desarrollo al compás de una actividad industrial dirigida tanto al mercado doméstico como al académico y profesional– alcanzaron su máximo apogeo.





## MULTIPLICA

Antes de la estandarización de formatos, las placas de linterna mágica se comercializaron en una gran variedad de formas y dimensiones, especialmente las mecánicas o móviles, que mostraban la proyección de imágenes en «movimiento».

Las primeras placas de linterna mágica se pintaban a mano, generalmente aplicando técnicas propias de acuarelistas –que por su transparencia resultaban más luminosas en proyección que la pintura al óleo–. Reconocidos artistas trabajaron en este ámbito.

Esta placa de linterna mágica muestra el paso de un tren de pasajeros típico de la segunda mitad del siglo *xix* –con seis vagones y locomotora a vapor– sobre un puente de ferrocarril. En el soporte de la placa se puede leer: «Chemin de fer en Ceyrol», por lo que pudiera tratarse de la reproducción de parte del trayecto real de una línea de ferrocarril.

Las placas de linterna mágica con evocadoras escenas nocturnas –como el modelo que se muestra– son características del Romanticismo decimonónico.

## Placa de linterna mágica

c. 1870

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

A finales del siglo *xvii* y durante todo el siglo *xviii*, la linterna mágica y los espectáculos de proyección ambulantes se convirtieron en un instrumento de difusión y entretenimiento de gran interés popular en toda Europa. En España, especialmente a partir del último tercio del *xix*, se extendió su uso en los centros docentes, adquiriéndose de forma asidua este tipo de materiales para la enseñanza, al recomendarse el uso de proyecciones luminosas como complemento a las explicaciones del profesor.

En el ámbito docente, el uso de proyectores de diapositivas resulta residual en la actualidad. La paulatina implantación de aplicaciones y materiales educativos desarrollados para todo tipo de soporte relacionados con las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) ha desterrado de las aulas a los viejos proyectores de diapositivas dando paso al ordenador personal, la pizarra digital o las tabletas.





## MULTIPLICA

Los primeros proyectores de diapositivas utilizaban mecanismos completamente manuales para el posicionamiento de la diapositiva tras el objetivo, mientras que los más modernos empleaban cargadores de carro o circulares (carruseles), que permitían el arrastre automático de la diapositiva.

Este modelo *manumático* proyecta diapositivas de 24x36 mm e incorpora un accesorio *pasa-vistas* que permite disponer varias imágenes para, mediante desplazamiento lateral manual, situar cada una en la posición adecuada. Dispone de una caja para la recogida automática de las diapositivas tras su proyección y tenía un precio de venta al público de 3975 pesetas.

La diapositiva es un positivo fotográfico sobre un soporte plástico transparente, generalmente de acetato de celulosa o poliéster. Fueron muy utilizadas durante el siglo xx como material de apoyo del profesor en sus explicaciones, especialmente en el ámbito de la Historia del Arte y la Arqueología.

La compañía española Exacta, S. A., con sede en Barcelona, disponía de varias patentes de invención relacionadas con la proyección y visionado de diapositivas, tales como proyectores, visores, elementos y mecanismos para el cambio y la carga de las imágenes, chasis para diapositivas, pantallas de proyección, etcétera.

## Proyector de diapositivas

c. 1955

Exacta, S. A.

Donación de la Biblioteca Nacional de España (BNE)

La evolución de la fotografía y de los nuevos soportes de imagen, como las diapositivas, fueron el detonante de la transición de las linternas mágicas a los proyectores de diapositivas, de tamaño más reducido, más potentes y luminosos, pero en esencia constituidos por los mismos elementos que las viejas linternas de proyección del siglo xix.

El papel maché –papel machacado o masticado–, denominación procedente del término francés *papier mâché*, era utilizado en el antiguo Egipto para cubrir la cabeza y los pies de las momias en el interior de los sarcófagos.





MULTIPLICA

Louis Thomas Jérôme Auzoux (1797-1880) fue un anatomista y naturalista francés que en 1827 constituyó la entidad Maison Auzoux para la comercialización de modelos clásicos de anatomías humanas y animales fabricados con pasta de papel.

Gracias a la utilización del papel maché y su revolucionaria técnica de producción en serie, Auzoux fabricó infinidad de modelos anatómicos ligeros y resistentes. Sin embargo, con el desarrollo de los polímeros, el uso del papel maché para este cometido caería en desuso en pro de una fabricación con materiales plásticos, a la postre más duraderos, aunque de menor valor artístico.

Los modelos *diseccionables* de Auzoux fueron muy populares en Europa, especialmente en los centros docentes de enseñanza media y universitaria –sus modelos de cuerpos humanos fueron desarrollados originalmente para la formación profesional en Medicina–.

En general, el papel maché se elabora utilizando una mezcla de agua, papel y pegamento, pero se puede fabricar con todo tipo de fibras vegetales.

## Modelo de ojo humano

1862

Louis Thomas Jérôme Auzoux

Depósito de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid

Este modelo didáctico de ojo elaborado en papel maché fue diseñado para servir de ayuda en el aprendizaje de la anatomía de este órgano; era presentado en los catálogos de la época como el más perfecto y preciso jamás construido. Muestra el globo ocular, el inicio del nervio óptico, la musculatura responsable de los movimientos oculares, parte del arco orbital inferior y la vascularización de las diversas áreas que conforman el órgano. El globo puede abrirse dejando ver el iris, la córnea y el cristalino.



Los juguetes ópticos destinados a producir ilusión de movimiento se desarrollan especialmente durante el siglo XIX: el fenaquistiscopio, el zoótropo, el praxinoscopio y otros se comercializaron con éxito en el ámbito doméstico y familiar.



MULTIPLICA

Apenas un año después de la Exposición Universal de París de 1878, Émile Reynaud presentó su praxinoscopio de teatro. La novedad que introdujo fue disponer el aparato y todos sus elementos en el interior de una caja de madera a modo de *teatrillo*.

La configuración geométrica del aparato es clave para su funcionamiento: el tambor central con los espejos debe tener la mitad de diámetro que el exterior y ser ligeramente más alto, de forma que permita el visionado de las imágenes.

Reynaud, autor de los bocetos originales de los dibujos para su praxinoscopio, era reconocido como uno de los mejores artistas y creadores de imágenes animadas de su tiempo. Trabajó con un fabricante de juguetes encargado de construir las piezas metálicas del aparato, un fabricante de vidrio para los espejos y un artista litógrafo para la reproducción de las bandas.

La pieza conserva las bandas tituladas *L'équilibriste* (El equilibrista); *Les chiens savants* (Los perros adiestrados); *Les deux espègles* (Los dos traviesos); *La nageuse* (La nadadora), *Le saut de mouton* (El salto del potro); *Le fumeur* (El fumador) y *Les petits valseurs* (Los pequeños bailarines).

## Praxinoscopio de teatro

c. 1880

Émile Reynaud

El praxinoscopio –del griego *praxis* (acción) y *skopéo* (mirar, observar)– dispone de un tambor giratorio en cuya cara interna se colocan las bandas o tiras con los dibujos en posiciones sucesivas de un movimiento o acción. En el centro del aparato se sitúan tantos espejos rectangulares como imágenes distintas muestra la tira, de forma que cada espejo refleje solo una de esas imágenes. Al hacer girar el tambor y mirar por encima del borde es posible observar la secuencia de dibujos y, de esta manera, se genera la ilusión de movimiento.



Los motivos decorativos de la caja evocan el cine a través de dos actores cómicos de la época: a la derecha, Charlie Chaplin (1889-1977) y a la izquierda, Charles Prince Seigneur (1872-1933), más conocido como Prince Rigardin, estrella de la productora Pathé Frères.



## MULTIPLICA

El Ombro-Cinema disponía de una caja de música y se iluminaba por retroproyección, lo que sitúa este juguete óptico a medio camino entre el teatro de sombras clásico y la ilusión de movimiento del cine, de ahí su nombre.

La tira de papel contiene más de cincuenta figuras que ilustran diferentes actuaciones o situaciones típicas de una representación circense. Al encontrarse impresas en trazos verticales y en dos posiciones alternativas de movimiento, la trama enmascara en cada figura, sucesivamente, una posición y después la otra, consiguiendo el reconocido efecto de movimiento característico de este tipo de juguetes ópticos.

Este aparato fue patentado por la editorial parisina Saussine, fundada en 1860 por Léon Saussine cuya actividad, tras su muerte, fue continuada por sus descendientes. A lo largo de su dilatada historia, la empresa fabricó una gran cantidad de juegos educativos en cartón, atlas y alfabetos ilustrados, sombras chinescas, juegos reunidos, puzles, etcétera.

Las ilusiones ópticas basadas en patrones de interferencia se aplican comercialmente en ámbitos tan importantes como el de la seguridad documental, en concreto, en el timbrado de documentos y moneda. Otra curiosa utilidad de las propiedades ópticas que ofrecen los patrones rayados es su uso como camuflaje de buques de guerra o el más cercano y reconocible de las cebras. En ambos casos parece demostrada su utilidad como medio de defensa y protección.

## Ombro-Cinema

c. 1921

El Ombro-Cinema es un teatro de sombras móviles de cartón y madera, con una trama vertical por escenario. Por detrás de esta trama, una tira de papel de cuatro metros de longitud con diferentes dibujos impresos también en secciones verticales puede desplazarse de uno a otro extremo del escenario gracias a dos rodillos de madera accionados por sendas manivelas. Al pasar detrás de la trama vertical, las figuras parecen moverse.



Entre los numerosos  
objetos que surgieron  
a lo largo del siglo xix  
para recrear imágenes  
en movimiento o realizar  
«mágicas transformaciones»  
se encuentra el poliorama  
panóptico, inspirado en los  
espectáculos públicos de la caja  
óptica, también conocidos como *Mondo  
Nuovo*, que tanto éxito cosecharon durante  
el siglo xviii y en los inicios del xix.



MULTIPLICA

Las vistas ópticas del siglo XVIII eran fundamentalmente grabados realizados a partir de la técnica del aguafuerte. Ya en el siglo XIX se sustituye por la litografía, sistema que ofrecía mayores prestaciones no solo por la mayor calidad de las impresiones, sino también por los menores costes de producción.

El fabricante de juguetes parisino Pierre-Henry-Armand Lefort fue el precursor del poliorama panóptico al patentar en 1849 esta pequeña caja óptica, cuyo éxito comercial residió, como el resto de juguetes ópticos del siglo XIX, en su difusión en el ámbito doméstico y familiar.

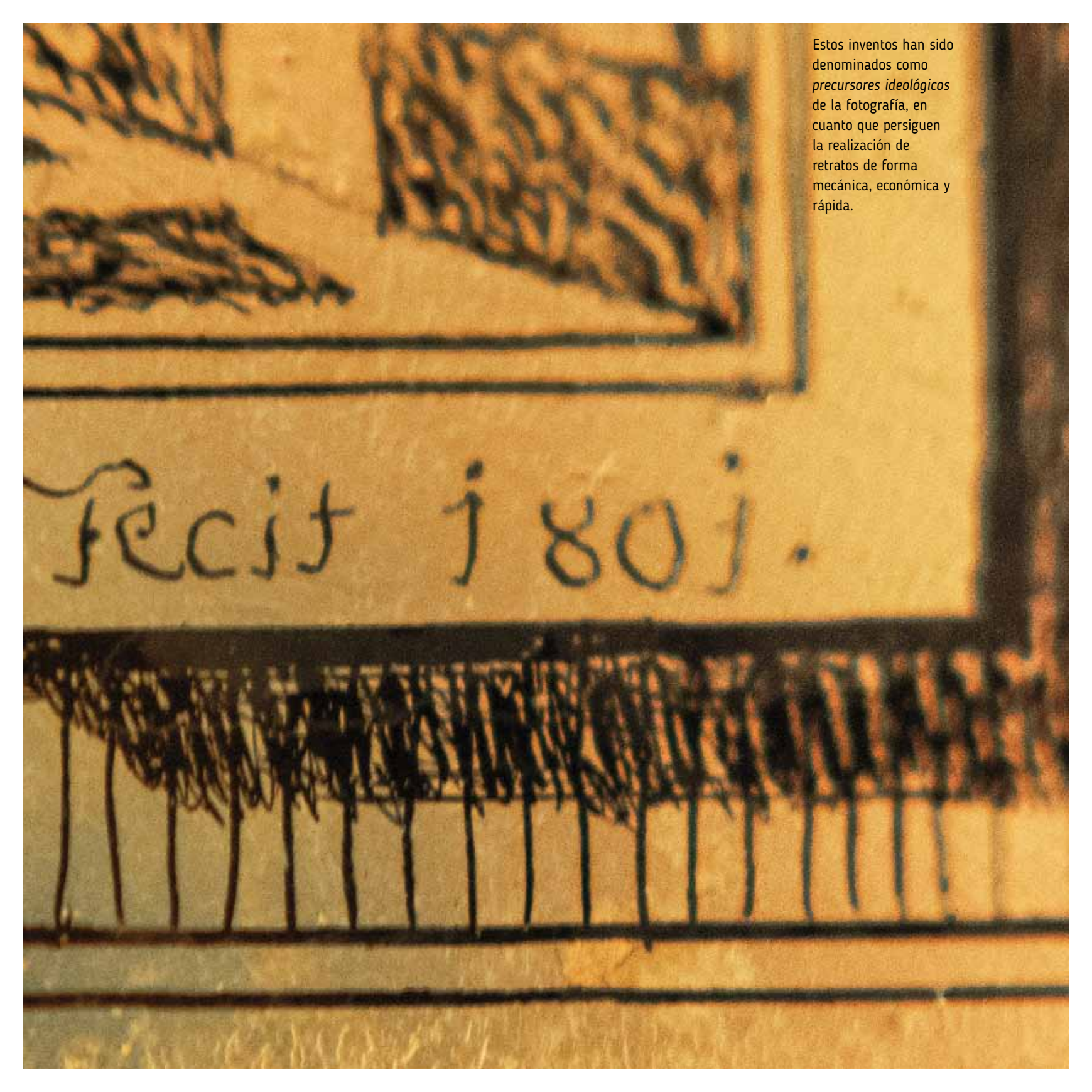
El concepto *panóptico*, que significa «construido de forma que toda su parte interior se pueda ver desde un solo punto» (RAE), tiene su origen en la arquitectura carcelaria del siglo XVIII.

Las vistas ópticas para poliorama representan, generalmente, escenas en perspectiva de monumentos, calles, plazas y edificios emblemáticos, jardines, paisajes, teatros, palacios, salones de baile, etcétera.

## Poliorama panóptico

c. 1850

Este aparato de uso doméstico permite la visualización de una vista óptica que se transforma según la incidencia de la luz. A través de una lente se puede observar una litografía sobre un papel muy fino, cuya escena cambia del día a la noche, o incluso por completo, si la luz entra por la ventana situada en la parte superior o si la incidencia procede de la parte posterior.



Estos inventos han sido denominados como *precursores ideológicos* de la fotografía, en cuanto que persiguen la realización de retratos de forma mecánica, económica y rápida.

Fecit i 80j.



## MULTIPLICA

Esta técnica artística revivió durante diferentes periodos de la historia del vidrio, siendo de gran importancia en Italia durante los siglos xiv, xv y xvi; en Holanda y en España en las centurias del xvii y xviii; y en Francia, Inglaterra y Estados Unidos en el siglo xviii.

Jean-Baptiste Glomy (1711–1786), enmarcador de cuadros de origen francés de los reyes Luis XV y Luis XVI, fue el responsable del resurgir de esta técnica de vidrio eglomizado en la Europa del siglo xviii. El retrato que se conserva en el MUNCYT está firmado en 1801 por F. X. Scharrer.

A finales del siglo xviii, Gilles-Louis Chrétien (1754–1811) ideó una máquina de dibujo conocida como *fisionotrazo* –derivada del pantómetro–, mediante la cual y de forma mecánica podían realizarse retratos en forma de silueta sobre una lámina de cobre.

En el siglo xx, los movimientos de vanguardia de pintura expresionista *Die Brücke* (El puente) y *Der Blaue Reiter* (El jinete azul) integrados, entre otros, por Vladimir Kandinsky, Franz Marc o Paul Klee, en su afán de devolver el arte popular y la emoción primitiva a las bellas artes, produjeron diversos vidrios pintados.

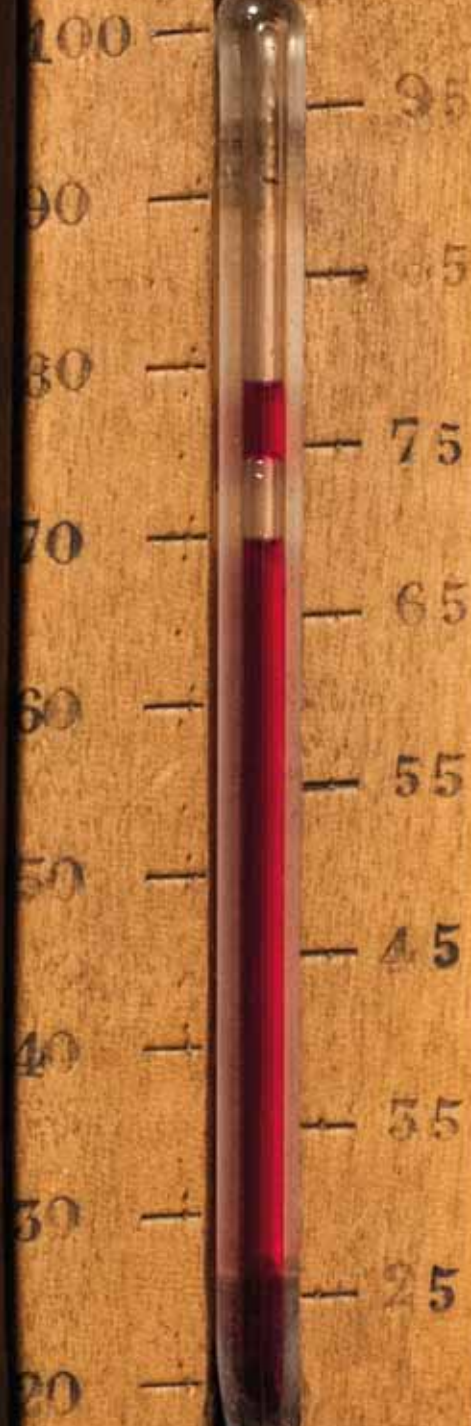
## Retrato en vidrio eglomizado

F. X. Scharrer

1801

Donación de la Fundación de Apoyo al  
Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

Esta pieza responde a un tipo de técnica pictórica conocida desde la Antigüedad consistente en crear una imagen con punta seca sobre una lámina de oro que se sitúa entre dos placas de vidrio. Con un lápiz con punta metálica se dibuja la imagen que posteriormente se colorea aprovechando los surcos producidos en el metal.



La daguerrotipia es una de las primeras técnicas fotográficas consistente en fijar la imagen recogida de la cámara fotográfica en una placa metálica previamente preparada con una sustancia fotosensible.



## MULTIPLICA

Louis Daguerre (1787-1851) –su nombre es uno de los 72 reconocidos científicos e ingenieros franceses inscritos en la Torre Eiffel por sus aportaciones al desarrollo de las ciencias y las técnicas–, fue quien terminó por desarrollar el daguerrotipo y su proceso de revelado –hecho público en 1839– tras su fructífera colaboración con Joseph Nicéphore Niépce (1765-1833), quien ya en 1826 consiguió las primeras impresiones de imágenes perdurables en el tiempo utilizando placas metálicas impregnadas en betún de Judea.

Para conservar un daguerrotipo es necesario evitar su exposición a la luz, causa de daños irreversibles. Por este motivo se guardaban en estuches, generalmente de ebonita o piel.

Los daguerrotipos se solían iluminar o colorear una vez revelados. En la destreza del artista residía el valor y la calidad final de la imagen.

La toma de un daguerrotipo era extremadamente lenta. Sirva como ejemplo que para realizar una fotografía a una persona, esta debía permanecer sentada y casi completamente paralizada entre diez y veinte minutos. Los estudios fotográficos de aquella época disponían de amplias ventanas y techos de vidrio y trabajaban solo en días soleados, pues no existían fuentes de luz potentes.

## Cubeta para el revelado de daguerrotipos

1840-1850

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

En el interior de la cubeta para el revelado de daguerrotipos se disponía la placa impresionada para su exposición a los vapores de mercurio, altamente nocivos. Todo el proceso debía realizarse a una temperatura controlada –en torno a los 40 °C– motivo por el cual, la cubeta disponía de un termómetro visible desde el exterior.



Algunas  
cámaras, como es el  
caso, disponían de un espejo  
para facilitar al cliente atusarse el  
pelo y prepararse para la toma de  
imagen. Una vez preparado a la distancia  
precisa, se procedía a enfocar la imagen.  
Dispuesta la postal sin impresionar, se tomaba  
la fotografía retirando la tapa del objetivo. A  
continuación, comenzaba el proceso de  
revelado para finalizar tomando una  
imagen del negativo que a la postre  
sería el positivo que el  
cliente tendría.



### MULTIPLICA

En Europa, el fotógrafo minuter –como también se conocía a los artesanos de la fotografía ambulante ya que en apenas unos minutos el cliente disponía de su fotografía– fue una profesión muy popular cuyo declive, especialmente en las grandes ciudades, se inicia mediado el siglo xx con el desarrollo de nuevas cámaras como la polaroid.

La caja adosada a la cámara hacía las veces de «cuarto oscuro» o laboratorio para el revelado de la imagen que se llevaba a cabo en su interior, controlándose el proceso desde el visor superior. Para este fin, se disponían dos cubetas con el líquido revelador y fijador respectivamente, además de un pequeño espacio para colocar el papel fotográfico sin impresionar –generalmente del tamaño de una tarjeta postal o media tarjeta–.

Para manipular el interior de la cámara se utilizaba una manga, y se debía proceder con mucho cuidado para que no entrara luz del exterior.

Los habitantes de pueblos y aldeas debían esperar la visita del fotógrafo ambulante para inmortalizar bodas, bautizos, reuniones familiares, funerales o retratos. Este solía viajar con elementos escenográficos para estimular al interesado haciendo uso de decorados burlescos, aventureros, monumentos conocidos, palacios, jardines, etcétera. El fotógrafo, que se situaba en un lugar bien visible y transitado, buscaba las mejores condiciones de luz –cambiantes a lo largo del día,– para la realización del retrato.

## Cámara fotográfica

1930-1950

Este tipo de cámaras fueron utilizadas por los retratistas ambulantes durante el siglo xix, hasta mediado el siglo xx. La toma de la imagen se realizaba sobre papel fotográfico obteniéndose en primer lugar un negativo que, dispuesto delante del objetivo en el extensor de la cámara, era fotografiado para dar lugar al positivo final. La fotografía, en blanco y negro, se entregaba fijada y lavada, para lo cual solía colgar del trípode un recipiente con agua.

Hasselblad & Co. Goteborg fue una de las firmas comerciales más florecientes de Suecia mediado el siglo xix. Arvid Viktor Hasselblad conoció durante su luna de miel en Inglaterra a George Eastman –quien fundaría la Kodak Company–, iniciando una colaboración que se mantendría durante casi ochenta años.





## MULTIPLICA

La primera cámara de uso general de la compañía Hasselblad, el modelo 1600F presentado en 1948, constituyó uno de los hitos de la firma, que se completaría, más adelante, con la revolucionaria Hasselblad 500C –que incluía obturadores centrales de láminas y sincronización de *flash* con todas las velocidades de obturación–. La modularidad, versatilidad y fiabilidad de los modelos Hasselblad influyeron en la decisión de la NASA de enviar estas cámaras en las misiones lunares.

Cada astronauta portaba una cámara, sujeta mediante un arnés especial al pecho de su traje. La misión Apolo 11 no preveía el regreso de ninguna de ellas: solo llegaron a la Tierra los respaldos (chasis) con las películas impresionadas. Su lugar en el módulo fue ocupado por piedras lunares. Los astronautas recibieron formación para familiarizarse con el funcionamiento de las cámaras y mejorar su técnica fotográfica con cámaras de entrenamiento.

Para su correcto funcionamiento en las condiciones de temperatura extremas imperantes en la superficie lunar –de gran variabilidad térmica– se modificaron los sellos y revestimientos exteriores, así como los lubricantes. La película –diseñada por Kodak– también requería condiciones especiales de sensibilidad.

Se eliminaron el espejo y el visor, imposibles de utilizar con el casco, y se rediseñaron los controles para permitir su manipulación con los guantes del traje espacial.

## Cámara fotográfica

1968

Hasselblad

La cámara Hasselblad modelo 500 EL fue la elegida para realizar las fotografías del primer alunizaje y paseo lunar que tuvo lugar en 1969 durante la misión Apolo 11 –con Neil Armstrong, Edwin E. Aldrin Jr. y Michael Collins como astronautas tripulantes–. Este modelo es una máquina similar a aquella, que hubo de ser adaptada por la NASA para su funcionamiento en condiciones extremas de temperatura, gravedad y manejabilidad.



Peco

Plaubel & Company fue fundada en Fráncfort en 1902 por Hugo Schrade, distribuidor y fabricante de lentes. Desde 1910 inició la comercialización de cámaras fotográficas, popularizando modelos como la Makina en 1912, o la cámara destinada a usos profesionales Peco, cuyo nombre procede de Plaubel Equipment Company.



MULTIPLICA

De origen húngaro, Juan Gyenes (1912-1995) se estableció en Madrid tras la Guerra Civil. Su estudio, situado en el número 12 de la calle Isabel la Católica, pronto se convertiría en punto de encuentro para la alta sociedad madrileña, la cultura y el mundo del espectáculo, siendo el fotógrafo de referencia de actores, escritores, músicos, pintores, empresarios y aristócratas de la época.

En su famoso escaparate de la Gran Vía de Madrid se podían contemplar los retratos de las estrellas de Hollywood del momento, como Ava Gardner, Ingrid Bergman, Sophia Loren o Cary Grant, entre otros.

Entre sus fotos más reproducidas se encuentran el primer retrato oficial del rey don Juan Carlos I –probablemente la imagen institucional más popular de la democracia en España– o el de Franco, que circuló en millones de sellos.

A su muerte, el Ministerio de Cultura adquirió para la Biblioteca Nacional de España el fondo documental conservado en su estudio. Las dos cámaras que hoy se exhiben llegaron al Museo Nacional de Ciencia y Tecnología en 1998.

## Cámaras fotográficas

1950-1960

Plaubel

Donación de la Biblioteca Nacional de España (BNE)

Estas cámaras eran las utilizadas habitualmente por Juan Gyenes –uno de los grandes fotógrafos españoles del siglo xx–. Se trata de dos cámaras de placas Plaubel –modelos Peco Supra y Peco Junior–, que se disponen en un mismo trípode. Su particularidad reside en el encuadre y enfoque por medio de un cristal traslúcido, que presenta dos ventajas: por un lado, el encuadre es perfecto, ya que en la fotografía se advierte exactamente lo que se ve, sin los errores de paralaje; por otra parte, el enfoque se realiza con gran precisión.

“La salud  
es la unidad  
que da valor  
a todos los ceros  
de la vida”

Bernard Le Bouvier de Fontenelle

The background of the entire image is a stylized sunburst or sunray pattern. It consists of numerous curved, wavy lines radiating outwards from a central point, creating a sense of movement and energy. The lines are in various shades of red and orange, with some being darker and more saturated than others. The overall effect is warm and vibrant.

Más vale prevenir que curar



Las primeras evidencias de intervenciones dentales en la prehistoria datan del Neolítico. Acaso la primera operación odontológica documentada en Europa sea un primitivo empaste dental realizado con cera de abejas practicado a un ser humano que habitó en Eslovenia en torno al año 6500 a. C.

## MULTIPLICA

Existen numerosas pruebas de intervenciones dentales en la Antigüedad (Mesopotamia, Egipto, Etruria): extracción de piezas, restauración o incluso prótesis, destacando las que se producían en Roma.

Hasta el siglo xx las operaciones odontológicas eran realizadas frecuentemente por cirujanos-barberos, quienes practicaban todo tipo de intervenciones –sangrías, amputaciones o reducción de fracturas–. De la parte protésica se ocupaban joyeros y plateros. Hasta la década de 1840 –y pese a distintas tentativas realizadas en todas las culturas–, las operaciones se realizaban sin anestesia.

La empresa americana Ritter Dental Company, fundada por el ebanista de origen alemán Frank Ritter, fue la introductora de las sillas de dentista y de la columna dental. La casa Ritter fue fundada en 1887 y continúa fabricando material dental hoy en día.

Si comparamos este sillón y esta columna dental de inicios del siglo xx con los actuales, observaremos que se mantienen sus elementos principales como la escupidera, la lámpara, los tornos o la bandeja con el instrumental.



## Sillón y columna dental

c. 1920

Ritter Dental Company

Donación de

D.<sup>a</sup> María Rodríguez-Marín Reimat

La Stuck Dental Original, fabricada en 1888, fue la primera silla en contar con un disco giratorio en su asiento. El modelo conservado en la colección del MUNCYT es la New Columbian Chair, comercializada a partir de 1893. Esta silla revolucionó el negocio de la odontología y asentó a Ritter Dental Company como líder en el sector. Su principal mejora consistió en presentar tubos telescópicos para elevar y abatir al paciente.



El célebre almirante español Blas de Lezo (1689-1741), quien dirigió la victoria contra Inglaterra en la defensa de Cartagena de Indias en 1741, perdió una de sus piernas en la batalla de Vélez-Málaga de la guerra de sucesión con solo 17 años. Debido al impacto de una bala de cañón, sufrió una amputación sin anestesia por debajo de la rodilla. Más tarde también quedaría manco y ciego de un ojo, pero mantuvo la capacidad para dirigir grandes ejércitos.



**MULTIPLICA**

En la Antigüedad, las sierras de amputar se fabricaban en bronce o hierro; sin embargo, hoy en día se elaboran con acero quirúrgico. En ocasiones profusamente ornamentadas, en el pasado los intrincados recovecos de sus grabados se convertían en refugio de los gérmenes.

En las cajas de cirugía los médicos portaban –además de este tipo de sierras– tijeras, escalpelos, pinzas, catéteres de metal y tablas para inmovilizar a los enfermos en el trance de la amputación. Desde mediados del siglo XVIII los médicos cirujanos lograron un mayor reconocimiento en España, fundándose a finales de aquel siglo los Reales Colegios de Cirugía.

En ausencia de otros medicamentos que previnieran la infección, en el campo de batalla y en los navíos de guerra se recurría frecuentemente a la amputación ante las graves heridas de hachas, sables y pistolas. Esta terrible operación proporcionaba, sin embargo, la supervivencia en casos extremos.

Esta sierra está firmada en Madrid por Francisco Mauro, aunque se desconoce si era el cirujano que la utilizaba o su constructor.

## Sierra de amputar

1748

Francisco Mauro

Las sierras de amputar han sido un elemento esencial en la práctica de la cirugía desde sus inicios. Son sólidas, pesadas, de gruesas hojas y difíciles de manejar. Producen cortes poco definidos y graves destrozos en las intervenciones, ya de por sí muy traumáticas.

El siglo XIX introdujo diversas innovaciones terapéuticas e instrumentales en el tratamiento de las heridas causadas por proyectiles, principalmente el uso de catéteres y sondas cuyo fin era localizar el lugar exacto donde se había alojado la bala. Destaca, entre otras, la aportación del cirujano francés Auguste Nélaton (1807-1873), quien ideó una sonda con una pequeña bola de marfil sin esmaltar en su extremo: en caso de chocar con el proyectil, el marfil quedaría señalado; si se tratara de hueso, la bola se extraería sin marca.





**MULTIPLICA**

Aunque durante la Baja Edad Media ya se empleaban instrumentos para eliminar los proyectiles, solo se conseguía con las heridas superficiales. Los instrumentos específicos para extraer balas comenzaron a usarse a principios del siglo xvi, al tiempo que las armas de fuego evolucionaban hacia una mayor sofisticación.

El movimiento de deslizamiento del eje longitudinal que se produce por el giro del tornillo del extremo permite que los brazos se abran más o menos en función del tamaño de la bala que debe extraerse.

También se empleaban extractores de balas de punta de tornillo –de mayor longitud– para alcanzar la bala en el órgano profundo afectado por el disparo, perforándola y arrancándola.

Durante el procedimiento, el paciente debía de soportar un gran dolor y la recuperación no estaba exenta de posteriores infecciones. Sin embargo, la fabricación de estos útiles resultó de gran ayuda a los médicos cirujanos.

## Extractor de balas

1700-1770

Esta pieza es un instrumento quirúrgico imprescindible en los equipos portátiles de cirugía militar. Los extractores de balas deben ser ligeros y delgados, pero con resistencia suficiente para soportar la aplicación de la fuerza necesaria para la extracción. Este tipo de objetos podían utilizarse también para extraer algún fragmento de hueso con necrosis.



Los instrumentos de sonda se documentan desde el año 3000 a. C. Hipócrates, Galeno y Abulcasis, entre otros médicos de la Antigüedad y de la Edad Media, habían expuesto diferentes teorías sobre este instrumental en relación con las piedras del riñón y la obstrucción urológica.



**MULTIPLICA**

La cirugía moderna proviene de las innovaciones introducidas por los artesanos más hábiles de los albores del siglo **xx**, principalmente en París, a través de la figura de distintos pioneros y empresas manufactureras de instrumentos.

Joseph-Frédéric-Benoît Charrière (1803-1876), nacido en el cantón suizo de Friburgo, fue un renombrado maestro cuchillero en París. En 1820 creó su propia fábrica de instrumentos quirúrgicos, cuyas innovaciones contribuyeron decisivamente al desarrollo de la cirugía.

Si bien Charrière es reconocido por su variedad de instrumental urológico, administración de anestesia, jeringas, tijeras, fórceps y juegos de amputación, su principal aportación a la historia de la medicina fue la llamada escala francesa (Fr) o escala de Charrière (Ch), llamada *French* en lengua inglesa, establecida por él mismo en 1842. Consiste en la medida utilizada para expresar el calibre de los instrumentos médicos tubulares como catéteres y sondas (3 Fr = 1 mm), estándar internacional empleado aún hoy en día.

Actualmente, la mayoría de los instrumentos quirúrgicos son de acero inoxidable, pero también se realizan en titanio, vitalio u otros metales.

## Juego de instrumental quirúrgico

c. 1849  
Charrière

Este maletín contenía el instrumental necesario para practicar amputaciones: sierras, cuchillos, bisturíes y agujas, así como instrumentos para realizar torniquetes, permitiendo efectuar la operación en cualquier lugar. En este tipo de intervenciones era necesaria una gran destreza, ya que de esta dependía la vida del paciente.

Antes de desestimar el tratamiento de electroterapia para la cura de determinadas enfermedades se aconsejaba probar todos los posibles métodos de electrización tal y como se indicaba en alguno de los manuales de la época: «Cuando un género de corrientes tarde mucho en curar, aplíquese el otro género y si ninguno de los dos surte efecto, empléese la electricidad estática».

**IMPROVED**

**MAGNETO**

**FOR NERVOUS DISEASES**

**DIRECTIONS.**—Connect two metallic cords or wires and apply the handles connected with the other ends of the through which it is desirable to pass the current of Electricity. The strength of the current is regulated by the speed and by the Knob on the

**THE MEDAL**



**MULTIPLICA**

Con el descubrimiento de la pila (Volta, 1800) y sobre todo de la ley de la inducción electromagnética (Faraday, 1831), los métodos terapéuticos basados en la electrización estática entraron en desuso, al tiempo que se multiplicaron los derivados de las corrientes galvánicas (galvanización) e inducidas (faradización).

Los peces eléctricos son conocidos desde la Antigüedad: aparecían representados en algunos enterramientos egipcios y en la Roma clásica se utilizaban ejemplares como la raya para tratar trastornos como la parálisis, el dolor de cabeza o la gota.

A la hora de escoger qué tipo de aparato de electroterapia adquirir, el profesional valoraba, además de la sencillez en el manejo, otras características importantes como el rendimiento eléctrico y la economía de gastos en su mantenimiento y uso diario.

Baño estático, fricción eléctrica, masaje eléctrico, ducha estática, lavado eléctrico, electropuntura, baño farádico seco y húmedo... Son innumerables los tratamientos de electroterapia que se publicitaban a lo largo del siglo XIX.

## Aparato para electroterapia

c. 1900

A lo largo del siglo XIX proliferaron los diseños y la fabricación de todo tipo de aparatos de electroterapia, tanto de corriente continua como de corrientes inducidas, resultando algunos de ellos realmente ingeniosos por su facilidad de transporte o cómodo manejo. En este modelo, la electricidad se obtiene a partir de una pequeña máquina magnetoeléctrica de accionamiento manual.



Sahumar o «dar humo aromático a algo a fin de purificarlo o para que huela bien» mediante la quema de hierbas aromáticas, fue una de las prácticas más habituales en la medicina desde la Antigüedad.



**MULTIPLICA**

La palabra chofeta es un galicismo; su etimología procede del vocablo francés *chaufferette*: calentador o estufilla. La chofeta es un objeto con forma de cuenco donde se colocan las brasas, unido en su parte inferior a un platillo que recoge la ceniza; además, contaba con dos asas laterales para su transporte.

El gusto por el coleccionismo de objetos artísticos, especialmente de plata, se desarrolla en España durante toda la Edad Moderna. El clero, la nobleza y los funcionarios demostraban su poder económico a través de los ajuares que mostraban en banquetes y celebraciones públicas.

Las chofetas de pequeño tamaño también eran utilizadas por los escribanos en invierno para calentarse los dedos, según algunos manuales del siglo xix.

La Escuela-Taller de Platería de Antonio Martínez –el platero español más famoso del siglo xviii– se instaló en un edificio neoclásico del paseo del Prado de Madrid, frente al Jardín Botánico, adquiriendo el título de Real Fábrica durante el reinado de Carlos IV en 1792. Su producción era singular, de tendencia clasicista y matices decorativos muy particulares y creativos.

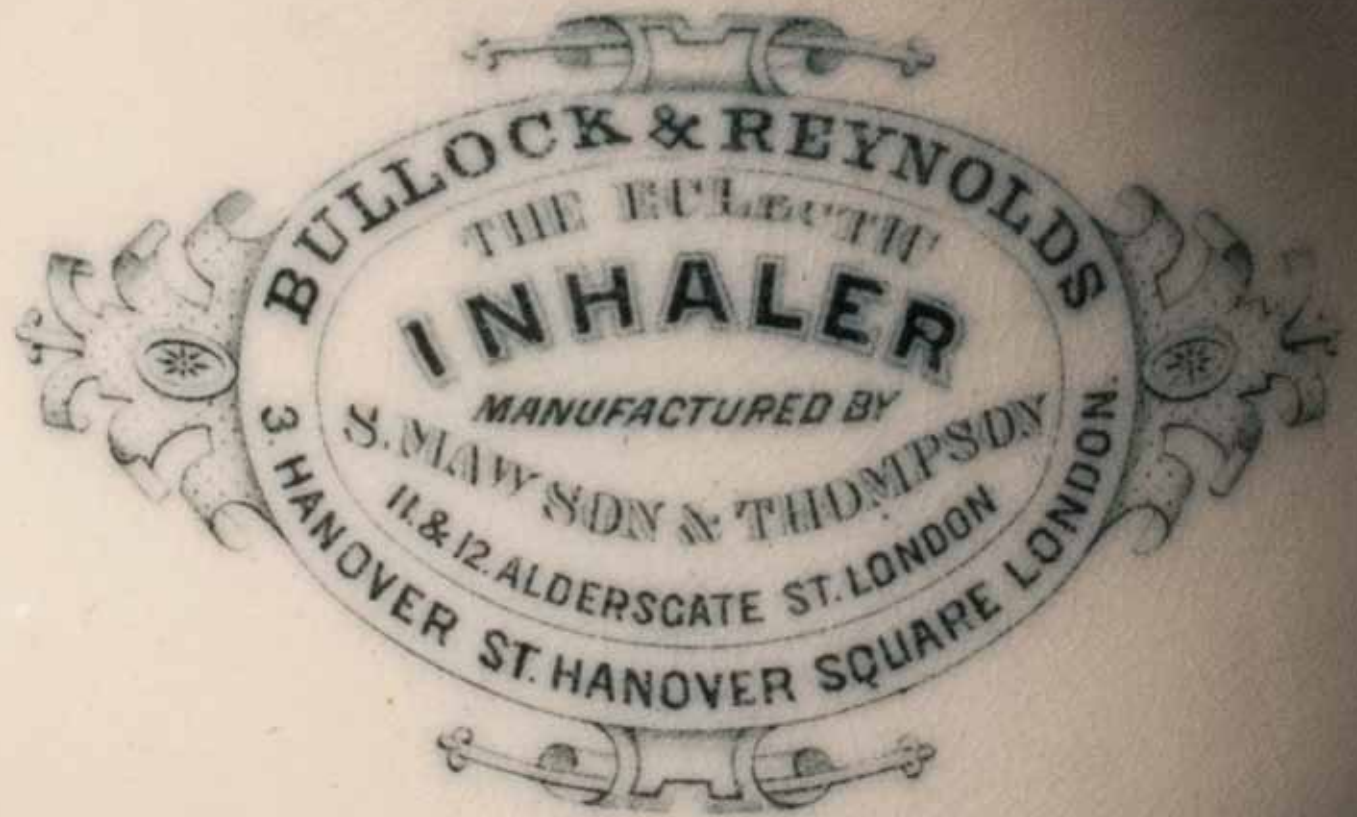
## Chofeta

1787

Real Fábrica de Platería  
de Antonio Martínez

Se empleaba como brasero para encender cigarrillos o para quemar hierbas aromáticas. La pieza procede de la célebre Fábrica de Platería de Antonio Martínez –creada durante el reinado de Carlos III, en el año 1778– quien la dirigió hasta su fallecimiento en 1798. Durante esta etapa, la fábrica se dedicó a la realización de piezas de tipo civil, predominando los diseños clásicos.

La nebulización –del latín *nebula* o niebla– de los líquidos fue incorporada en los balnearios durante el siglo XIX como tratamiento. El *vaporarium* administraba –y aún hoy lo hace– efluvios gaseosos a los pacientes para su sanación.



## MULTIPLICA

Las terapias inhalatorias eran conocidas desde el II milenio a. C. en las civilizaciones de Egipto, China y la India. Los vapores de algunas plantas eran utilizados para el remedio de enfermedades respiratorias. El Papiro de Ebers incluía una receta contra el asma a través de la inhalación del vapor de una serie de plantas.

El inhalador de la colección del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología fue fabricado por la casa británica S. Maw, Son & Thompson, especializada en la elaboración de instrumental terapéutico y quirúrgico, así como de artículos químicos. La compañía, fundada en 1807 en Londres, fue en su origen una empresa farmacéutica, dedicándose más tarde a la fabricación de instrumentos científicos.

Schneider y Waltz desarrollaron el primer pulverizador, el *hidroconion*, en 1828, si bien el primer inhalador portátil fue inventado por Sales-Girons –médico del balneario de Pierrefonds-les-Bains– en 1856 con el cual los pacientes podían preparar sus inhalaciones en su domicilio. La variante de la pulverización a caldera de Siegle impulsó su extensión al resto de países europeos.

Desde el inicio del siglo XX, la farmacología del asma devino en el detonante del perfeccionamiento de los aerosoles, reduciendo su tamaño e incrementando el número de partículas que acceden a las vías respiratorias periféricas.



## Inhalador

1880-1920

S. Maw, Son & Thompson

Los inhaladores son dispositivos para suministrar medicamentos en forma de polvo en suspensión. Estos medicamentos llegan a los pulmones y desde estos a los demás tejidos. El medicamento se inhala desde la boquilla en forma de vapor.

Las primeras patentes de este tipo de instrumentos datan de la segunda mitad del siglo XIX; los primeros sacaleches mecánicos que simulaban la succión del infante fueron patentados en la década de 1920.





**MULTIPLICA**

La leche materna humana no solamente proporciona nutrición a los recién nacidos, sino que también reduce la morbilidad producida por agentes infecciosos gracias a sus componentes inmunológicos.

La lactología consiste en el estudio completo de la leche y sus derivados: desde la producción, recogida y transformación hasta su composición, propiedades físicoquímicas, valor nutritivo, etcétera.

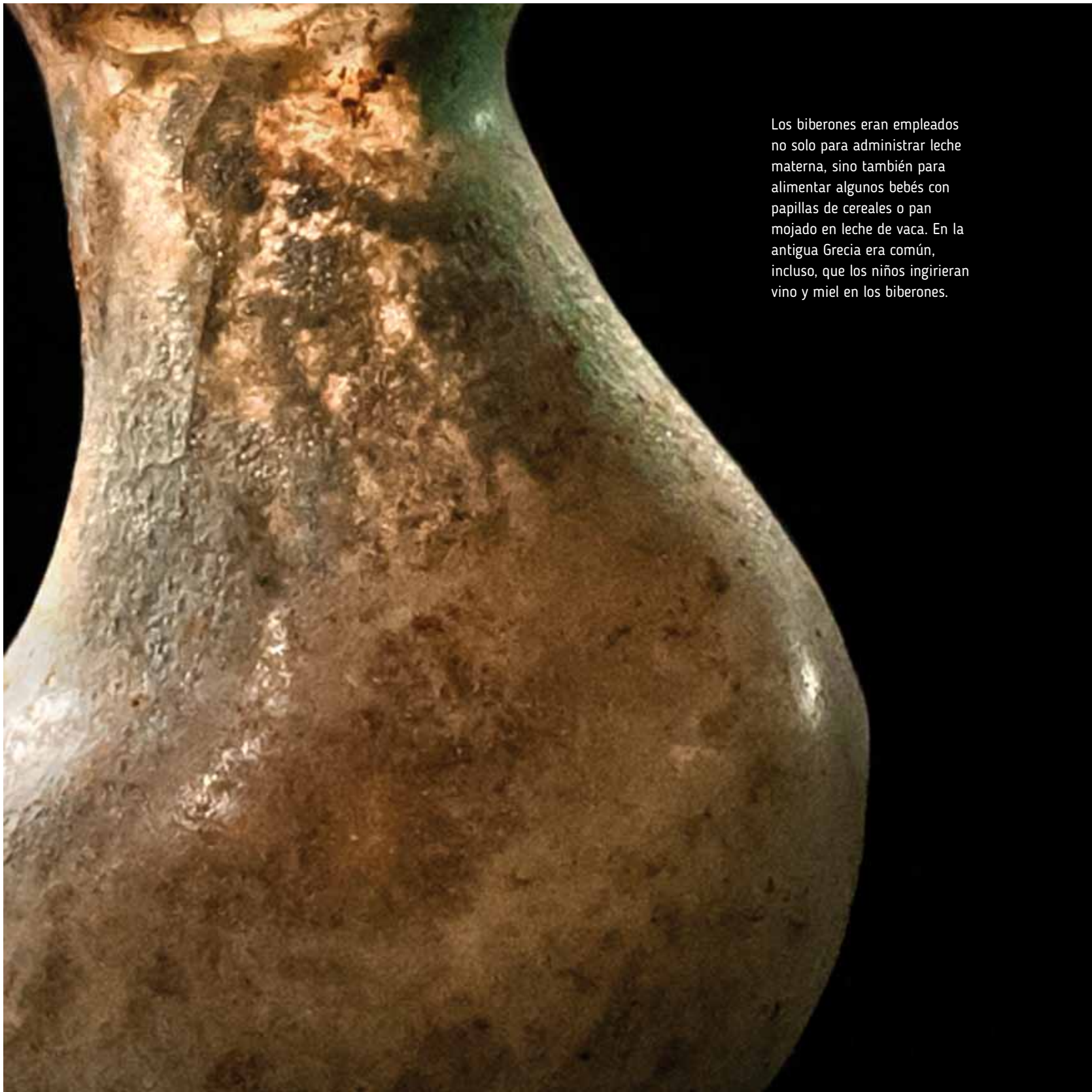
Hasta los años 90 del siglo xx, los sacaleches eléctricos solo se podían encontrar en hospitales y centros médicos para solventar casos de gran dificultad en la lactancia; sin embargo, hoy en día, su uso se ha popularizado. La compañía suiza Medela, a partir del año 1991, introdujo su popular sacaleches eléctrico en más de noventa países, incluyendo la mayor parte de las naciones de Europa y Estados Unidos.

Los antiguos griegos ya empleaban *guttus* de cerámica para la extracción de la leche materna, al igual que los romanos, con pequeños instrumentos de cristal. Durante la Edad Moderna se emplearon sacaleches en forma de pipa que en ocasiones causaban daños y enfermedades en el pecho materno.

## Sacaleches

1850-1900

Instrumento que permite la extracción de la leche materna. La parte más redondeada se aproximaba al pecho de la madre y se succionaba a través del otro extremo extrayendo ella misma su propia leche, lo que permite alimentar al bebé con un biberón en cualquier momento.



Los biberones eran empleados no solo para administrar leche materna, sino también para alimentar algunos bebés con papillas de cereales o pan mojado en leche de vaca. En la antigua Grecia era común, incluso, que los niños ingirieran vino y miel en los biberones.



**MULTIPLICA**

Según la Real Academia Española (RAE) un biberón –palabra de origen francés que a su vez deriva del latín *bibere* o beber– es «un utensilio para la lactancia artificial que consiste en una botella pequeña de cristal, porcelana u otra materia, con un pezón, generalmente de goma elástica, para la succión de la leche».

Si bien a lo largo de la historia la lactancia materna ha constituido la manera principal de alimentar a los bebés, también se ha recurrido a nodrizas –las *nutrix* o amas de cría en la antigua Roma– y biberones para realizar esta tarea.

Los primeros biberones de la Antigüedad, hallados en excavaciones arqueológicas que datan del año 1500 a. C., se fabricaron en barro, piedra, metal e incluso madera. Durante la Edad Media las clases populares empleaban un cornete o cuerno de vaca perforado con un pezón de cuero. Con la Revolución Industrial estos antiguos biberones fueron considerados antihigiénicos dando paso a otros diseños más fáciles de limpiar. Los biberones no higienizados ni esterilizados fueron durante muchos siglos una de las causas de la elevada mortandad infantil.

Desde finales del siglo XVIII se trató de obtener una fórmula sustitutiva de la leche materna.

## Biberón

Siglos I-II

Los biberones comenzaron a utilizarse en Babilonia, en el II milenio antes de nuestra era. Griegos y romanos también los empleaban. Los diseños han experimentado muchas variaciones: desde los que presentaban dos orificios –uno de ellos mayor para que pudiera taparse controlando el flujo de leche–, hasta los actuales con tetina. También han variado los materiales de fabricación: arcilla, plata, vidrio, etcétera.

Probablemente esta pieza fue fabricada en la Real Fábrica de Cristales de La Granja (Segovia), uno de los edificios industriales más significativos de la Europa de la Ilustración, erigido por Carlos III en 1770. En sus más de 25 000 metros cuadrados de superficie se halla actualmente el Museo Tecnológico del Vidrio y su Escuela Superior.





## MULTIPLICA

Las trampas para atrapar insectos se han utilizado desde antiguo. En la Inglaterra victoriana los artesanos del vidrio elaboraban atrapamoscas de dos piezas con formas muy diversas, como, por ejemplo, pequeñas cúpulas o botellas.

Los cebos eran sumamente variados e incluían desde alimentos hasta sustancias tan tóxicas para los insectos como para los humanos.

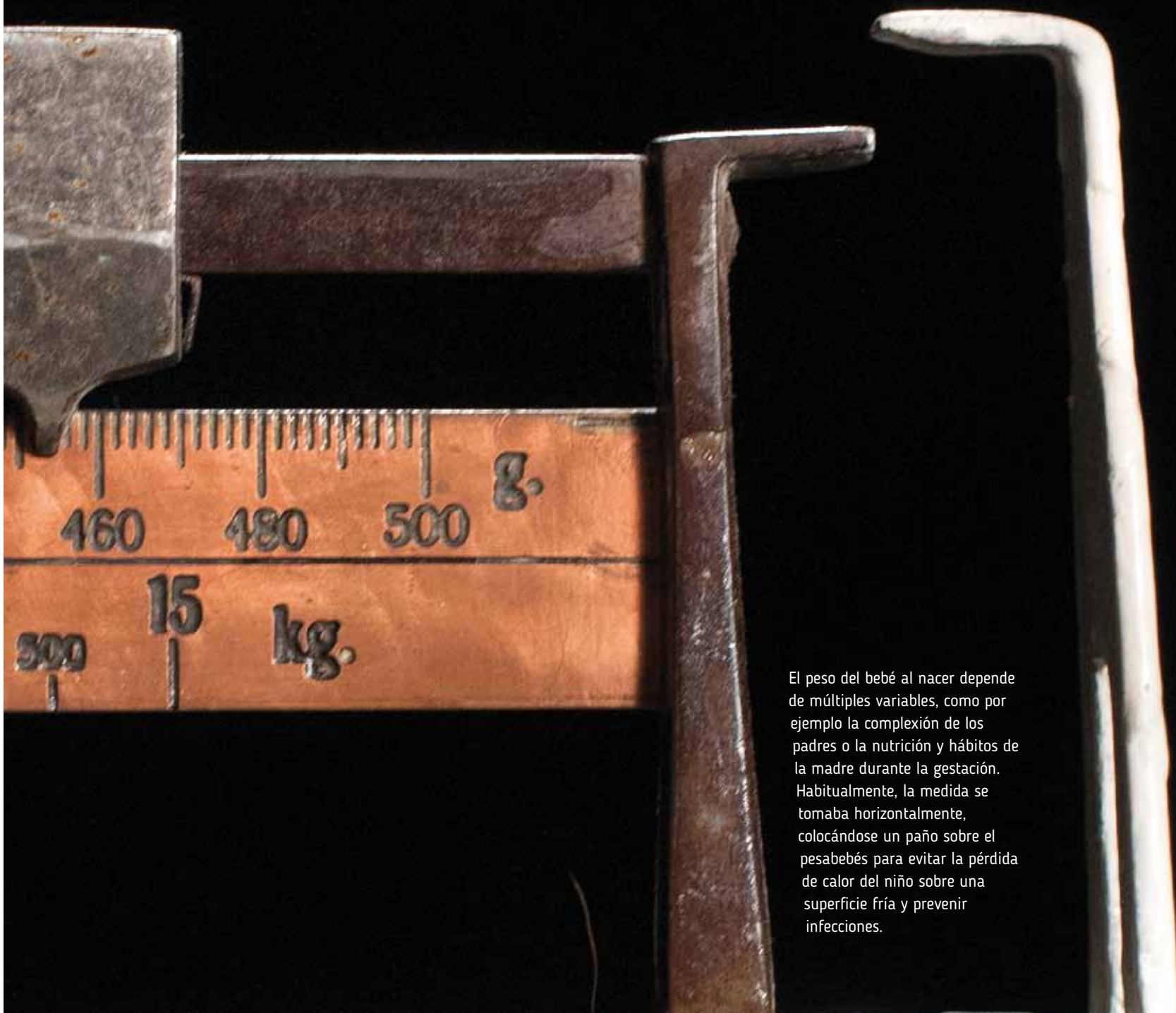
Los atrapamoscas de vidrio se inspiran en las plantas carnívoras o insectívoras presentes en la naturaleza. Charles Darwin publicó en 1875 *Insectivorous plants*, el primer tratado sobre este tipo de vegetación que representa a doce familias de angiospermas o plantas con flores –presentes en todos los continentes–, detallando sus sistemas de adaptación al medio. Las plantas carnívoras atraen, capturan, digieren y absorben nutrientes de sus presas. Darwin redactó esta obra durante catorce años, fruto de su trabajo como naturalista y fisiólogo vegetal, acompañándola de las ilustraciones realizadas por sus hijos Francis y George.

El primer monarca de la dinastía Borbón en España, Felipe V, imbuido de las ideas mercantilistas de Colbert en Francia impulsó, a través de la creación de las manufacturas reales, la calidad de las industrias nacionales con el fin de restringir la dependencia comercial del exterior. La Real Fábrica de Porcelana del Buen Retiro y la Real Fábrica de Tapices son otros dos ejemplos de esta política.

# Atrapamoscas

Finales del siglo XVIII

Trampa de vidrio para moscas y otros insectos. Se rellenaba con agua y sustancias dulces con la finalidad de atraer a los insectos y atraparlos en su interior. En la actualidad, aún se utilizan este tipo de utensilios en los ámbitos rurales.



El peso del bebé al nacer depende de múltiples variables, como por ejemplo la complexión de los padres o la nutrición y hábitos de la madre durante la gestación. Habitualmente, la medida se tomaba horizontalmente, colocándose un paño sobre el pesabebés para evitar la pérdida de calor del niño sobre una superficie fría y prevenir infecciones.



**MULTIPLICA**

Las balanzas son conocidas desde la Antigüedad. En la iconografía egipcia, la psicostasis o peso de las almas era realizada por Thot, deidad de la sabiduría, quien sostenía la balanza durante el juicio de Osiris, donde el espíritu del difunto luchaba por su salvación. En uno de los extremos de dicha balanza se situaba el corazón del fallecido y en el opuesto, la pluma de Maat, símbolo de la verdad. Ante las preguntas de los dioses sobre su conducta, la balanza inclinaría su peso hacia la inmortalidad o hacia su condena.

La medida somatométrica o dimensiones corporales del recién nacido puede señalarse como uno de los indicadores más utilizados para reflejar la situación de la sanidad de un país, e indica las posibilidades de supervivencia del bebé.

Desde 1980 el Instituto Nacional de Estadística refleja la información acerca del peso de todos los recién nacidos en España a partir del Boletín estadístico de parto.

En la actualidad, es posible conectar las básculas electrónicas con redes de datos con el fin de monitorizar la evolución del peso, así como de la grasa corporal y otros datos de interés.

## Balanza pesabebés

c. 1930

Esta pieza representa el tipo más común de báscula pesabebés en los albores del siglo xx. La evolución del peso de los niños es un dato de capital importancia, ya que determina la evolución de su crecimiento y si se halla dentro de los límites normales, un hecho que puede ser indicativo de enfermedades u otro tipo de problemas médicos.

“La tecnología  
es la naturaleza  
desprovista  
de lujuria”

Don DeLillo, *Ruido de fondo* (1985)

The background of the slide is a stylized sunburst or sun-like pattern. It features a central dark orange circle from which numerous curved, wavy lines radiate outwards. These lines are composed of alternating bands of light orange and a slightly darker shade of orange, creating a sense of depth and movement. The overall color palette is monochromatic, using various tones of orange and yellow.

Tecnoevolución

La empresa sueca Ericsson era la mayor productora de teléfonos de la época –de hecho, fue la compañía con mayor difusión en la España de finales del siglo XIX–. La compañía había sido fundada en 1876 en Estocolmo por Lars Magnus Ericsson, quien adquirió el primer teléfono Bell para estudiar su funcionamiento.





### MULTIPLICA

El fundador de la empresa Ericsson diseñó personalmente el modelo más característico de la firma, fabricado en simple acero lacado.

Este teléfono es uno de los primeros en los que se disponían el auricular y el micrófono en un solo cuerpo. Además, el aislamiento de los cables se realizaba con hilo de seda y algodón.

En la parte inferior se encuentran las campanas del timbre. Mediante la manivela de la derecha se generaba la corriente necesaria para hacer sonar el teléfono o la centralita a la que se llamaba.

Actualmente, Ericsson es una compañía de telecomunicaciones global con sedes en todos los continentes. La empresa se estableció en España en 1922 con el nombre de Compañía Estatal de Teléfonos Ericsson, S. A. Muy pronto abrió una sucursal de la empresa en Barcelona y poco después en San Sebastián, contribuyendo al desarrollo de la telefonía en nuestro país. En la España de los albores del siglo xx los teléfonos Ericsson eran ya célebres. La Compañía Madrileña de Teléfonos ofrecía en sus instalaciones la posibilidad de incorporar aparatos especiales de lujo con pagos de 20, 30 o 40 pesetas adicionales a la cuota de abono, incluyendo «los de la casa Ericsson», muy apreciados por su lujoso diseño.

## Teléfono

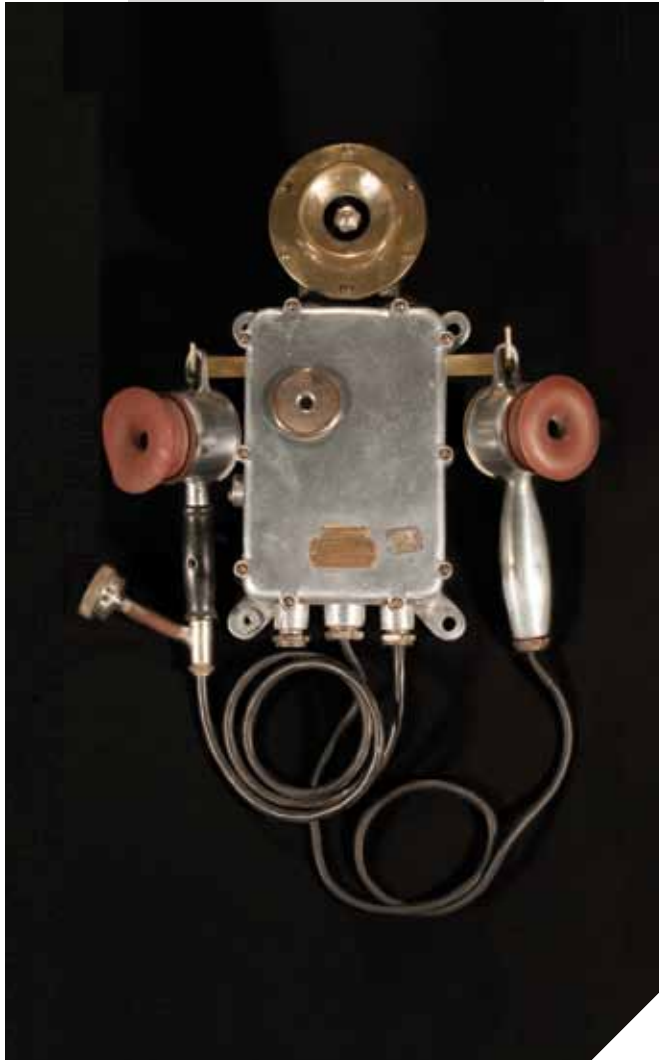
1892-1900

L. M. Ericsson & Co.

Este teléfono de sobremesa destaca por su forma y decoración, mucho más recargada que la de sus coetáneos americanos. Se consideraba un objeto suntuario, de ahí su elevado precio. Este modelo en concreto era conocido como *esqueleto*, ya que por su diseño no disponía de tapas o carcasas, permitiendo ver su estructura interior.

Fabricaciones Eléctricas Navales y Artilleras, empresa de Ferrol, inició su andadura en el decenio de 1940 con una plantilla de más de 500 empleados. Fabricaba teléfonos y motores eléctricos para el Ejército y la Armada. En el caso de los teléfonos, la empresa ferrolana transformó modelos y registró nuevas patentes.





### MULTIPLICA

Durante el siglo XIX, las comunicaciones internas en el interior de los navíos se realizaban mediante un sistema de tuberías acústicas. Más tarde, se emplearon telégrafos y teléfonos internos, precedentes del interfono, para transmitir maniobras desde el puente de mando a la sala de máquinas. En la actualidad, la informatización permite la gobernación del barco desde cualquier alerón o desde el puente sin necesidad de transmitir tantas órdenes.

Construido en bronce y aluminio, se trataba de un teléfono de punto a punto, es decir, destinado a uso interior en el propio barco. Cada teléfono se conectaba directamente con otro.

Dispone de una gran bocina exterior con el fin de que pudiera oírse en zonas de enorme ruido ambiental, como la sala de máquinas. Se fijaba firmemente a la pared con cuatro tornillos.

Esta pieza dispone de mangos para dos personas: uno con auricular y micrófono, y otro únicamente con auricular.

## Teléfono de barco

c. 1945

Fabricaciones Eléctricas, Navales  
y Artilleras

Estos teléfonos se caracterizaban por su funcionamiento en condiciones muy adversas: por este motivo se fabricaban con materiales resistentes que soportaran bien la humedad, nunca en hierro o madera. Se distinguían también por su blindaje: la humedad no penetraba en su interior y les otorgaba una apariencia de robustez y durabilidad.



El joven Orson Welles demostró en 1938 el inmenso poder de la radio en aquella época con su dramatización en forma de noticiario de *La guerra de los mundos* de H. G. Wells. Durante una hora, más de doce millones de personas tomaron por real una invasión alienígena de la Tierra, desatando el pánico en ciudades como Nueva York o Nueva Jersey.



## MULTIPLICA

La empresa Telefunken fue creada en 1903 para desarrollar la telegrafía inalámbrica por dos compañías rivales, AEG y Siemens, gracias al impulso del káiser Guillermo II.

Los anuncios publicitarios de este modelo situaban a toda la familia alrededor del aparato receptor para disfrutar de la tecnología alemana y de su «sonido en relieve». La radio en la década de los años 30 constituía, ciertamente, el medio de comunicación de masas más importante, como se refleja en la cinta ganadora del Óscar a la mejor película *El discurso del rey* (2010), protagonizada por Colin Firth. En su mensaje radiado a todo el Imperio británico, el rey Jorge VI anunciaba a su pueblo que la guerra contra Alemania estaba a punto de comenzar.

Este receptor de onda media, como todos los de aquella época, necesitaba de una larga antena exterior que se conectaba a la parte trasera del aparato, con la finalidad de recibir correctamente las emisoras.

Uno de los mayores éxitos alcanzados por Telefunken en el mundo audiovisual fue su micrófono U47, introducido en 1948 y utilizado por los más importantes cantantes del siglo xx, como Frank Sinatra o The Beatles.

## Receptor de radio

c. 1931

Telefunken

Representa, con su circuito superheterodino, la máxima evolución de los receptores con válvulas. Su complejo funcionamiento permitía una selección de frecuencia más ajustada. Es uno de los primeros modelos de los aparatos conocidos como *de capilla*, característico en el decenio de 1930, donde se unen en un solo elemento la radio y el altavoz.



# TALLERES TELMAR MADRID

La compañía Marconi creó una subsidiaria llamada Marconiphone –con sede principal en Londres–, para el desarrollo de los receptores domésticos, operativa entre 1922 y 1929. La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos, concesionaria en España de las patentes de la Marconi Wireless Telegraph Co. Ltd se transforma en 1917 en Talleres Electromecánicos CE, también conocida como TELMAR, acrónimo de Telegrafía Marconi, modificando su denominación a Marconi Española en 1935.



MULTIPLICA

La galena es una de las principales menas del plomo y presenta propiedades ya apreciadas desde la Antigüedad. Se utilizaba como base para la fabricación del kohl, un producto empleado como maquillaje –delineador para los ojos– característico en la iconografía egipcia.

El circuito de este tipo de receptores de radio se reduce a una antena, el cristal de galena, y un bobinado de material conductor a través del cual se sintoniza el aparato. No necesita batería, pues funciona con la energía captada de las ondas hercianas.

La principal cualidad de la galena como semiconductor es la de permitir el flujo de corriente eléctrica en una sola dirección, propiedad denominada *conductibilidad unilateral*.

Para su funcionamiento se utiliza el contacto de una punta metálica llamada buscador o *bigote de gato* que se desplaza sobre la superficie del cristal de galena –no conservada en esta pieza–, hasta encontrar un punto sensible en el que se produce el citado fenómeno de conductibilidad unilateral.

## Receptor de galena

c. 1930

TELMAR

Las radios de galena son receptores de radiofrecuencia. Su funcionamiento está basado en las propiedades eléctricas de la galena (PbS), un semiconductor natural. La señal producida por estos aparatos resultaba muy débil, por lo que era preciso utilizar auriculares para su escucha al no disponer de amplificador. Este tipo de receptores –muchos de ellos de fabricación casera– fueron muy populares en los años 20 y 30 gracias a su bajo precio y fácil manejo.



La baquelita fue el primer plástico enteramente sintético. Este material –duro pero maleable– fue creado por el químico belga Leo Baekeland a principios del siglo xx, transformando la producción industrial de aparatos tecnológicos. Exprimidores, cocteleras, secadores, teléfonos y aparatos de radio, entre otros, se democratizaron y popularizaron gracias a la baquelita.



## MULTIPLICA

La popularidad de la música en los años 50 y 60 convirtió los tocadiscos para *singles* en uno de los objetos tecnológicos más deseados por los adolescentes y los jóvenes en Europa y en Estados Unidos, empleándose para escuchar los últimos *hits* del *rock and roll* y del pop.

En el dial de este aparato se reflejan las emisoras más utilizadas, indicándose la frecuencia de distintas ciudades europeas y españolas. Dispone de tres bandas diferentes que se seleccionaban mediante los botones situados en su parte frontal.

Reproducía discos denominados *microsurco*, en contraposición a los antiguos de pizarra cuyos surcos eran más anchos y visibles. En los microsurcos las estrías están mucho más próximas entre sí –normalmente a menos de 0,12 mm–, facilitando el registro de un mayor número de grabaciones. Peter Goldmark (1906-1977), ingeniero americano de origen húngaro, ideó el LP de 33 1/3 revoluciones por minuto que transformaría la industria del disco durante cuarenta años.

Telefunken, desde su fundación, se convirtió rápidamente en una de las empresas más relevantes para el desarrollo de la radio y las comunicaciones en todo el mundo, especialmente en el perfeccionamiento del radar, así como en la invención de la televisión en color basada en el sistema PAL.

## Receptor de radio con tocadiscos

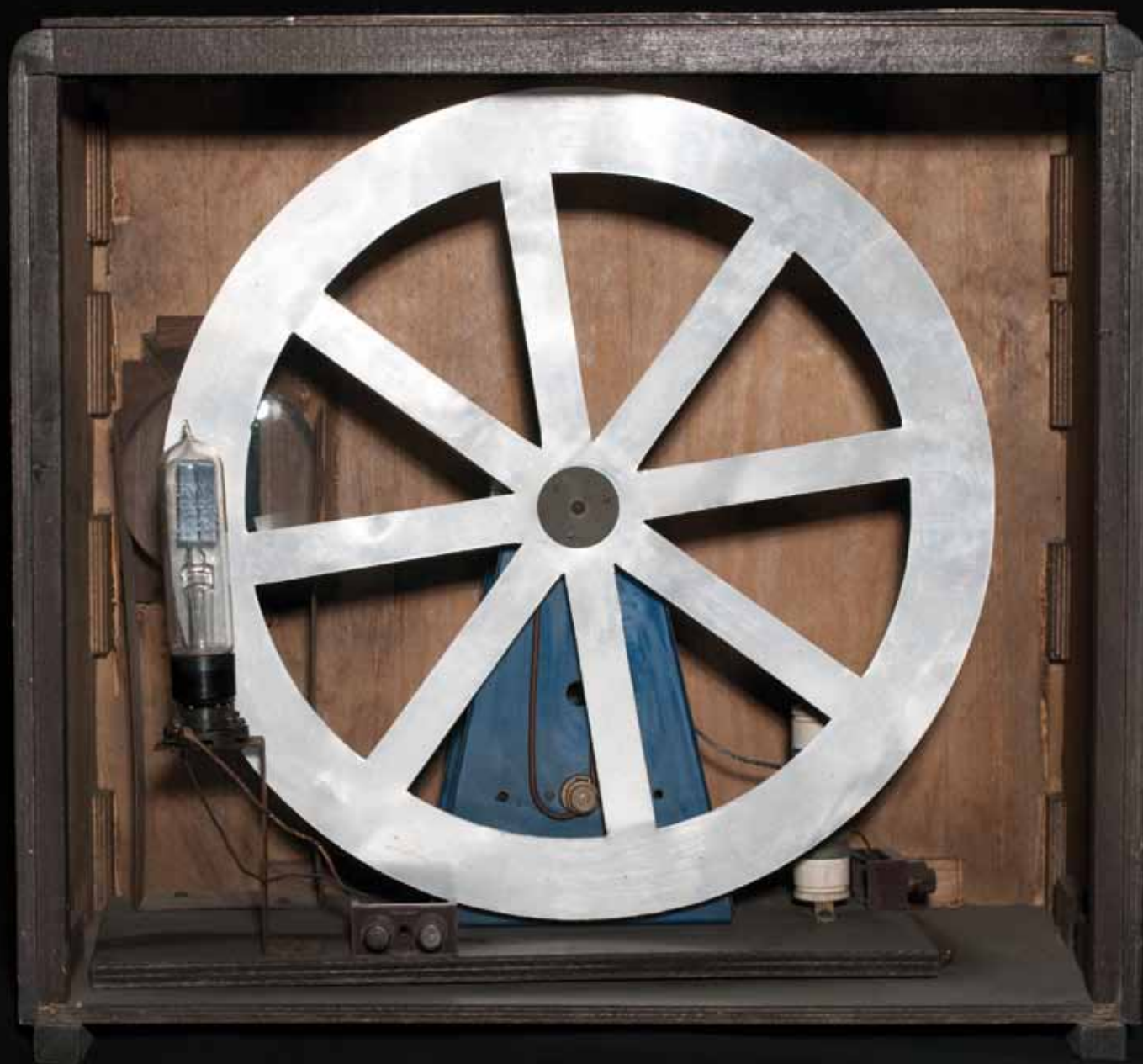
c. 1950

Telefunken

Donación de D. Juan Puerto Membrillo

La caja está realizada íntegramente en baquelita. En el frente dispone del dial y en la parte superior –de forma disimulada–, de un tocadiscos de pequeño tamaño destinado a *singles*. Para la reproducción de los discos se utilizaba el sistema de amplificación de la radio.

La primera fotografía conocida de una imagen generada por el televisor de John Baird (c. 1926) fue la de su socio Oliver Hutchinson.





## MULTIPLICA

John Baird (1888-1946) fue el primero que logró transmitir imágenes en movimiento a través de las ondas. Ocurrió en 1926, y apenas dos años después tuvo lugar la primera retransmisión de televisión transatlántica entre Londres y Nueva York.

Los primeros televisores eran meramente experimentales y muchos se vendían en kits para ser montados por los radioaficionados. Este modelo debía conectarse al receptor de radio.

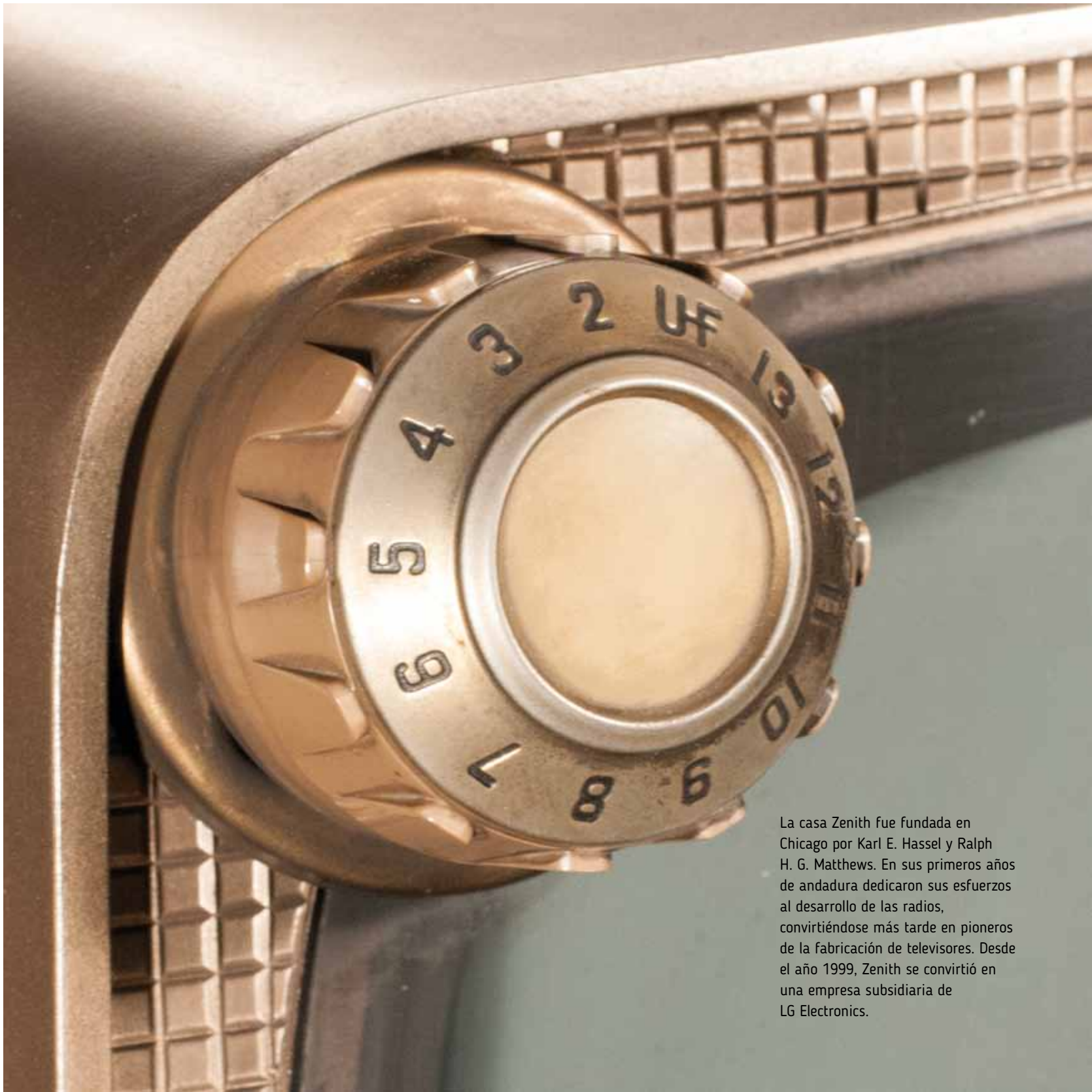
Cuando el disco giraba, cada agujero proyectaba sobre la pantalla un punto cuyo color dependía de la lámpara, generalmente de neón, por lo que la imagen se veía en rojo y negro. La imagen que se deseaba transmitir debía estar fuertemente iluminada, de forma que la luz que llegara al disco fuera lo suficientemente potente como para que la señal eléctrica resultante se transmitiera correctamente por cable o por radio.

El tamaño de la pantalla de este televisor es de 4 pulgadas. La calidad de la imagen que ofrecía dependía del tamaño, número y separación de las perforaciones del disco de Nipkow, que en este caso suma hasta treinta orificios, proporcionando una imagen relativamente deficiente.

## Televisor

c. 1930

Los primeros televisores fueron mecánicos y utilizaron un particular sistema para la transmisión de la imagen: el disco inventado por Paul Nipkow en 1884. Disponía de una serie de perforaciones que, al girar, descomponían la imagen en puntos de luz. Esta señal era transmitida por radio y recompuesta en el receptor mediante otro disco de iguales características que giraba sincronizado con el emisor.



La casa Zenith fue fundada en Chicago por Karl E. Hassel y Ralph H. G. Matthews. En sus primeros años de andadura dedicaron sus esfuerzos al desarrollo de las radios, convirtiéndose más tarde en pioneros de la fabricación de televisores. Desde el año 1999, Zenith se convirtió en una empresa subsidiaria de LG Electronics.



## MULTIPLICA

En el año de fabricación de este televisor, 1957, fue lanzado por la Unión Soviética el primer satélite artificial del mundo, el Sputnik I. En el intento por mantener la supremacía del modelo capitalista o del comunista entre EE. UU. y la URSS, el desarrollo tecnológico, militar y propagandístico que suponía la carrera espacial jugó un papel esencial en la difusión de las respectivas ideologías de las dos superpotencias. En un principio, fue la Unión Soviética quien resultó triunfante en esta lucha por conquistar el espacio exterior con hitos como el lanzamiento del Sputnik I o la hazaña de Yuri Gagarin en 1961, primer ser humano en viajar al espacio orbitando en torno a la Tierra.

El televisor se publicitaba con el eslogan de «Chasis with 16,500 volts of picture power», en referencia a la tensión necesaria para su funcionamiento. Los tubos de rayos catódicos –producto de la investigación científica en el ámbito de las descargas eléctricas en gases enrarecidos– y las pantallas fosforescentes propiciaron una auténtica revolución en las comunicaciones televisivas.

A pesar de ser un televisor portátil y de contar con un asa para su fácil transporte, el aparato pesaba más de 20 kg. Este modelo en concreto fue creado por Arpad Roth.

Zenith fue la primera empresa que introdujo el mando a distancia inalámbrico para televisores, en torno al año 1954.

## Televisor

c. 1957

Zenith

Donación de D. Sisenando Alameda

Televisor de aspecto futurista cuya comercialización coincide con el periodo de la carrera espacial entre Estados Unidos –país donde se fabrica este aparato– y la Unión Soviética. Este modelo A1718L de Zenith tenía un tamaño de pantalla de 17 pulgadas y sintonizaba las frecuencias VHF/UHF.

“Pero, ¿qué  
hace a los  
hogares de hoy  
tan diferentes,  
tan atractivos?”

Richard Hamilton, 1956



Hogar, dulce hogar



La empresa Agustín Victorero y Hermanos ideó una máquina de sobremesa para liar cigarrillos que ganaría el Gran Premio en las exposiciones internacionales de Roma, Génova y Barcelona. Registraron la patente en España en 1915 y, para proteger sus exportaciones, patentaron el aparato también en Inglaterra, Estados Unidos, Francia, Alemania e Italia.



### MULTIPLICA

La máquina constaba de una estructura de metal niquelado con una tolva elevada donde se introducía la picadura de tabaco. Un sistema distribuidor iniciaba el desequilibrio de la balanza para que depositara la cantidad exacta de tabaco para un cigarrillo. A continuación se tomaba una hoja del papel del depósito destinado a este fin y, tirando suavemente de la manilla de la corredera, se desprendía el cigarrillo perfectamente envuelto, pegado y cerrado en sus extremos.

Enormemente publicitada, la máquina Victoria –cuyo logotipo era una chapa con el sol naciente y su nombre comercial rematado en dorado– utilizó diversos eslóganes: «Higiénica, bonita, práctica»; «El fumador se deleita con los cigarrillos de la dueña del hogar cuando están hechos con la máquina Victoria» o «Todos los fumadores de buen gusto hacen sus cigarrillos con la máquina Victoria».

Su precio en 1922 era de 125 pesetas. Esta invención no tuvo competencia hasta la aparición de la máquina Conchita en Oviedo en 1941.

Los hermanos Victorero emigraron a México a finales del siglo XIX en busca de fortuna y negocios, fundando un próspero negocio de tabaquería y papelería en Coahuila. La revolución de Pancho Villa, en 1910, les obligó a huir, retornando a Lastres (Asturias). En su tierra natal triunfaron de nuevo comercialmente vendiendo algodón a Inglaterra durante la I Guerra Mundial.

## Máquina para liar cigarrillos

1920-1930

Victoria

Donación de D. Juan Zozaya Stabel-Hansen

Hasta hace relativamente pocos años, era frecuente la fabricación casera de los cigarrillos; para este fin se disponía de máquinas, algunas muy sencillas, consistentes en pequeñas esterillas, o bien de otras más complicadas –como esta pieza del Museo–, que de forma automática liaban el cigarrillo, lo engomaban e incluso le ponían el filtro.

A close-up photograph of a dark, curved metal surface, likely part of a centrifugal fan or pump. Two circular holes are visible on the surface. A thick black cable runs diagonally across the left side of the frame. The lighting is dramatic, with bright highlights on the metal surface and deep shadows in the holes and along the cable.

En los inicios de la  
Revolución Industrial, en  
1832, Omar-Rajeen Jumala  
creó un ventilador centrífugo:  
una bomba de aire que fue  
utilizada en fábricas y minas.



## MULTIPLICA

Los primeros ventiladores conocidos aparecieron en la antigua India. El *punkah* –o abano, en castellano– consistía en un leve armazón colgado del techo recubierto de hojas de palmera o ropajes, movido hacia adelante y hacia atrás por un sistema de poleas que accionaban los siervos. Era utilizado en palacios y grandes mansiones.

Schuyler Skaats Wheeler fue uno de los responsables del control del suministro eléctrico de la ciudad de Nueva York entre 1888 y 1895. En 1904 obtuvo la Medalla John Scott del Instituto Franklin por la invención del ventilador eléctrico en 1886.

Paralelamente, en 1902, el inventor e ingeniero estadounidense Willis Haviland Carrier enunció la teoría básica del aire acondicionado con su fórmula psicométrica racional, el primer sistema de control de la temperatura y la humedad. Más tarde, en 1915, fundaría la empresa de fabricación de equipos de aire acondicionado Carrier Corporation.

Este ventilador funcionaba a 110 V, corriente eléctrica habitual en las viviendas españolas hasta los años 80 del siglo xx. Sorprende su fabricación enteramente metálica: aunque era habitual en la época, incrementaba la posibilidad de que se produjeran cortocircuitos.

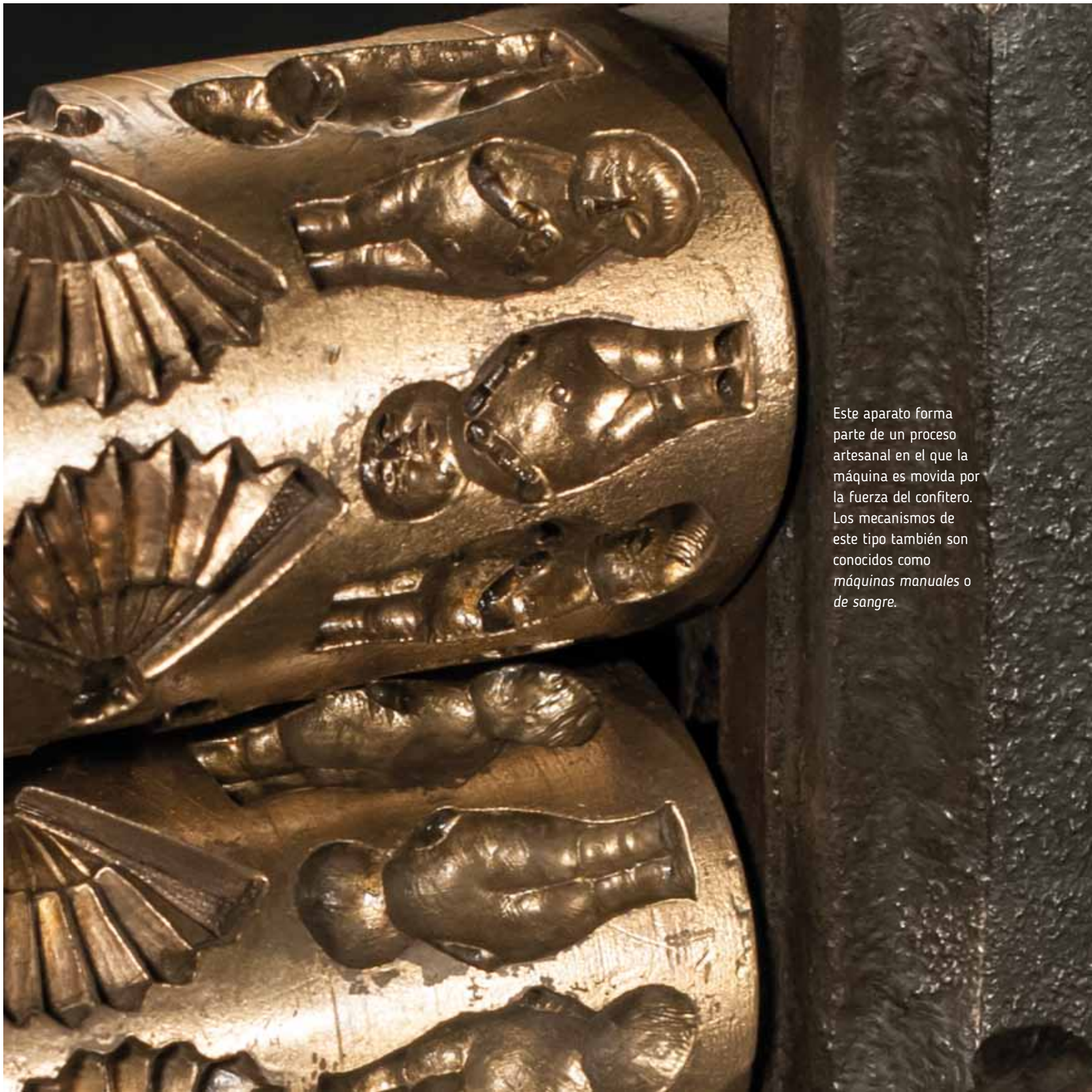
## Ventilador

1920-1940

Electrodo

Donación de D. Victorino Bodas Domínguez

Característico ventilador eléctrico que, con ligeras variaciones, se fabricó a lo largo de todo el siglo xx. Dispone de un soporte, un motor, aspas y una protección de alambre para evitar accidentes. Los primeros ventiladores eléctricos fueron diseñados hacia 1886 por Schuyler Skaats Wheeler, discípulo de Edison, defensor e impulsor de los electrodomésticos, aunque muchos de ellos no se popularizarían hasta muchos años después.



Este aparato forma parte de un proceso artesanal en el que la máquina es movida por la fuerza del confitero. Los mecanismos de este tipo también son conocidos como *máquinas manuales o de sangre*.



## MULTIPLICA

Los cilindros o rodillos son de bronce y están tallados a mano. En la fábrica disponían de varios juegos distintos para la fabricación de caramelos con diferentes formas y tamaños. Los diseños de los dulces eran los característicos del decenio de 1930 e imitaban muñecos conocidos por los niños.

La base para la fabricación de los caramelos se elaboraba mediante la cocción de una mezcla de agua y azúcar, a la que se añadían aromas y colorantes.

Aunque este tipo de máquinas provenían del siglo xix, su fabricación continuó –al menos en España– hasta mediados del siglo xx, utilizándose en pequeñas pastelerías, especialmente en el ámbito rural.

El Chupa Chups, uno de los caramelos más famosos del mundo, tiene origen español. Enric Bernat ideó en 1958 un caramelo de bola unido a un pequeño palo y lo recubrió de un envoltorio de plástico diseñado por el pintor Salvador Dalí. El éxito que alcanzó no se limitó a España, sino que trascendió nuestras fronteras. Francia, Alemania, Estados Unidos y recientemente China, sucumbieron a este innovador caramelo de distintos sabores.

## Máquina para hacer caramelos

c. 1900

Una vez realizada la masa, aún caliente y con una consistencia viscosa era colocada en la máquina y dispuesta para pasar entre los rodillos, obteniéndose los caramelos por el lado opuesto. Se podían realizar diferentes tipos, tales como pequeñas bolas, figuras o los tradicionales cuadrados, puesto que los rodillos eran intercambiables.

En los inicios del siglo xx, Hubert Cecil Booth inventó en Inglaterra la primera aspiradora eléctrica, *Puffing Billy*, que fue usada para limpiar la Abadía de Westminster en la coronación del rey Eduardo VII. Más tarde, James Murray Spangler ideó la primera aspiradora eléctrica portátil, cuya patente vendió a su primo William Hoover, origen de la Hoover Company. Su impacto en el mercado fue tal que aún hoy en lengua inglesa la palabra empleada para el vocablo aspirador es *vacuum* o *hoover*.



## MULTIPLICA



La tradicional forma cilíndrica de las aspiradoras se mantuvo hasta épocas recientes, especialmente en las americanas. Este modelo no dispone de ruedas y sus cepillos de limpieza son de madera.

Los arqueólogos han descubierto restos de escobas, fabricadas con sorgo –un género de gramíneas– en yacimientos que datan del año 2300 a. C. en Babilonia, Egipto y la India. Los romanos utilizaban esponjas suaves incrustadas en largos cepillos de mirto para la limpieza. Con la introducción de los suelos de piedra en las casas de la Europa medieval, se emplearon escobas de ramas similares a las que ahora asociamos a las brujas o a las novelas de Harry Potter.

Los aparatos de uso doméstico como las aspiradoras se introdujeron en los hogares procurando un importante ahorro de tiempo y de trabajo en las tareas diarias. Su impacto, en términos económicos y sociales, fue enorme, llegando a favorecer, incluso, los nuevos modelos de familia.

Los modelos y tamaños de aspiradoras evolucionaron enormemente a lo largo del siglo xx, siendo Hoover, Electrolux y Dyson algunos de los principales fabricantes. Actualmente, las aspiradoras robotizadas circulares con sensores que detectan obstáculos y desniveles, han aliviado aún más las tareas de limpieza.

## Aspiradora

c. 1950

Electrospiro

Donación de

D. Jesús González de la Lastra

Tradicionalmente las aspiradoras presentaban este diseño alargado, en este caso vagamente futurista. Es posible apreciar en su composición la mezcla de diferentes materiales, en una época en la que la introducción de los plásticos era todavía estética y no estructural. Dispone, como las actuales, de diferentes cepillos adaptables a cada uso.



La amplificación del sonido se lograba a través de la bocina, cuyas formas, decoración y materiales evolucionaron a través del tiempo. En ocasiones las grandes bocinas de metal se asemejaban a una trompa. Esta similitud es posible que se vinculara con la elección de Mammut como nombre de la marca comercial.



### MULTIPLICA

Estos gramófonos resultaban imprescindibles en los bailes de la época, almacenándose en la parte inferior del mueble los discos en sus álbumes.

No solamente se grababan piezas relacionadas con el ocio, sino también otras relacionadas con la investigación y la educación –lecciones de inglés o francés, por ejemplo–, además de discursos de ilustres personajes de la época.

En un principio, los repertorios musicales eran limitados, puesto que las grandes figuras de la canción de la época eran reacias a registrar sus voces. Sin embargo, rápidamente comenzaron a grabarse piezas de todos los estilos musicales: zarzuela, obras de compositores contemporáneos o de épocas anteriores y arias de ópera de grandes cantantes de aquel tiempo como Enrico Caruso.

Los mamuts fueron una especie extinta de elefantes encontrados como fósiles en los depósitos del Pleistoceno en todos los continentes, salvo en Australia y Sudamérica. El mamut siberiano es el mejor conocido por los científicos. Aún hoy en día, en la costa norte de Siberia se buscan sus cotizadísimas defensas de marfil orientadas al mercado chino.

## Gramófono de salón

1907-1914

Mammut

Los gramófonos utilizados en espacios amplios o públicos, como este modelo, debían contar con bocinas de gran tamaño que amplificaran suficientemente el sonido reproducido. El diafragma estaba formado por una membrana de mica que, siguiendo los surcos, generaba las vibraciones que daban lugar al sonido que se transmitía a la bocina. Además, la maquinaria disponía de un resorte reforzado que permitía reproducir más discos sin necesidad de accionar constantemente la manivela.

Este gramófono, que era publicitado con el eslogan «La máquina con la voz humana», se puede considerar actualmente como un remoto precedente de las notas de voz de *WhatsApp*.

POST





### MULTIPLICA

En septiembre de 1896, Charles y Émile Pathé fundaron la Société Pathé Frères, dedicada a la venta de fonógrafos y cilindros de fonógrafo. Un año después se convertiría en la Compagnie Générale de Cinématographes, Phonographes et Pellicules con ambos hermanos como directores. Émile dirigiría el apartado de fonógrafos y Charles, el cinematográfico.

Este modelo fue diseñado por la casa Pathé para diversificar su producción, pero manteniendo el sistema de grabación utilizado por los fonógrafos, mercado del que era líder en Europa. El logo de la casa Pathé era un gallo y su lema, «Je chante haut et clair», se refería al canto de esta ave.

Los discos Pathé tenían varias particularidades: su sistema de grabación era vertical frente al resto de competidores, que empleaban el horizontal; los discos comenzaban por el centro y era necesario reproducirlos con una aguja especial de zafiro, aunque en 1932 terminó adoptando el sistema estándar de aguja metálica y grabación horizontal.

En las sondas interplanetarias no tripuladas Voyager 1 y 2, lanzadas al espacio en 1977 por la NASA, viajan sendos discos dorados titulados *Los sonidos de la Tierra*, que contienen grabaciones de sonidos e imágenes de la diversidad natural y cultural en la Tierra. La reproducción de los registros en audio se realiza a 16 2/3 revoluciones por minuto.

## Gramófono

1908

PathéPost

Con este aparato se podían grabar mensajes de voz para su remisión por correo. A este efecto disponía de dos diafragmas, uno para grabar y otro para reproducir. Los pequeños discos de este gramófono se recubrían de cera para posibilitar la grabación. Una vez realizada se introducían en un sobre y se franqueaban por correo postal.

En el inicio del decenio de 1920, los gramófonos portátiles fueron muy populares, guardándose en cajas pequeñas y de fácil transporte; los más usuales eran de maletín. Fueron conocidos como *cameraphone* –puesto que se asemejaban a una cámara cuando está cerrada– en Gran Bretaña, y como *Brownie* en Estados Unidos.





# MULTIPLICA

La londinense Peter Pan Gramophone Company Ltd produjo y comercializó distintos modelos de gramófonos entre 1920 y 1927. Uno de los más celebrados fue esta pieza, diseñada por Frederick Ferris: incluía un reloj que despertaba al durmiente con el sonido de un disco colocado en el aparato, es decir, un precedente del moderno radiodespertador. La hora elegida para despertar se seleccionaba mediante la esfera frontal.

El gramófono se diseñó de manera muy inteligente para que las piezas encajaran dentro de la caja de madera forrada de gutapercha –una tela recubierta de un compuesto de caucho impermeable–.

Al abrirse, muestra un plato formado por cuatro varillas de metal cruzadas en aspa que se pliegan al recogerlo junto con la manivela, el brazo y el reproductor. El altavoz está fabricado en madera y gutapercha.

Este tipo de gramófonos fueron conocidos como *gramófonos de picnic* puesto que solían llevarse en las excursiones campestres. Si bien su producción es británica, consta de piezas de fabricación suiza de la marca Thorens.

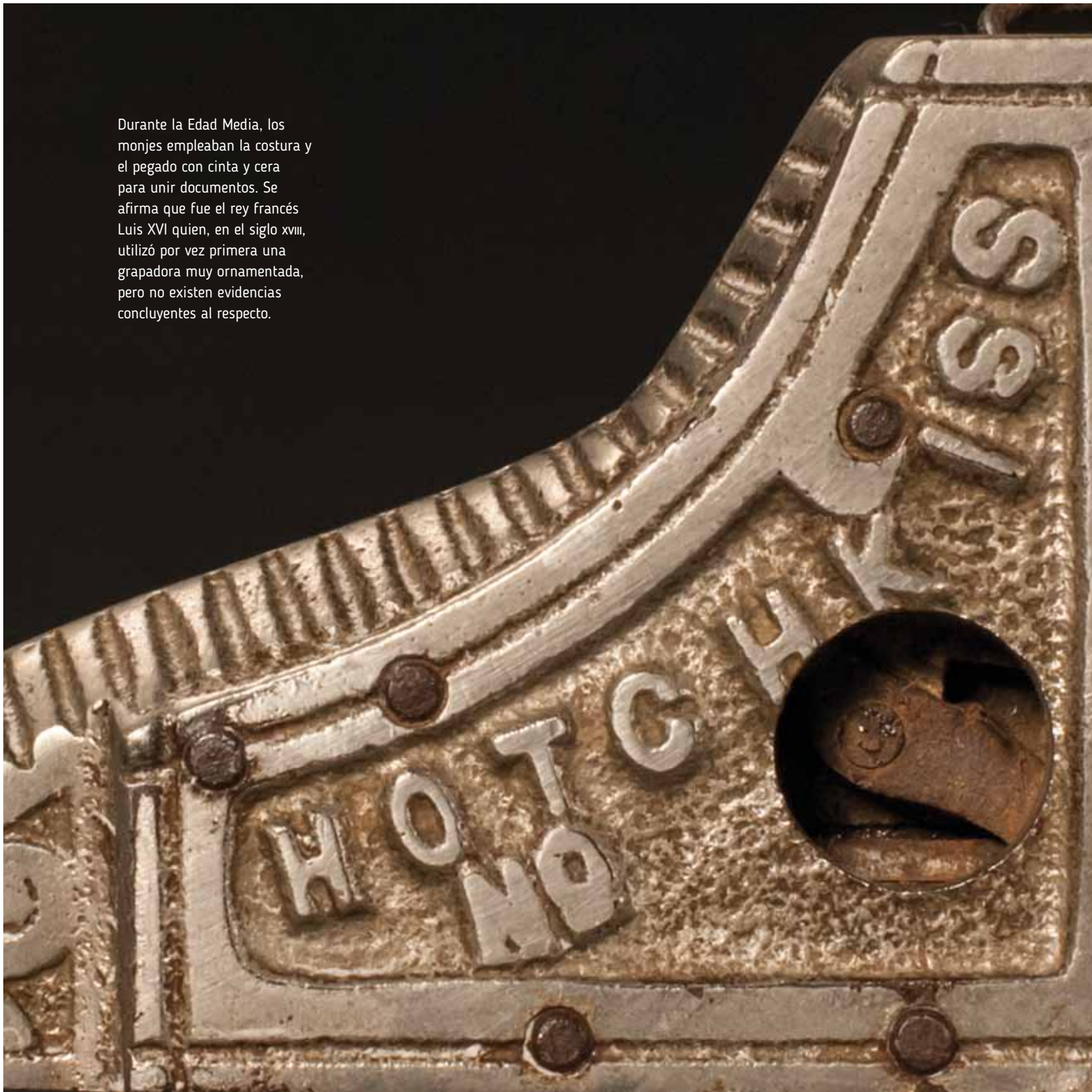
## Gramófono despertador

1920-1930

Peter Pan

Con este gramófono era posible despertar con la melodía preferida por el usuario. Únicamente era preciso programar la hora de encendido y el aparato se pondría en marcha automáticamente a la hora deseada, sin necesidad de electricidad y gracias al mecanismo de resorte que se carga con la manivela.

Durante la Edad Media, los monjes empleaban la costura y el pegado con cinta y cera para unir documentos. Se afirma que fue el rey francés Luis XVI quien, en el siglo XVIII, utilizó por vez primera una grapadora muy ornamentada, pero no existen evidencias concluyentes al respecto.





## MULTIPLICA

Henry R. Heyl y George McGill patentaron en la década de 1870 las primeras grapadoras comerciales, demasiado pesadas y de difícil utilización. Paulatinamente, evolucionaron hacia modelos más pequeños y ligeros. Finalmente, las grapadoras de mano tal y como son conocidas hoy en día aparecieron a partir de 1940.

La E. H. Hotchkiss Company fue fundada en 1897 cuando, varios años después de su primera inversión en la compañía, Eli Hotchkiss logró el control de la Jones Manufacturing Company. Esta última había producido una grapadora desde 1895 conocida como Star Paper Fastener; una vez introducidos algunos cambios de diseño en este modelo, fue comercializada como Hotchkiss n.º 1 en 1898, permaneciendo sin cambios hasta la década de los 20. Las grapadoras actuales aún utilizan esencialmente un mecanismo idéntico.

La marca Hotchkiss resultó tan dominante en el mercado durante los inicios del siglo xx que la palabra grapadora en japonés, *hochikisu*, alude a la propia marca comercial, en un claro fenómeno de metonimia.

La aparición y el auge de las grapadoras se relaciona con el aumento del uso del papel en las oficinas durante el siglo xix.

## Grapadora

c. 1898  
Hotchkiss

Este modelo de grapadora es considerado como uno de los primeros fabricados en el mundo. El niquelado, como acabado para metales, es una importante aplicación de la electricidad, siendo muy utilizado desde principios del siglo xix como protector de la oxidación. Actualmente sigue empleándose, aunque de manera residual, ya que fue sustituido por el cromado.



A finales del siglo <sup>xix</sup> y principios del <sup>xx</sup>, las tarteras o fiambreras se fabricaban en metales como la hojalata con el objetivo de conservar los alimentos en lugares difíciles de trabajo como canteras o minas de carbón. En ocasiones, eran antiguas latas de tabaco o de galletas. Las primeras tarteras para niños que se comercializaron, en forma de cestas para picnic y decoradas con motivos infantiles, datan de 1902.



### MULTIPLICA

Si bien las tarteras de metal dominaron el mercado hasta las postrimerías del siglo xx, durante el decenio de 1960 también se fabricaron en vinilo. A partir de los años 80 el plástico moldeado, más barato en su fabricación, se convirtió en el material predominante.

El ingeniero químico Earl Silas Tupper creó la Tupper Plastics Company en 1938, con 31 años de edad. Purificó un residuo de la refinación del petróleo, negro y duro, convirtiéndolo en plástico moldeable, transparente y flexible. Además, le añadió una tapa que sella herméticamente el envase para que los alimentos permanecieran frescos y los líquidos no se derramaran, creando la celeberrima firma Tupperware.

La película india *The Lunchbox* (2013), premiada en la Semana de la Crítica del Festival de Cannes, narra cómo las amas de casa de Bombay envían tarteras a sus maridos en el trabajo a través de un elaborado sistema de transporte. Un error en una de las entregas de estas tarteras metálicas dará lugar a una peculiar historia de amor.

En Iberoamérica este recipiente, de plástico u otro material, se denomina *lonchera*. Se trata de un anglicismo, ya que deriva del vocablo inglés *lunch*, almuerzo.

## Tartera

c. 1915

Donación de  
D. Antonio Jalón Corominas

Estos cuatro recipientes tenían dos funciones diferentes: por una parte, el traslado de los alimentos al lugar de trabajo o a una excursión; y, por otra, calentar la comida con el infiernillo que se encuentra en la parte inferior. Fue fabricada en hierro estampado y esmaltado en blanco. Este acabado era más higiénico, ya que protegía la pieza de la oxidación.

A close-up photograph of a vintage brass fire extinguisher. The image focuses on the handle and lever mechanism. A large, curved brass handle is visible on the left. A horizontal lever is attached to the handle and extends towards the right. On the right side of the lever, there is a circular brass component with a raised, embossed logo that appears to be the letters 'PM' inside a circle. The brass has a weathered, aged appearance with some patina and wear. The background is dark and out of focus.

El capitán de la Royal  
Navy británica George  
William Manby  
(1765-1854) inventó  
el primer extintor  
portátil presurizado.



## MULTIPLICA

En torno al año 200 a. C., Ctesibio, inventor y matemático griego de Alejandría, ideó una bomba hidráulica o *sípho* que servía para impulsar el agua. Se trataba de un ingenio mecánico compuesto de varias piezas articuladas que podía emplearse para quebrar grandes rocas o, más bien, para apagar fuegos en el interior de las minas, tratándose del primer precedente de los modernos extintores. El Museo Arqueológico Nacional conserva una bomba romana de los siglos I-II, hallada en la mina de Sotiel Coronada (Huelva), que sigue el paradigma de Ctesibio.

El extintor marca Supremo conservado en el MUNCYT corresponde al modelo 9 Gran Lujo, con capacidad de diez litros. Se construyó en plancha de cobre laminada, emplomada interiormente. Se publicitaba como «probados a 25 atmósferas de presión». El cobre y el latón eran materiales más sencillos de trabajar y más blandos que el hierro.

En la placa grabada en la pieza puede leerse «Extintor de incendios Supremo, Producción Nacional». Además, se indicaba su modo de empleo: «En caso de incendio: úsese con el fondo hacia arriba; cesa de funcionar vuelto a su primitiva posición». También incluía las instrucciones para cargarlo y su procedencia, Barcelona.

En la actualidad, existen distintos tipos de extintores según la tipología del fuego a combatir: combustibles sólidos, líquidos, gases inflamables o metales especiales. Según el caso, expulsan agua pulverizada, agua a chorro y polvo convencional, polivalente o específico para metales.

## Extintor

c. 1915  
Supremo

Este tipo de extintores funcionaban por medio de los gases que se producían al entrar en contacto el agua contenida con un compuesto químico. Dichos gases, generados violentamente, producían la expulsión del agua pulverizada en la boquilla, de forma similar a las burbujas que se generan cuando agitamos una bebida carbonatada.

Se considera que la primera olla doméstica a presión, denominada por vez primera olla exprés fue inventada por el industrial zaragozano José Álix Martínez en 1919. En 1924 cedió dicha patente a Camilo Bellvis Calatayud y a José Montesano Cervelló, capataces de la empresa metalúrgica de Álix, quienes lograrían una nueva patente mejorada.





### MULTIPLICA

Denis Papin (1647-1713), físico, médico e inventor francés, fue el primero en realizar estudios sobre los efectos de la producción de vapor en recipientes cerrados. En 1679 presentó su *digesteur* –o *digesteur*, en francés– en la Royal Society bajo los auspicios de Robert Hooke.

El Museo Nacional de Ciencia y Tecnología cuenta con dos marmitas de Papin en su colección. Ambas proceden de un centro docente y están datadas a mediados del siglo XIX.

En sus inicios, el aparato resultaba peligroso, puesto que los fallos en las válvulas de control de la presión producían explosiones accidentales. No sería hasta la época de las guerras napoleónicas cuando los autoclaves –aparatos similares a las ollas a presión–, se convirtieron en indispensables para realizar alimentos en conserva esterilizados. Finalmente, en los albores del siglo XX las ollas comienzan a perfeccionarse, sustituyéndose el hierro por aluminio como material de fabricación. A partir del decenio de 1940, la olla a presión se produciría de forma masiva para las cocinas del primer mundo.

Con el objeto de aumentar su impacto comercial, se publicó un libro de recetas –el primero específico para ollas a presión–, que alcanzó una gran difusión con numerosas ediciones.

## Olla a presión

c. 1925

Sociedad Mercantil Bellvis  
y Montesano

Una olla a presión es un recipiente hermético que no permite la salida de aire o líquido por debajo de una presión establecida. Debido a que el punto de ebullición del agua aumenta cuando se incrementa la presión en su interior, este permite subir la temperatura por encima de 100 °C –en concreto hasta unos 130 °C–, lo que implica que los alimentos se cocinan en menor tiempo.

El tocadiscos apareció a mediados del decenio de 1920, junto con los primeros amplificadores de válvulas. La reproducción eléctrica de los discos permitía ajustar el volumen de la reproducción y que el plato en el que giraban los discos rotara de manera constante. En su diseño combina el plástico con los metales.



MELODIAL 5



#### MULTIPLICA

Este modelo caracteriza una época de transición en los tocadiscos: contaba con dos agujas en la misma cápsula facilitando su selección mediante un giro de 180 grados; se posibilitaba de esta forma la reproducción de los antiguos discos de pizarra de 78 r. p. m. y los modernos vinilos, de 33 y 45 r. p. m.

La casa Hispano-Suiza, fundada en 1904, es célebre por la fabricación de automóviles de alta gama. Sin embargo, a partir de 1924 diversificó su producción hacia los productos del hogar: menaje de cocina (Robust y Non-Plus-Ultra), cubertería, batidoras y trituradoras (Multimix, Mixor y Supermix), molinillos para café (Hispano-Suiza), etcétera. Los tocadiscos y las maletas amplificadoras se producían en la gama Melodial.

En 1954 se publicaron en el diario ABC diversos anuncios publicitarios conmemorando los treinta años de producción de electrodomésticos de la firma Hispano-Suiza: «La primera marca con treinta años de servicio industrial creada al servicio de su hogar».

En la década de 1960 se popularizaron los aparatos de reproducción de sonido como el tocadiscos gracias a sus precios cada vez más económicos.

## Tocadiscos

c. 1965

Hispano-Suiza

Donación de  
D. José M.<sup>a</sup> Villalta del Pozo

Este tocadiscos portátil –modelo Melodial 560– fue fabricado por Hispano-Suiza, empresa que en los años 20 del siglo xx inició su especialización en la producción de electrodomésticos, habiendo destacado anteriormente en la industria de la automoción. Fue un aparato imprescindible en los guateques de la época.

U  
H  
F

70

65

60

55

50

45

40

35

30

25

21

ILIPS



La primera demostración de la televisión en España tuvo lugar en 1948, propiciada por los Laboratorios de Física de Philips, concretamente en la Feria Internacional de Muestras de Barcelona. Ocho años después, en octubre de 1956, Televisión Española inició sus primeras emisiones. El primer gran despliegue informativo cubriría la visita del presidente estadounidense Eisenhower a nuestro país en 1959.



### MULTIPLICA

Philips & Company fue fundada en 1891 en Eindhoven (Holanda) por Frederik Philips y su hijo Gerard, quien ya había sido ingeniero en la Anglo-American Brush Electric Light Corporation. La compañía Philips, en sus inicios, se había especializado en «fabricar lámparas incandescentes y otros productos eléctricos».

En 1964 Philips inició la producción de su primer modelo experimental de televisor en color: el modelo CV2510. Más tarde, en 1967, comenzó a fabricar masivamente su primera generación de televisor en color: el modelo G25K500.

En 1969, el Gobierno español eligió la norma PAL de color (*Phase Alternative Line*) de tecnología alemana frente a la francesa SECAM (*Séquentiel Couleur à Mémoire*, ideado por Henri de France). Tras varios años de emisiones experimentales, el color adquiere carta de naturaleza y llega definitivamente a los hogares españoles con motivo de los Juegos Olímpicos de 1972, generalizándose en la década de 1980.

La televisión es una de las manifestaciones más relevantes –si no la más importante– de la cultura popular o cultura de masas del siglo xx. Su impacto fue tan decisivo que el artista estadounidense Andy Warhol afirmó: «En el futuro, todo el mundo será famoso durante quince minutos». Una aseveración, además, visionaria del siglo xxi y del poder de Internet y las redes sociales.

## Televisor

1968

Philips

Donación de  
D.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> Dulce Pascual Pérez

Es considerado como el primer aparato de televisión en color fabricado a gran escala por Philips, además de uno de los primeros comercializados en España. En la década de 1960 los televisores se utilizaban pocas horas al día, por lo que el resto del tiempo se cerraban sus pequeñas puertas, simulando otro mueble de la casa.

“La única manera  
de descubrir  
los límites de  
lo posible es  
aventurarse un  
poco más allá,  
hacia lo imposible”

Arthur C. Clarke



Innovación española



Mónico Sánchez Moreno nació en 1880 en Piedrabuena (Ciudad Real). Fue un autodidacta, emigrante, emprendedor, inventor y empresario que revolucionó la vida de su pueblo natal en la segunda década del siglo xx al fundar una próspera industria de fabricación y venta de aparatos electromédicos y electrofísicos.



## MULTIPLICA

El generador portátil de rayos X –patentado por Sánchez en 1909 bajo el nombre de Collins-Sánchez– introducía mejoras sustanciales respecto a las máquinas ya existentes entonces, principalmente la simplificación del circuito de alta frecuencia que favorecía la eficiencia, portabilidad y fiabilidad del aparato.

En 1913 se proyecta la construcción del Laboratorio Eléctrico Sánchez para cuya puesta en marcha fue preciso acometer importantes obras de infraestructura, como la traída de agua y la construcción de su propia central de suministro eléctrico.

La empresa de Mónico Sánchez sobrevivió a décadas convulsas en Europa: dos guerras mundiales, la Guerra Civil, la posguerra... A pesar de todo lo anterior, mantuvo activo el Laboratorio durante casi cincuenta años, nutriendo de generadores portátiles las célebres *petites Curies* –ambulancias de campaña de Madame Curie–, las clínicas y dispensarios médicos de grandes y pequeñas ciudades, las universidades, los institutos y centros de enseñanza de todo el país.

Para levantar la fábrica –con más 3000 m<sup>2</sup>– utilizó ladrillos fabricados por su familia –de tradición tejera– y solo contrató trabajadores ajenos a su localidad cuando no encontraba a los profesionales que precisaba entre sus propios paisanos.

## Generador portátil de corrientes de alta frecuencia y potencial

1930-1950

Laboratorio Eléctrico Sánchez

Depósito de la Facultad de Ciencias Físicas  
de la Universidad Complutense de Madrid

El éxito del generador de rayos X portátil residió en sus diversas aplicaciones –radiología, electroterapia, demostraciones científicas, etcétera–, su fácil manipulación y transporte, así como su bajo coste de adquisición en comparación con aparatos para similares usos. Su puesta en marcha solo precisaba de una conexión a la red eléctrica. Para atender al enfermo en su propio domicilio era suficiente con trasladar el propio generador, de 11 kg, y una maleta con el tubo de rayos X que incluía los accesorios necesarios para la realización de la radiografía.



Los efectos asociados a la  
descarga eléctrica en gases a  
muy baja presión cautivaron la  
atención de muchos científicos a  
lo largo del siglo XIX,  
especialmente en su último  
cuarto, cuando las investigaciones  
en este ámbito propiciaron dos de  
los grandes descubrimientos de la  
centuria: el electrón y los rayos X.



### MULTIPLICA

Las ampollas y esferas vacuas que contienen minerales, elementos móviles o diversas formas de electrodos en su interior se conocen en general como *tubos de Crookes* en honor al científico británico William Crookes (1832-1919), quien experimentó con este tipo de aparatos para determinar las propiedades físicas de la radiación causante de la luminiscencia del gas residual contenido en el tubo, y del propio vidrio.

La luminiscencia es el proceso por el cual la materia libera energía en forma de luz debido a un cambio en su estructura interna. La imagen de este tubo de descarga en funcionamiento fue tomada en 2011, utilizando para su encendido uno de los generadores fabricados por Mónico Sánchez conservados en el MUNCYT.

La emisión de luz ocasionada por el bombardeo de electrones se conoce como *catodoluminiscencia*, técnica que permite caracterizar minerales, determinar su composición, etcétera. En general, los colores que resultan de esta emisión son muy diferentes a los del propio mineral.

El Laboratorio Eléctrico Sánchez contrató a un maestro vidriero de origen alemán para la fabricación de los tubos de descarga. Se realizaban de forma artesanal, mediante la técnica del vidrio soplado, cuyos orígenes se remontan a la Antigüedad.

## Tubo de Crookes

1930-1950

Laboratorio Eléctrico Sánchez

Depósito de los nietos  
de Mónico Sánchez Moreno

La superficie interior de este globo de vacío está impregnada con un mineral luminiscente que emite una luz azulada bajo la acción de los rayos catódicos. Probablemente se trata de scheelita, mineral del que se obtuvo el elemento químico tungsteno. Para conseguir esta impregnación es necesario pulverizar el mineral y tratarlo con algún tipo de aglutinante.

A row of glass tubes, likely hydrometers, arranged in a perspective line. Each tube has a bulbous base and a narrow stem. The tubes are filled with a clear liquid, and small, colorful floats (red and yellow) are visible inside. The background is dark, and the lighting highlights the glass and the liquid. The text is positioned in the bottom right corner of the image.

La analgesia, la estimulación de la circulación, la fulguración, los efectos antiinflamatorios, etcétera, son algunas de las acciones terapéuticas más comunes de la electricidad.



### MULTIPLICA

Este tipo de instrumentos resultan especialmente curiosos por sus variadas formas y aplicaciones. Podemos encontrar electrodos con diseños preparados para aplicar en el interior de la nariz, de la vagina y del recto o para actuar sobre los párpados, los dientes, la garganta, la lengua, la uretra, la córnea, la trompa de Eustaquio, el cuello...

Los electrodos vacuos para usos médicos generalmente contenían aire enrarecido, término que se utiliza en ciencia para definir el estado de un gas cuando está a muy baja presión y sus moléculas son escasas o raras.

Esta maleta contiene hasta 36 electrodos diferentes y servía como muestrario en ferias y exhibiciones del tipo de instrumentos que para este uso se fabricaban en el Laboratorio Eléctrico Sánchez.

Mónico Sánchez Moreno llegó a proyectar una escuela de radioterapia donde impartir cursos y enseñanzas relativas a este ámbito del conocimiento. Las instalaciones del Laboratorio Eléctrico Sánchez resultarían de esta forma complementadas con lo que hubiera sido un centro de referencia en España, que lamentablemente no llegó a convertirse en una realidad.

## Electrodos vacuos para aplicaciones médicas

1930-1950

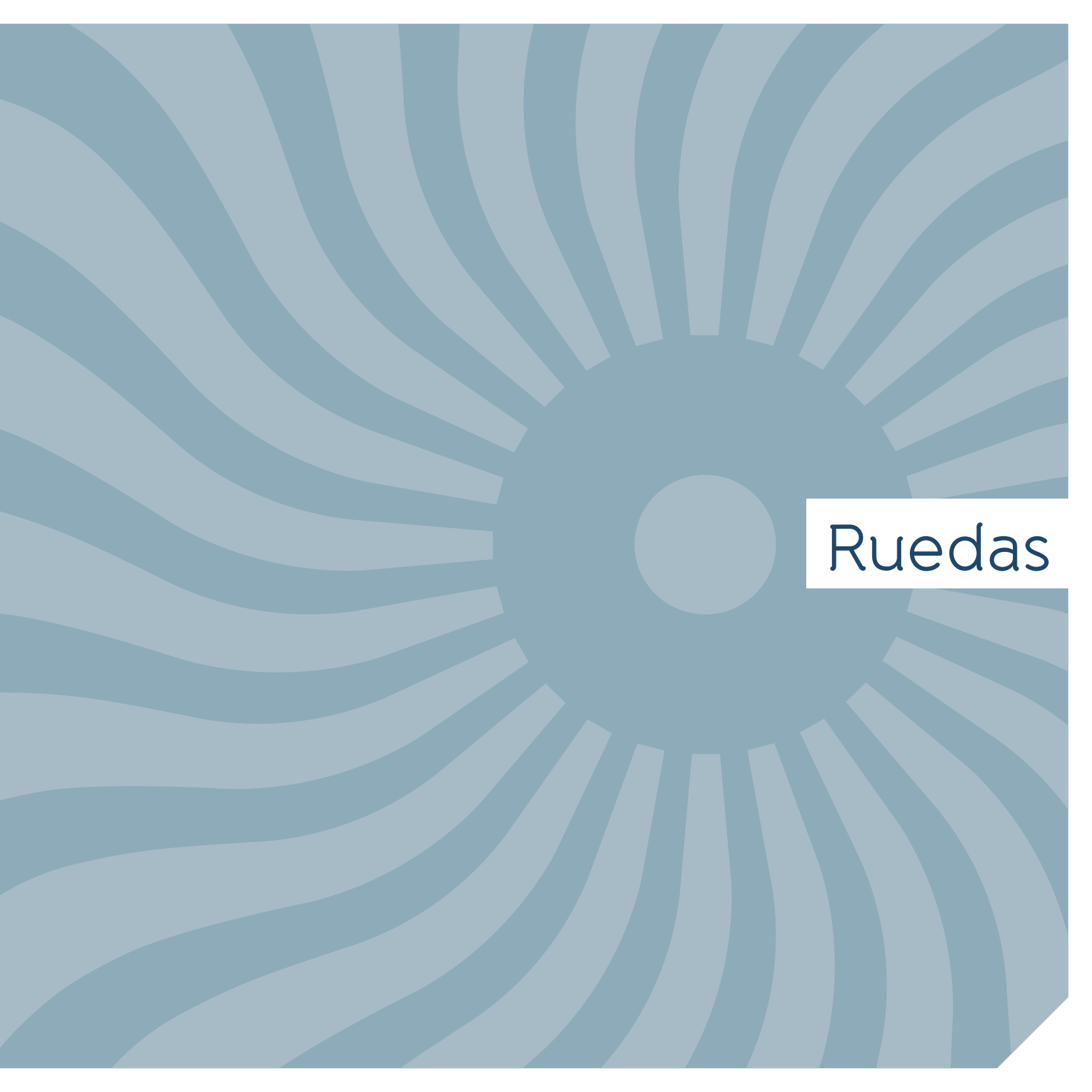
Laboratorio Eléctrico Sánchez

Depósito de los nietos  
de Mónico Sánchez Moreno

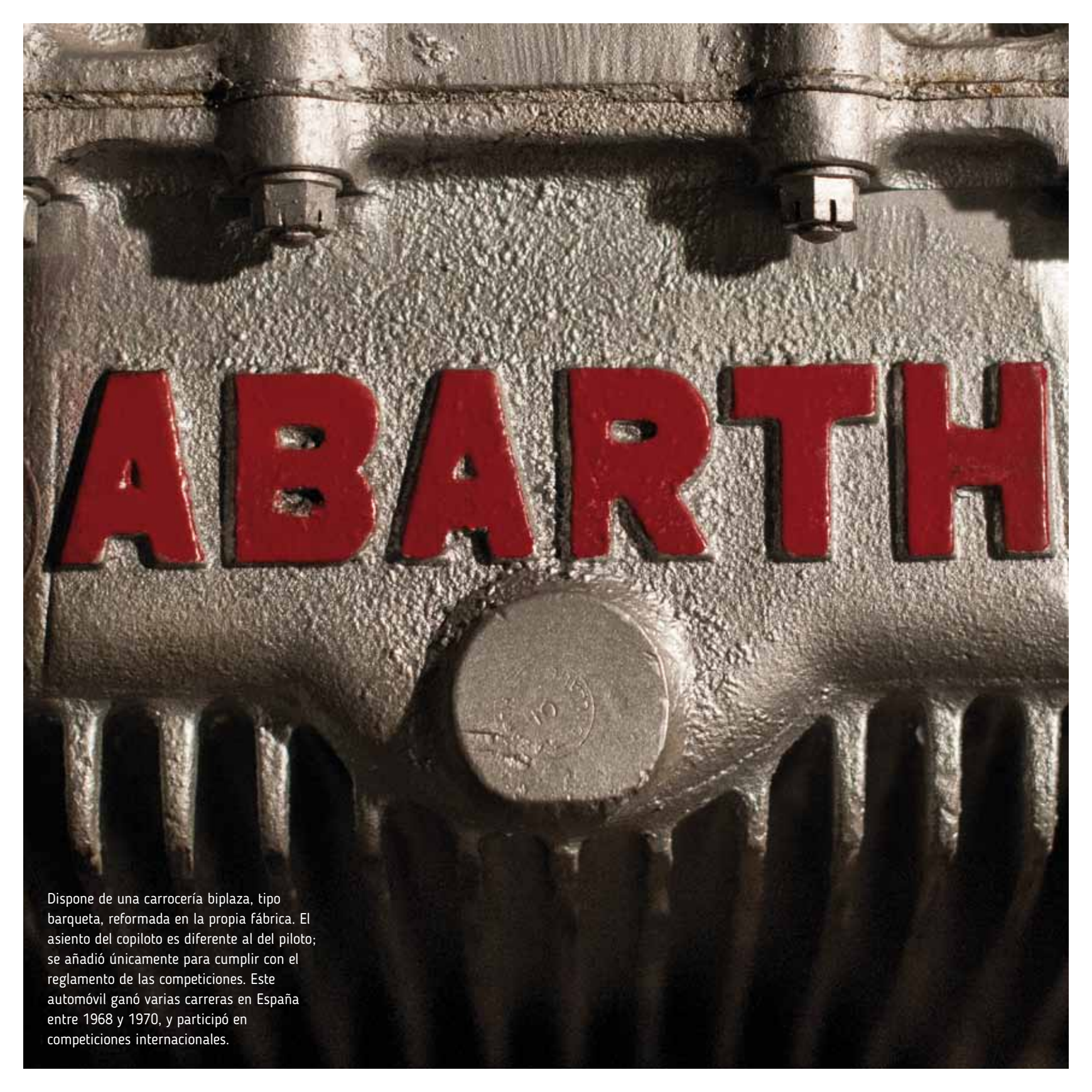
En el Laboratorio Eléctrico Sánchez se construían todo tipo de electrodos vacuos para aplicaciones terapéuticas, basadas en el uso de corrientes de alta frecuencia y baja intensidad. En los catálogos comerciales de la empresa se hace referencia al tratamiento de muchas y variadas enfermedades como mialgias, artritis, lumbagos, tortícolis, faringitis, otitis, piorreas, úlceras de córnea, vaginitis, fisuras anales y hemorroides. Para cada problema existía un tipo de electrodo concreto y adecuado a la parte del cuerpo u órgano a tratar.

“El mundo se ha  
enriquecido con  
una belleza  
nueva: la belleza  
de la velocidad”

Filippo Tommaso Marinetti, *Manifiesto futurista* (1909)

The background of the image is a complex, abstract pattern. It features a central dark blue circle from which numerous lines radiate outwards. These lines are of varying lengths and thicknesses, creating a sunburst or ripple effect. The lines are interspersed with areas of lighter blue, creating a sense of depth and movement. The overall color palette is monochromatic, using different shades of blue.

Ruedas

A close-up photograph of a metallic engine block, likely aluminum, with a rough, cast texture. The word "ABARTH" is prominently displayed in the center in large, raised, red-painted letters. Above the letters, two hexagonal bolts are visible, securing a horizontal bar. Below the letters, a circular metal cap or plug is centered, featuring some faint, illegible markings. The lighting is dramatic, with strong highlights and deep shadows, emphasizing the industrial and mechanical nature of the subject.

# ABARTH

Dispone de una carrocería biplaza, tipo barqueta, reformada en la propia fábrica. El asiento del copiloto es diferente al del piloto; se añadió únicamente para cumplir con el reglamento de las competiciones. Este automóvil ganó varias carreras en España entre 1968 y 1970, y participó en competiciones internacionales.



## MULTIPLICA

El sistema de alimentación del motor es exclusivamente atmosférico, sin turbo, compresor o inyección, mediante dos carburadores de doble cuerpo. Además de una avanzada mecánica, utilizaba materiales ligeros de última generación, como la fibra de vidrio o aleaciones de aluminio y magnesio.

Karl Abarth (1908-1979) nació en Viena pero emigró muy joven a Italia, adquiriendo una nueva nacionalidad y modificando su nombre por Carlo. En su juventud fue campeón europeo de motociclismo, hasta que un accidente en Linz inclinó su vocación hacia la mecánica de automóviles. La compañía Abarth & C. fue fundada en 1949, utilizándose este número, el 49, en numerosas campañas de publicidad de esta casa automovilística. Por otra parte, el logo de la compañía, un escorpión, tuvo su origen en el símbolo zodiacal del propio Carlo Abarth.

Este modelo OT 2000 era fabricado artesanalmente, unidad a unidad, razón por la cual se comercializaban muy pocos cada año, aplicando las mejoras requeridas tras la experiencia adquirida en competiciones anteriores.

Con matrícula original italiana (T0-622651), consta de un motor de cuatro cilindros, 2000 c. c., doble árbol de levas en cabeza y 16 válvulas que desarrollaban una potencia de 250 CV, alcanzando una velocidad de 270 km/h –potencia muy considerable, incluso para un vehículo de hoy en día de esta cilindrada–.

## Automóvil

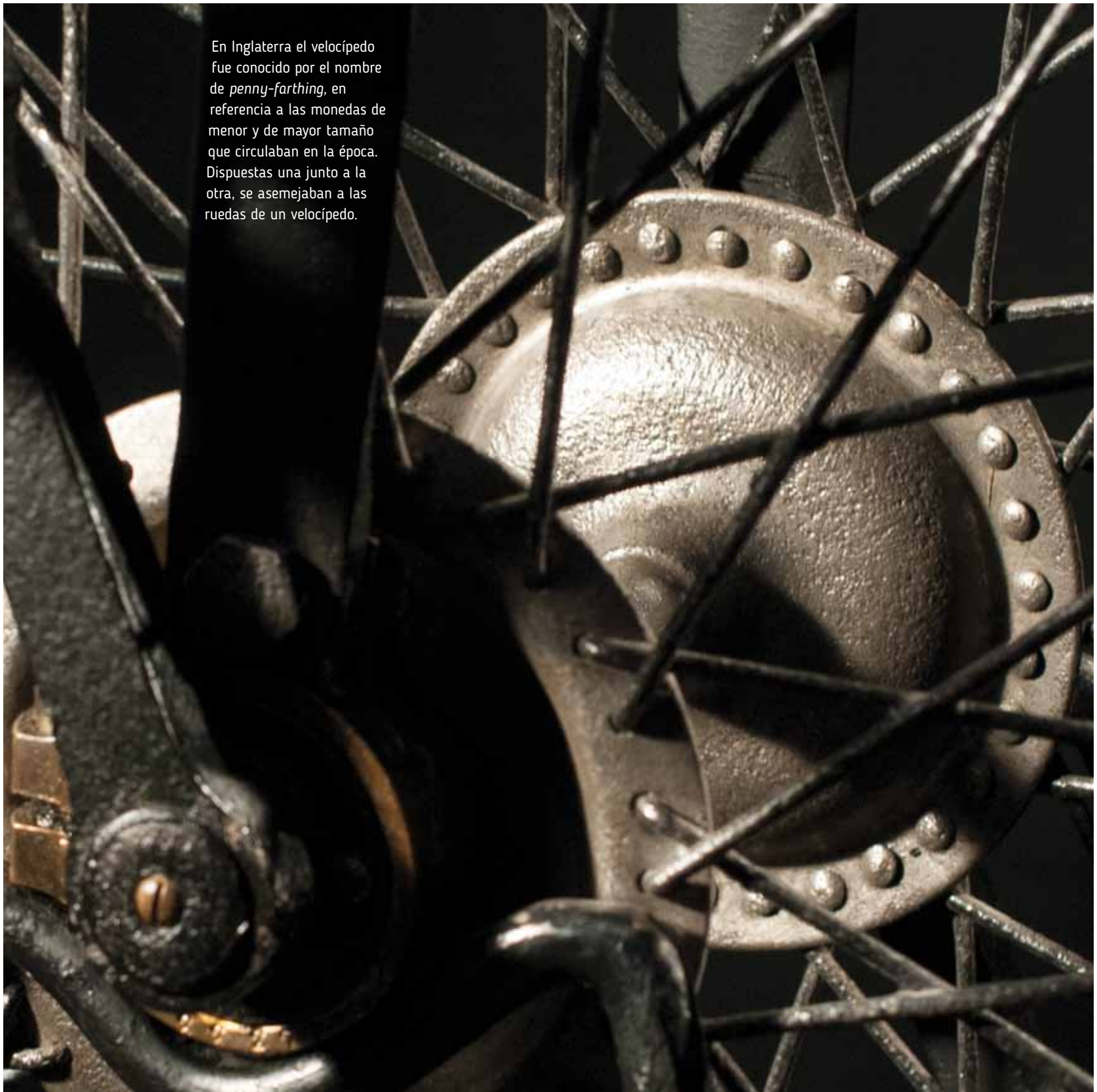
c. 1966

Abarth & C.

Donación del Ayuntamiento de Madrid

Este automóvil fue fabricado por la casa italiana Abarth. Se trata de un coche especialmente diseñado para subidas o carreras en cuesta. Participó en numerosas competiciones tanto dentro como fuera de España. Este coche fue importado por el célebre corredor Antonio Castillo quien, tras participar en numerosas competiciones durante algunos años, lo vendió al también corredor Luciano Otero. Fue una de las últimas realizaciones de la fábrica antes de su venta a FIAT.

En Inglaterra el velocípedo fue conocido por el nombre de *penny-farthing*, en referencia a las monedas de menor y de mayor tamaño que circulaban en la época. Dispuestas una junto a la otra, se asemejaban a las ruedas de un velocípedo.





### MULTIPLICA

Los pedales o *pédivelle* como mecanismos para impulsar una rueda fueron obra de Pierre Michaux y de su hijo Ernest en la década de los 60 del siglo XIX. Ambos crearon un velocípedo con tracción delantera mediante unas bielas fijas en el eje de la rueda. En Inglaterra se desarrolló esta idea: entre 1865 y 1870 se agrandó la rueda delantera hasta crear la *high wheeler*. El objetivo era conseguir mayor velocidad al recorrer una mayor distancia por cada pedalada. A su vez, la rueda trasera era cada vez más pequeña con el fin de restarle peso y, posiblemente, para bajar el centro de gravedad del vehículo dotándolo de mayor estabilidad.

Bajo el asiento del velocípedo se disponía de una pieza para quitar los clavos de las ruedas –en las carreteras y caminos de la época había muchos procedentes de las herraduras de las caballerías–. Normalmente era utilizado por personas de cierta altura a diferencia de la bicicleta, mucho más sencilla de manejar por la mayoría de la población.

Para subir se utilizaba el apoyo de la rueda trasera y para bajar simplemente se saltaba por uno de los lados. El freno –situado en el lado derecho del manillar– actuaba sobre la rueda delantera. Si se frenaba bruscamente, el velocípedo podía volcar, siendo muy graves los accidentes, ya que se podía caer de cabeza al suelo.

Para bajar una cuesta, los velocipedistas retiraban los pies de los pedales situándolos por encima del manillar para caer de pie en caso de vuelco.

## Velocípedo

c. 1885

D. Rudge & Co.

El origen del velocípedo –que en latín significa «pies rápidos»–, se remonta a 1817, año en el que Karl Friedrich Drais inventó un tipo de transporte parecido a una bicicleta, pero sin pedales, que se movía con el impulso de los pies en el suelo.

A detailed close-up photograph of a vintage bicycle's rear drive mechanism. The image shows a large, dark, cast-iron sprocket with multiple teeth, which is part of the rear wheel assembly. A silver-colored metal chain is wrapped around the sprocket. A horizontal metal link, likely part of the chain drive or a repair tool, is positioned across the middle of the sprocket. The background is dark and out of focus, emphasizing the mechanical components. The lighting highlights the textures of the metal, including the polished surfaces of the chain and the more weathered, dark surfaces of the sprocket.

John Kemp Starley (1854-1901) creó la compañía Starley & Sutton Co. en Coventry, Reino Unido, convirtiéndose desde 1896 –ya con el nombre de Rover Cycle Co.– en la mayor fábrica de bicicletas de su tiempo. J. K. Starley ha sido definido como «probablemente, el mayor genio inventivo en la historia de la tecnología de las bicicletas». Casi cualquier bicicleta construida a partir de 1874 llevaba el sello de su tecnología, que más adelante sería reutilizada en motocicletas, automóviles e incluso en la industria de la aviación.



MULTIPLICA

La Rover Safety Bicycle se convirtió en la primera bicicleta con éxito comercial.

Los pedales contaban con regulación para distintas alturas. El faro delantero de iluminación funcionaba con carburo y disponía de freno solo sobre la rueda delantera.

Las ruedas son de goma maciza y contaba con un piñón trasero fijo, lo cual requería la separación de los pies de los pedales en las bajadas, situándolos sobre los soportes ubicados a ambos lados de la horquilla.

Tras la repentina muerte de John Starley en 1901, la compañía reorientó su producción hacia las motocicletas y los automóviles, incorporando el logotipo icónico e inconfundible de Rover: un único mástil con la vela cuadrangular del *drakkar*, es decir, la embarcación de casco trincado del mundo vikingo. En 2008, Tata Motors –la compañía de automóviles más grande de la India– adquirió Jaguar y Land Rover, uniendo ambas marcas en 2013 con el nombre de Jaguar Land Rover.

## Bicicleta

1880-1890

Rover Cycle Co.

The Rover Safety Bicycle es uno de los primeros ejemplos de la denominada bicicleta de seguridad –o *safety*–, de más sencillo manejo que los antiguos velocípedos, puesto que, entre otras mejoras, presentaba un centro de gravedad más bajo. El paso del velocípedo a la bicicleta se dio gracias al conjunto de cadena y piñones, que permitía que la rueda diera varias vueltas con una sola pedalada.

La casa MV Agusta está ligada a uno de los pioneros de la aeronáutica italiana: el conde Giovanni Agusta, quien creó su empresa en 1907 en Milán. Sus herederos decidieron reorientar la producción de los aviones a las motocicletas; dicho proyecto cristalizó al término de la II Guerra Mundial, cuando Domenico Agusta funda Meccanica Verghera –la aldea donde se construyeron las primeras motos–, o MV.





## MULTIPLICA

MV Agusta fue campeona del mundo de 500 c. c. consecutivamente durante diecisiete años, desde 1958 hasta 1974.

La producción comenzó en 1946. Su primer modelo iba a denominarse Vespa 98, pero no fue posible por hallarse ya registrado dicho nombre por Piaggio. Su actividad deportiva se inició en el todo terreno, obteniendo rápidamente sus primeras victorias.

La empresa decayó en los años 70 debido a la precaria situación de la marca y a la entrada de las finanzas públicas italianas en la compañía, hasta que en 1980 se vendió la última unidad de las motos Mv Agusta. En 1992 el grupo Castiglioni –o Cagiva Motor– resucitó MV Agusta, insuflándole nueva vida a la firma con nuevos modelos en el mercado en fechas tan recientes como 2012 o 2013.

MV Agusta y su representante en Canadá, Motovan Corporation, fueron los protagonistas de la mayoría de edad de Justin Bieber. El padre del artista le obsequió en su cumpleaños con una MV Agusta F3 675 inspirada en el superhéroe favorito de Bieber: Batman. El modelo destacaba por su color negro mate y el color azul de las iniciales JB destacadas al modo del héroe del cómic sobre la superficie de la motocicleta.

## Motocicleta

1956

MV Agusta

Esta motocicleta perteneció al corredor madrileño Gabriel Corsin, campeón de España de 125 c. c. en 1956 con MV Agusta. El motor y varias de sus piezas se fabricaron en magnesio, aligerando su peso. Dispone de doble árbol de levas en cabeza, un gran avance tecnológico para la época, presente solo en vehículos de alta competición, permitiéndole alcanzar los 26 CV (0,2 CV por c. c.) lo que en un automóvil de 2000 c. c. equivaldría 400 CV. Entre 1948 y 1976, la casa MV Agusta ganó más de 3000 carreras.

“Como sentado en un trono real, el Sol gobierna la familia de planetas que giran alrededor de él (...). Así encontramos en esta disposición una admirable armonía en el mundo”

Copérnico



Espacio y tiempo

La palabra *astrolabio* procede del griego *astron* (astro, estrella) y *lambao* (interpretar, describir). Astrolabio significaría «el que interpreta las estrellas». El astrolabio es uno de los instrumentos científicos más importantes y sofisticados de la Edad Media.





## MULTIPLICA

Gualterius Arsenius perteneció a la familia de los más importantes constructores de instrumentos científicos de Europa en los años centrales del siglo xvi, emparentado con el célebre constructor Gemma Frisius. Arsenius produjo un amplio número de instrumentos científicos: esferas armilares, ballestillas, relojes de sol y astrolabios.

Las inscripciones son las habituales: las horas (numeración romana en dos series de I a XII) y los grados (en cuatro series de 0 a 90°), más los nombres de las estrellas en el reverso y en una de las caras de su lámina.

El plan de estudios de la Academia Real Matemática (siglo xvi) fue establecido por el arquitecto Juan de Herrera con la intención de formar a los navegantes y a las clases nobles con instrumentos precisos y de gran calidad, como esta pieza.

En 1902 se rescató del interior de una galera romana hundida en las proximidades de la isla de Antikythera (Grecia) un artefacto extraordinariamente complejo y de valor incalculable que no fue descifrado hasta 2006. El Mecanismo de Antikythera –datado en torno al siglo II a. C. y conservado en el Museo Arqueológico de Atenas– podría considerarse como la primera «calculadora» astronómica de la historia, ya que podría ser capaz de describir las localizaciones de los planetas conocidos, así como las posiciones del Sol y de la Luna.

## Astrolabio

c. 1560

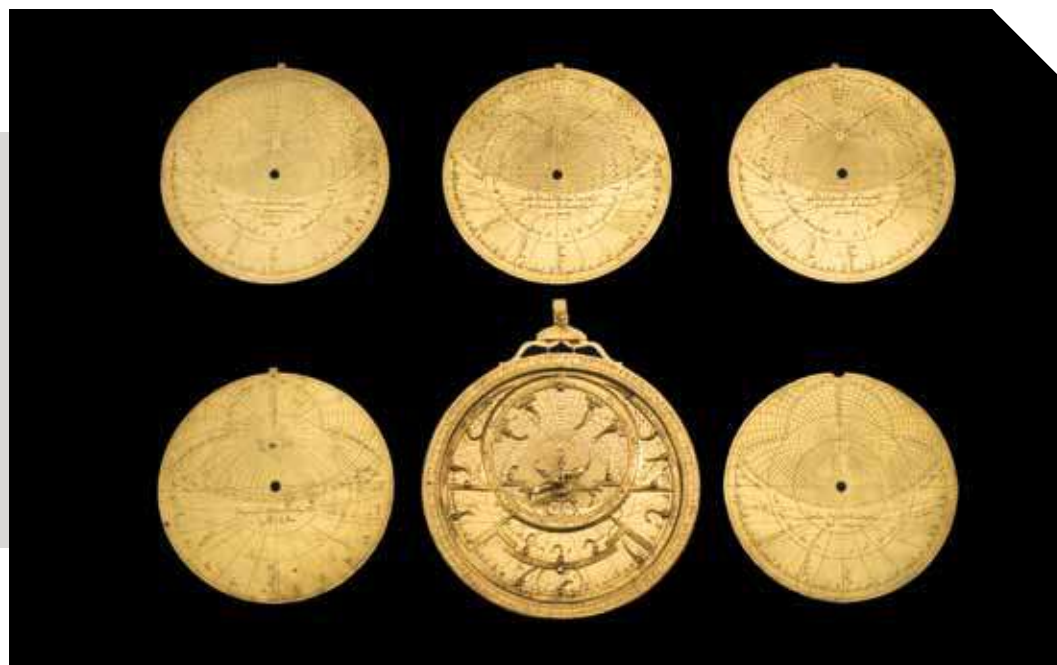
Atribuido a Gualterius Arsenius

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

Astrolabio universal que sigue la proyección de Juan Rojas en el dorso de la madre, válida para realizar medidas en cualquier latitud. Las características de este astrolabio parecen indicar una procedencia flamenca, atribuyéndose su elaboración al prestigioso constructor Gualterius Arsenius. Probablemente su procedencia originaria sea la Academia Real Matemática de Felipe II.



En todos los astrolabios se distinguen, con mayor o menor profusión de detalles, los siguientes elementos: la madre o cuerpo principal del astrolabio con sus dos superficies grabadas, faz y dorso; el colgadero, pieza necesaria para mantener vertical el instrumento; y la alidada que, junto con sus pínulas, hace las funciones de mira del instrumento para localizar el objeto de referencia. El tímpano o lámina, con sus curvas de espacio y tiempo; y sobre este, la araña con cada punta representando una estrella, completan el aparato.



## MULTIPLICA

En la faz de la madre se aloja la lámina, en cuyos círculos o almicantarats y líneas verticales, podemos leer las coordenadas de altura y azimut necesarias para localizar un astro en el firmamento.

El astrolabio llegó a Occidente a través de los árabes, que a su vez lo habían heredado de la tradición griega: Apolonio, Hiparco y Ptolomeo estudiaron la proyección de este instrumento. Ramon Llull lo caracterizó en 1295 como un instrumento de uso habitual en el mar Mediterráneo.

Los árabes añadieron a sus usos el religioso, detallando en las láminas las curvas de las horas de los rezos, principal motivo por el cual los astrolabios se mantuvieron en uso en el mundo islámico hasta prácticamente el siglo xix a diferencia de Occidente, donde desaparecieron a finales del siglo xvii, una vez sustituidos por instrumentos más precisos y manejables.

Fue utilizado por un viajero o comerciante del siglo xii, ya que dispone de láminas para las ciudades de Sijilmasa, Marrakech, Fez, Jerusalén, Ceuta, Almería, Toledo y Zaragoza. Sijilmasa, ciudad caravanera, y Zaragoza, una de las ciudades ubicadas más al norte de al-Ándalus, eran los extremos de una misma ruta comercial. Perteneció a una colección privada desde los años 60 del siglo xx y estuvo en depósito en el National Maritime Museum de Haifa, hasta el momento de la subasta en la que fue adquirido por el Estado español para el MUNCYT.

## Astrolabio

c. 1700 (madre, araña y dos de las láminas) y c. 1200 (cuatro de las láminas). Siguiendo modelos de al-Khamâ'irî (araña) y láminas de Abû Bakr ibn Yûsuf

Aunque un simple vistazo a este astrolabio nos sugiere una enorme complejidad, la madre, las láminas y la araña, bellamente grabadas, resuelven con relativa simplicidad el conocimiento de la hora del día y de la noche, la hora de los rezos musulmanes, la altura del Sol sobre el horizonte, el recorrido aparente de éste a lo largo del Zodíaco, la altura máxima de una estrella o la posición de las estrellas más brillantes en el firmamento.





## MULTIPLICA

Habitualmente, los astrolabios se fabricaban en latón y eran de pequeño tamaño, puesto que para realizar las observaciones era necesario sujetarlos por la argolla, llamada también *colgadero* o *armilla*.

Sigue la proyección universal utilizada por el prestigioso fabricante de instrumentos científicos Gemma Frisius del denominado *astrolabium catholicum*. Gemma Cornelii, hijo de Frisius, quien difundió la obra de su padre y cuyo nombre figura en el reverso de la pieza.

En lugar del cuadrante altimétrico o de sombras para la medida de alturas de astros, edificios y accidentes topográficos –frecuente en este tipo de instrumentos–, se ubica un calendario con las principales fiestas religiosas del siglo XVII. En la misma cara del astrolabio, y también poco común, se disponen hasta cuatro tablas trigonométricas, las relativas a la tangente, la secante, la cuerda y el seno. En el reverso, sobre la proyección universal de la bóveda celeste, se encuentran marcadas varias estrellas con puntos dorados que es posible localizar a través de una regla con los nombres de las mismas y un pequeño brazo articulado llamado *brachiolus*.

En el marco del dorso figura la inscripción latina «CONIVGIVM/COELI/TERRAEQ», «Unión del cielo y de la tierra», en color dorado.

## Astrolabio

1630

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

Este astrolabio presenta una proyección universal de la esfera celeste, por lo que puede ser utilizado en cualquier latitud. Tanto su tamaño como los materiales en que está construido –madera y papel– indican que estaba destinado a la enseñanza. Probablemente fue construido por un docente de la Compañía de Jesús, cuyo anagrama aparece en la alidada.

A close-up photograph of a brass ring, likely a component of an astronomical clock. The ring is curved and features several engraved lines and numbers. The numbers '10', '20', '30', and '40' are visible, arranged in a sequence that suggests a scale or measurement. The ring is set against a dark, possibly black, background. The lighting highlights the metallic texture and the precision of the engravings.

El reloj astronómico de anillo, que adaptó los complejos sistemas de las esferas armilares de Ptolomeo y Eratóstenes, es el precedente directo de este instrumento científico.



## MULTIPLICA

Se ha atribuido al matemático inglés William Oughtred (1574-1660), inventor de la regla de cálculo, el diseño del anillo equinoccial universal en torno al año 1600. Su uso se popularizaría durante el siglo XVIII.

No obstante, el *annulus astronomicus*, su nombre latino, ya fue proyectado por el constructor holandés de instrumentos científicos Gemma Frisius a mediados del siglo XVI, y construido por su sobrino Gualterius Arsenius.

La gnomónica o «ciencia que enseña el modo de hacer los relojes solares», según la RAE, estuvo relacionada hasta el siglo XVI con la astronomía, las matemáticas y la arquitectura. El gnomon, palabra de etimología griega, era «el hierro que en los relojes solares señala la hora con su sombra».

El matemático y arquitecto español Tomàs Vicent Tosca (1651-1723) lo definió en su *Compendio mathematico* como «el mejor y más cierto de todos los relojes portátiles». En esta pieza, los nombres de los meses están referenciados en latín y los signos del Zodíaco solo se representan a través de sus símbolos. Los meses se dividen en días individuales y cada mes tiene su número apropiado, si bien no se consigna un espacio para el 29 de febrero en años bisiestos.

## Anillo equinoccial universal

1730-1750

Este instrumento es un reloj de sol universal, es decir, válido para cualquier lugar. Después de orientar correctamente el instrumento, se desplaza el anillo exterior seleccionando la latitud y, con la regla interior, el mes. Cuando un rayo de sol atraviesa la pínula o abertura, señala la hora que aparece grabada en el anillo interior.

David Beringer fue probablemente el primer constructor en producir este tipo de reloj poliédrico, muy popular en el sur de Alemania a finales del siglo XVIII.





## MULTIPLICA

Los relojes cúbicos que llevan la firma de David Beringer (1736-1821) se datan generalmente entre los años 1777 y 1821 –última etapa de su carrera–, a partir de la decoración de sus láminas. No se ha podido documentar que la producción continuara en el taller tras su muerte.

Con el título de *Mechanicus auf Compass und Sonneringmacher* –mecánico de brújulas y constructor de relojes de sol, en alemán–, Beringer poseyó un taller en Núremberg en el que elaboraba relojes de sol y otros instrumentos científicos en un estilo neoclásico muy apreciado por el gusto de la época.

Las caras este y oeste del reloj aparecen decoradas con parejas de amantes en traje característico de la región. Además, la superficie de la cara superior se halla ornamentada con guirnaldas.

Cuenta con cinco gnómones montados sobre un prisma poliédrico. Para realizar la toma de medidas horarias en un reloj de sol es necesario orientarlo previamente en la dirección del norte-sur geográfico. La brújula situada en la base sirve para este fin, ya que nos ofrece la dirección del norte-sur magnético. Como generalmente ambas direcciones no son coincidentes, puesto que depende de la declinación magnética –ángulo que forma el norte geográfico con el norte magnético del lugar– es preciso conocer este dato. En concreto, en este reloj, la declinación magnética señalada es de  $17^\circ$  hacia el oeste, que correspondería a la existente en la ciudad de Núremberg ( $49^\circ 30'$  de latitud) en la época de su fabricación.

## Reloj de sol poliédrico

1780-1810

David Beringer

Reloj de sol que permite realizar diferentes lecturas horarias en cinco de sus seis caras. Su autor, David Beringer, fue uno de los más distinguidos constructores de relojes poliédricos de su época. La posibilidad de inclinar el cubo en la dirección norte-sur permite universalizarlo y adaptarlo a diferentes latitudes.

Zuloaga realizó varios relojes damasquinados de gran belleza artística, uno de los cuales fue un encargo de la reina María Cristina para Napoleón III. El que se conserva en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, fue probablemente fabricado para el mecenas americano Alfred Morrison, e incluye la maquinaria de Losada.





## MULTIPLICA

El damasquinado es, según la RAE, «una obra de adorno que se hace con filamentos de oro o plata embutiéndolos en ranuras o huecos previamente abiertos en piezas de hierro u otro metal». Su nombre hace referencia a la ciudad de Damasco.

Existían distintos tipos de damasquinado como la autajía –practicada en las civilizaciones de la Antigüedad clásica– o el *nielado*. Sin embargo, Plácido Zuloaga introdujo un nuevo sistema de incrustación del oro en el hierro, el *estriado a cuchillo*, cuya cuna es Éibar, extendiendo su enseñanza a otras ciudades como Toledo.

Los objetos suntuarios decorados con el damasquinado, cofres, ánforas o medallones, se convirtieron en un signo de distinción en las postrimerías del siglo XIX.

José Rodríguez Losada (1801-1870) fue un prestigioso relojero leonés de renombre internacional. Perseguido por sus ideas liberales, permaneció en el exilio en Londres hasta el final de su vida. Estableció su taller en el número 105 de Regent Street, exportando sus realizaciones bajo el nombre de J. R. Losada London a Europa, Iberoamérica y Filipinas. Fabricó relojes de sobremesa y de bitácora, cronómetros marinos para la Armada española y relojes de torre como el que donó a la villa de Madrid en 1866: el famoso reloj de la Puerta del Sol.

## Reloj de sobremesa

c. 1889

Plácido Zuloaga;  
Taller de J. R. Losada

Este reloj de sobremesa presenta dos características de especial relevancia: la maquinaria, construida por el taller de uno de los mejores relojeros españoles, José Rodríguez de Losada; y la fabricación de la caja, llevada a cabo por Plácido Zuloaga, padre del célebre pintor. Otros relevantes relojes de Losada son el ubicado en la Puerta del Sol de Madrid y el que ornamenta la catedral de Málaga.

Las esferas y el frente están decorados con magníficos esmaltes realizados por Jean Coteau (1740-1801), uno de los mejores esmaltadores del siglo XVIII. El reloj está firmado por Laurent en París.





## MULTIPLICA

La maquinaria posee un ingenioso mecanismo, denominado *de fuerza constante*, por medio del cual el resorte utilizado para la sonería eleva regularmente la pesa que da movimiento al escape del reloj.

Durante el primer Imperio francés o Francia napoleónica (1804-1814), se popularizaron los relojes esqueleto en los que su mecanismo, protegido con una cubierta de vidrio, era visible a través de la caja.

El calendario republicano utilizado en este reloj estuvo vigente desde 1793 hasta 1806, cuando Napoleón restauró el gregoriano. En una de sus esferas pueden leerse los nuevos nombres de los meses: Brumario (del francés *brume*, bruma, a partir del 22 de octubre); Pluvioso (del latín *pluviosus*, lluvioso), a partir del 22 de enero; Germinal (del latín *germen*, semilla) a partir del 21 de marzo; o Termidor (del griego *thermos*, calor) a partir del 20 de julio, entre otros.

Se convocó a los poetas Fabre d'Églantine y Chénier, así como al pintor Jacques-Louis David para que estudiaran estos nuevos nombres. Determinaron otorgarles «un nombre característico que expresase la temperatura que les es propia, el género de producción de la tierra en ese momento, y que a la vez permita sentir la estación donde se encuentran».

## Reloj de sobremesa

c. 1800

Laurent

En este reloj conviven dos calendarios: el gregoriano y el republicano —establecido por la Revolución Francesa—, basado en meses de treinta días, días de veinte horas y horas de cien minutos. La estructura del reloj permite visualizar su maquinaria.

Los instrumentos flamencos como esta pieza cobraron un gran prestigio en su tiempo por su factura, diseño y exactitud, pero su uso ha dificultado que hayan llegado completos hasta nuestros días. En el British Museum de Londres se conserva una ballestilla incompleta del mismo autor fechada en 1571.





## MULTIPLICA

Procede del taller de Gualterius Arsenius en Lovaina (Bélgica). Desde allí se envió a la Academia Real Matemática de Madrid, creada por iniciativa de Felipe II, para que pudiera ser utilizada en las clases de cosmografía y navegación. Más de cuatro siglos después llegó a las colecciones del MUNCYT a través del Instituto San Isidro, heredero de instituciones como el Colegio Imperial de la Compañía de Jesús y los Reales Estudios del Colegio Imperial (siglos XVII-XVIII).

En forma de cruz –modelo diseñado por Gemma Frisius–, se compone de un virote formado por dos elementos que se ajustan mediante un vástago, y de un elemento transversal rematado por pínulas.

En 1564 Tycho Brahe, el mayor observador del cielo antes de la invención del telescopio, comenzó a usar una ballestilla como esta en la confección de su catálogo de estrellas.

La ballestilla también se denomina *báculo de Jacob*, en homenaje a quien se presume fue su inventor, Jakob ben Makir en el siglo XIII. Asimismo, ha sido llamada *cruz geométrica*, *varilla dorada* y *radio astronómico*. Exteriormente es de latón y su interior, de madera.

## Ballestilla

1563

Gualterius Arsenius

Procedente del Instituto de Bachillerato San Isidro de Madrid

La ballestilla es un instrumento empleado para medir distancias inaccesibles basándose en el método de la triangulación. Gualterius Arsenius, su autor, era considerado uno de los mejores constructores de instrumentos de su época, siendo esta ballestilla la única completa que se conserva de este autor en el mundo.

El octante fue presentado  
por John Hadley en la Royal  
Society de Londres en  
1731. Su empleo resultó de  
suma importancia para la  
determinación de la longitud  
geográfica en el mar.





## MULTIPLICA

Su inventor, el matemático y astrónomo inglés John Hadley, nombró este instrumento como *octante* en reconocimiento a la constelación austral –Octans– descrita por Nicolas Louis de Lacaille en 1754. Su etimología procede, también, del vocablo latino *octans*, es decir, la octava parte.

El octante es un instrumento que mide ángulos por reflexión. Los navegantes han utilizado a lo largo de la historia instrumentos como astrolabios, ballestillas y cuadrantes para medir el ángulo que forman sobre el horizonte los cuerpos celestes y así, poder orientarse.

La novedad de este instrumento frente a sus predecesores, en particular el cuadrante de Davis, se centra en la incorporación de un espejo que hace posible visar y medir el ángulo entre dos objetos, haciendo que la reflexión de la imagen de uno coincida con la imagen observada del otro en el espejo. Este instrumento evolucionó posteriormente dando lugar al sextante y al círculo de Borda.

El desastre naval de 1707 –durante la guerra de sucesión española–, en el cual una división naval al mando de *sir* Cloudesley Shovell se estrelló contra las rocas provocando la muerte de casi dos mil marinos al –entre otras causas– no calcular correctamente la longitud en el mar, impulsó la búsqueda de una solución científica a este grave problema por parte del Gobierno inglés. Felipe II, ya en el siglo xvi, también ofreció un premio a quien solventara su determinación exacta.

## Octante

1775-1795

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

Instrumento empleado por los navegantes del siglo xviii para conocer la ubicación de sus embarcaciones. Permitía determinar ángulos visuales entre dos objetos tales como dos puntos de una costa o entre un astro y el horizonte, proporcionando las medidas necesarias para conocer la posición de la nave en el mar.



Las líneas de la latitud –o paralelos– y las líneas de la longitud –meridianos– se conocen desde el siglo III a. C. y fueron fijadas por Ptolomeo en torno al año 150 d. C. en su atlas. Mientras que es posible determinar la latitud gracias a la duración del día, la posición de una estrella o la altura del sol, la medida de los meridianos o longitud se resuelve a través del tiempo, un problema no solventado hasta el siglo XVIII.



### MULTIPLICA

Las grandes expediciones marítimas anteriores al siglo XVIII como las de Colón, Vasco de Gama o Núñez de Balboa, debían fiar en gran parte a la suerte su llegada a buen puerto, al no contar con un instrumento que determinara con exactitud el tiempo y, así, la longitud. Miles de marineros se extraviaron y perdieron la vida por el escorbuto o los naufragios debido a esta cuestión.

El Gobierno británico llegó a convocar un concurso en 1714 que recompensaría con 20 000 libras a quien ideara un cronómetro que permitiera el cálculo de la longitud en alta mar. Fue el relojero inglés John Harrison quien tras muchos años de trabajo logró inventar un cronómetro marino de gran exactitud. Fue presentado en el Comité de Longitudes y probado por primera vez en una travesía entre Portsmouth y Lisboa en 1737.

Era uno de los elementos más protegidos del barco y se alojaba en su centro de gravedad. Además, era necesario darle cuerda al menos cada siete días.

La novela *Longitud* de Dava Sobel, periodista científica del diario The New York Times, narra la apasionante historia del relojero John Harrison y la resolución del problema de la longitud mediante el cronómetro marino.

## Cronómetro marino

c. 1850

José Rodríguez de Losada

Los cronómetros marinos son relojes de muy alta precisión, utilizados para determinar la longitud geográfica, es decir, la medida de cuánto al este o al oeste se encontraba un barco. Dicha coordenada, junto con la latitud, permite determinar la posición de la nave. Hasta su invención en el siglo XVIII los errores en la medida de la longitud tenían graves consecuencias.

La etimología de la palabra *fotogrametría* procede de tres palabras griegas: *photos* o luz, *gramma* o dibujo y *metron*, que significa medir. Podría traducirse como «la medición gráfica a través de la luz».





### MULTIPLICA

Fue diseñado por la compañía Nedinsco (Nederlandse Instrumenten Compagnie), radicada en los Países Bajos. Esta casa era una filial de Zeiss para la comercialización de sus artículos en los Países Bajos y otros territorios del norte de Europa, así como fabricante de algunos de sus productos. En agosto de 1927 cambia su logotipo para introducir junto al grabado habitual de Carl Zeiss Jena las palabras Nedinsco, Systeem y Gravenhage, que se corresponden con la marca de esta cámara.

El inventor francés Aimé Laussedat en 1851 fue el primero en apreciar las posibilidades de aplicación de las cámaras para realizar mapas, si bien no se llevaría a cabo con éxito hasta cincuenta años después.

Actualmente la fotogrametría digital –incluso mediante drones– se emplea para la reconstrucción virtual y el análisis de yacimientos arqueológicos, así como para la restauración de monumentos.

El acueducto romano de Gades –el más largo de la Hispania romana– o los yacimientos prehispánicos de Perú han sido objeto de importantes descubrimientos gracias a estas técnicas.

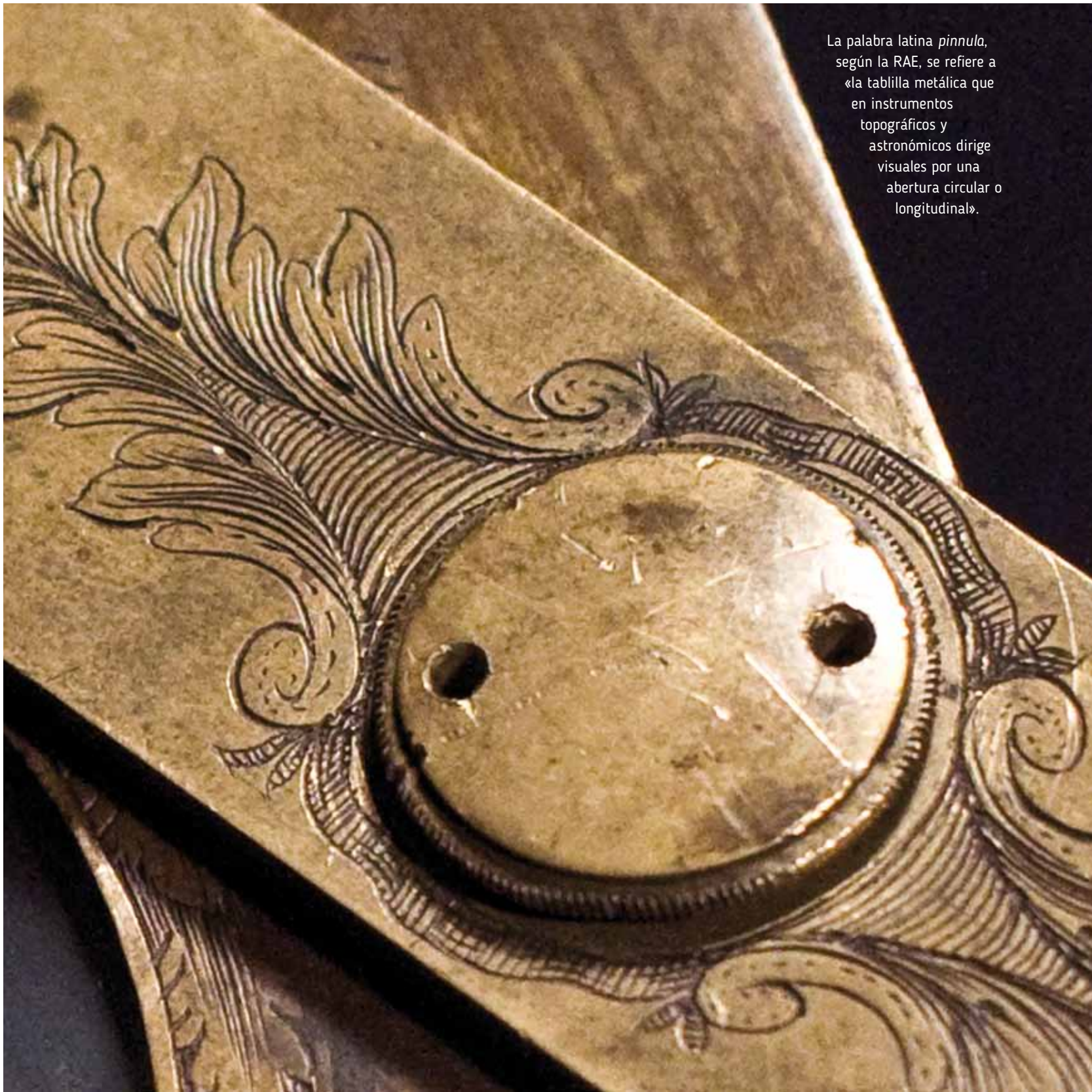
## Equipo de fotogrametría

1930-1940

Nedinsco

Esta cámara se utilizaba en topografía. En ella, y junto a la imagen captada, quedaban impresionados en la placa los datos necesarios para su correcta interpretación, ángulo horizontal y vertical, orientación, etcétera. Su uso era similar al de un teodolito.

La palabra latina *pinnula*, según la RAE, se refiere a «la tablilla metálica que en instrumentos topográficos y astronómicos dirige visuales por una abertura circular o longitudinal».



**MULTIPLICA**

Este instrumento era utilizado para realizar levantamientos expeditivos. Por el método de ángulo y distancia –el ángulo medido con el grafómetro y la distancia mediante la cadena de agrimensor–, era posible obtener el plano de una finca o parcela. Posteriormente, en el trabajo de gabinete, con los datos de campo recogidos, se dibujaba el plano definitivo calculando, además, la superficie.

El grafómetro fue inventado muy probablemente por uno de los matemáticos más insignes del siglo xvi, el italiano Niccolò Fontana Tartaglia (1500-1557), al transformar la escuadra de agrimensor en este nuevo instrumento.

Su autoría, sin embargo, también se atribuye al grabador inglés Philippe Danfrie (1531-1606).

El fabricante Vicente Comas, constructor de instrumentos científicos en la primera mitad del siglo xix, ubicó su taller en el número 3 de la calle Cartagena de Barcelona.

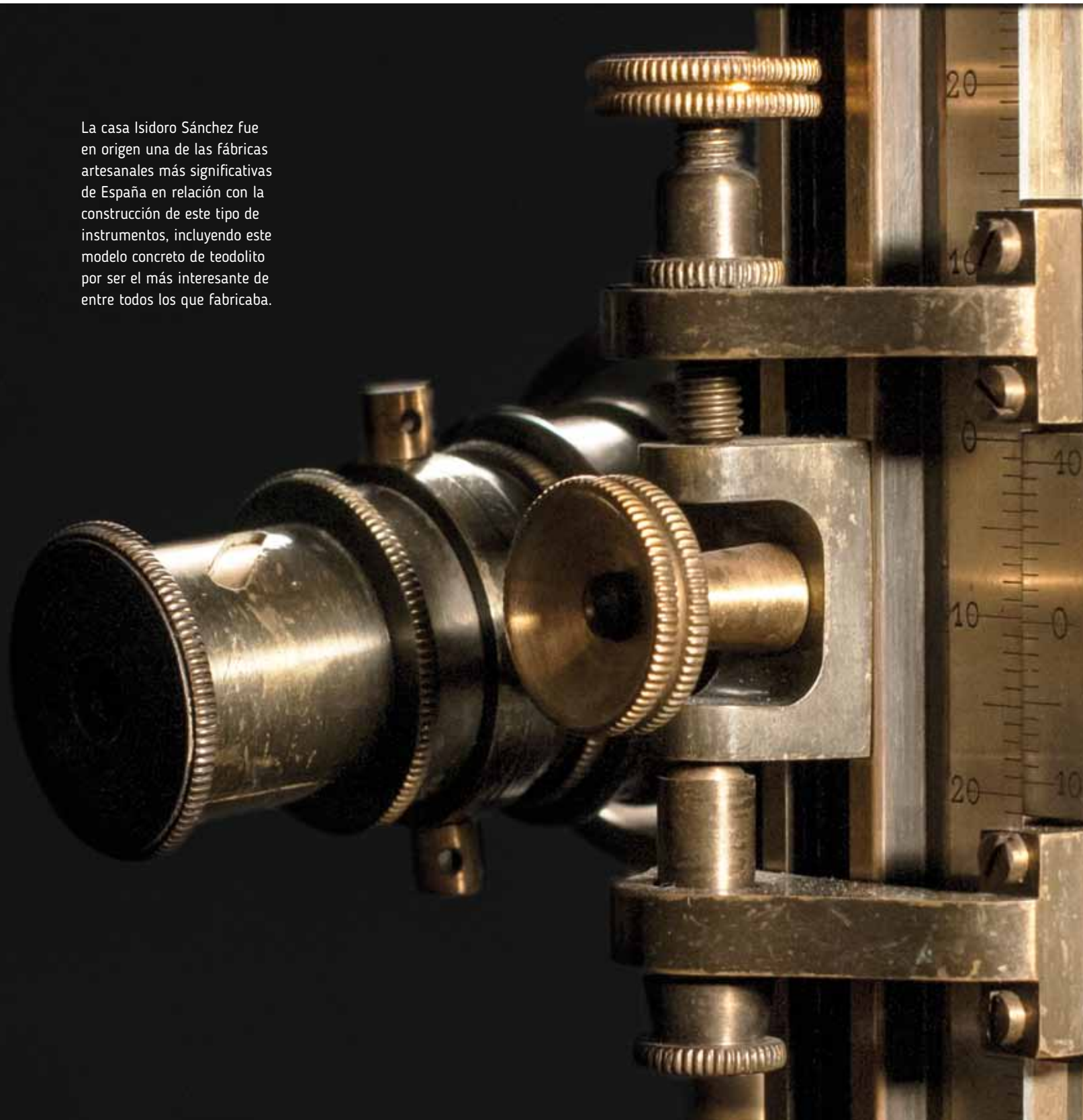
## Grafómetro de pínulas

1800-1833

Vicente Comas

Instrumento utilizado para medir ángulos horizontales. Junto con una cadena de agrimensor o cualquier otro utensilio que mida distancias, permite la realización de planos y levantamientos topográficos. Este grafómetro perteneció a Pedro Serra y Bosch, arquitecto de la Real Hacienda y miembro de varias academias, quien publicó diferentes tratados sobre agrimensura y topografía.

La casa Isidoro Sánchez fue en origen una de las fábricas artesanales más significativas de España en relación con la construcción de este tipo de instrumentos, incluyendo este modelo concreto de teodolito por ser el más interesante de entre todos los que fabricaba.





## MULTIPLICA

Los antiguos egipcios y babilonios, en torno al 3000 a. C., empleaban cadenas y cuerdas para medir distancias. Griegos y romanos perfeccionaron los instrumentos de medida, considerándose el astrolabio de Hiparco de Nicea (siglo II a. C.) el primer antecesor del teodolito.

El matemático bengalí Radhanath Sikdar, en 1852, fue el primero en calcular la altura del monte Everest, 8848 metros, gracias a la ayuda del teodolito y de cálculos trigonométricos.

El término teodolito fue acuñado por Leonard Digges (1520-1559) en su *Pantometría* de 1571, donde se describía un círculo horizontal dividido en 360 grados mediante el cual, se medían ángulos horizontales.

Su etimología es tan oscura que la RAE se abstiene de determinarla, siendo su origen más probable el compuesto entre el verbo griego *théan* (mirar, contemplar), *hodós* (camino) y *litós* (llano). Su significado más aproximado sería «mirar el camino llano».

## Teodolito autorreductor

c. 1910

Isidoro Sánchez

Donación de la Fundación de Apoyo  
al Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

Este teodolito es autorreductor, lo que implica que la medida de la distancia reducida –que con la mayoría de los teodolitos se calcula en el gabinete por medio de métodos matemáticos en función del ángulo–, en este aparato se da ya corregida mediante el mecanismo vertical. Fue diseñado por los ingenieros Eduardo Fungairiño y Alejandro Mendizábal, originario de Piedrahíta (Ávila).



Los orígenes de la topografía se remontan al antiguo Egipto, cuando en época del faraón Sesostris I (c. 2000 a. C.) se llevó a cabo el reparto de los terrenos circundantes del Nilo usando cuerdas para determinar los límites y, de esta forma, las cargas impositivas que correspondían a la población.



## MULTIPLICA

El tubo principal del anteojo presenta un pequeño orificio en uno de sus extremos, mientras que el otro está destinado a albergar la lente que realiza la función de objetivo.

La topografía es el «arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno» (RAE). Para este fin, ya sea a través de los primeros y más convencionales instrumentos topográficos o de las más sofisticadas técnicas de posicionamiento por satélite, es preciso tomar dos tipos de medidas: ángulos y distancias. A partir de estos se elaboran levantamientos planimétricos y altimétricos que se distinguen principalmente por el tipo de ángulo que se mide, horizontales en los primeros y verticales o diferencias de altura en los segundos.

Se presume que la plancheta fue inventada por el suizo Leonhard Zubler (1563-1609), aunque su popularización se atribuye a Johannes Praetorius (1537-1616), profesor de la Universidad de Altdorf en los inicios del siglo xvii. Por este motivo la pieza es conocida también como *mensula praetoriana* o *tavoletta pretoriana* en Italia.

El instrumento descansa sobre una tabla rectangular de madera de palo santo en la que hay dos placas de latón con diferentes escalas para facilitar la elaboración de los dibujos.

## Anteojo de plancheta topográfica

1750-1800

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

Este instrumento era utilizado para el trazado de planos sobre una plancheta topográfica –nombre con el que se conoce al tablero utilizado por los topógrafos para dibujar y registrar los detalles del levantamiento de un terreno–. Su diseño permitía trazar directamente en el papel las alineaciones visualizadas y dibujar el correspondiente plano.

George Fuller, profesor de Ingeniería Civil en la Universidad Queen's de Belfast, patentó este instrumento en 1878.

# FULLER CALCULATOR

MADE IN ENGLAND

George Fuller, profesor de Ingeniería Civil en la Universidad Queen's de Belfast, patentó este instrumento en 1878.

**FULLER CALCULATOR**

MADE IN ENGLAND

**MULTIPLICA**

El cálculo de la navegación marítima o de los aranceles en las aduanas, así como las cuestiones relativas a la ingeniería, contribuyeron a desarrollar diferentes tipos de reglas de cálculo.

Con esta regla se pueden calcular multiplicaciones, divisiones, involución y evolución con precisión de cuatro cifras significativas. Las lecturas de los resultados se obtienen con los dos indicadores metálicos.

Las reglas de cálculo cilíndricas, aparecidas a finales del siglo **xx**, hicieron posible acortar la longitud de las habituales reglas rectangulares, por lo que su uso se popularizó enormemente en estos años.

Si bien Edmund Gunter ideó en 1607 un instrumento en forma de compás con doble escala logarítmica, fue Oughtred quien, en 1630, unió dicha escala con la de multiplicar y dividir, eliminando el compás característico de los instrumentos de Gunter, e inventando así la primera regla de cálculo.

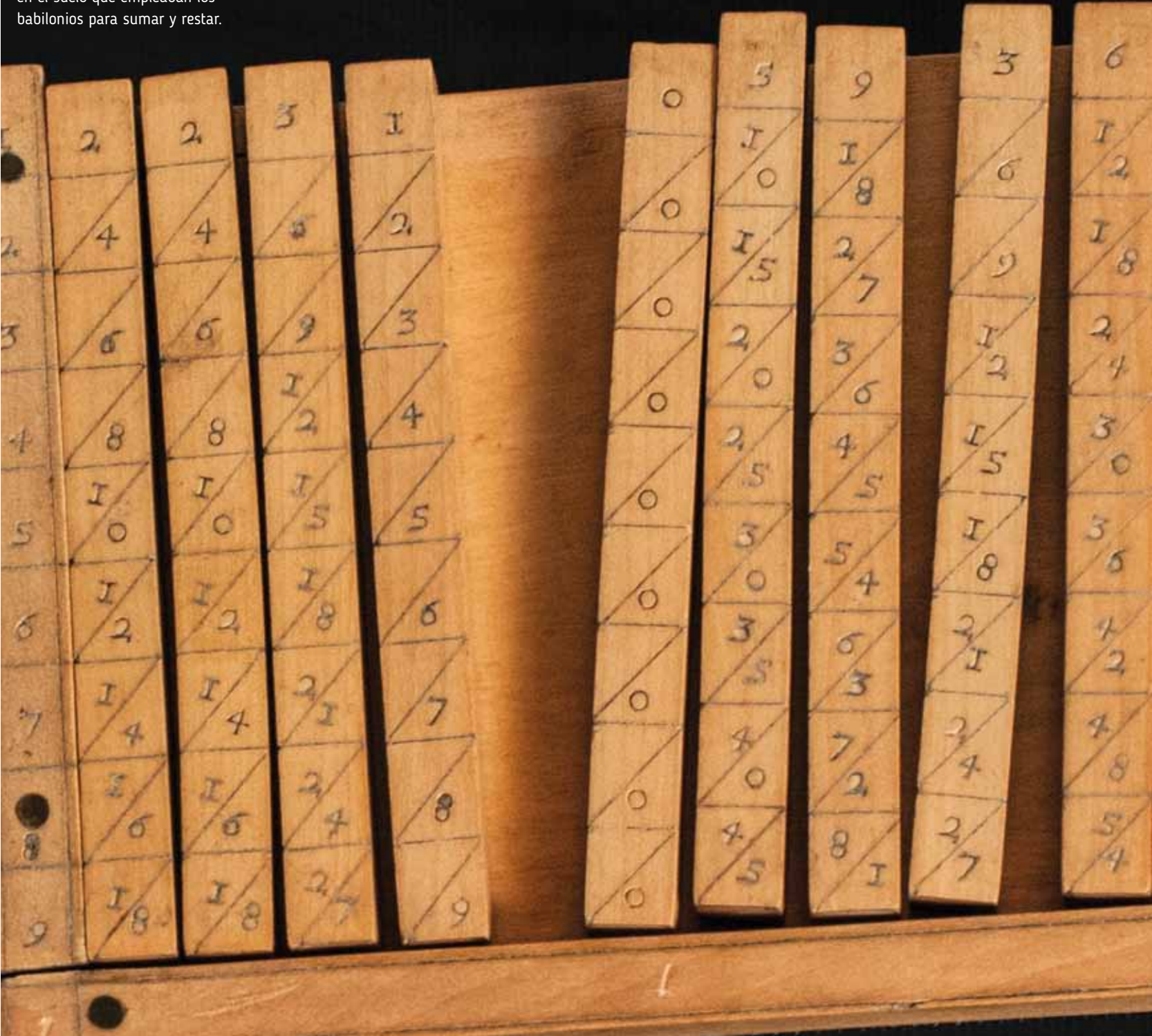
## Regla de cálculo

1878-1900

W. F. Stanley

Esta regla de cálculo presenta la escala logarítmica sobre la superficie del cilindro exterior. Con ella se pueden realizar numerosas operaciones matemáticas con precisión de hasta cuatro cifras significativas.

La palabra ábaco –del griego ábax (tablero)– proviene del término semítico abaq (arena) por la costumbre de colocar piedras en el suelo que empleaban los babilonios para sumar y restar.





## MULTIPLICA

A John Napier se le debe la conceptualización de los logaritmos –el celeberrimo logaritmo neperiano– u operaciones introducidas en las matemáticas con el fin de simplificar complejos cálculos y ejercicios numéricos. El ábaco ideado por él materializa los métodos aritméticos descritos en su obra *Rabdologiæ*, publicados en 1617.

En la tapa del estuche figura la inscripción «Iohn Baker His»; «Nappors Boanes»; «1708 9» que hace referencia al propietario de este ábaco quien probablemente fuera un comerciante inglés. Las fichas de los ábacos neperianos más antiguos se fabricaban en hueso o marfil por lo que se conocen también como *huesos de Napier*, en inglés *Napier's bones* como reza la inscripción del estuche de esta pieza.

El ábaco fue utilizado en todas las grandes civilizaciones de la Antigüedad como Egipto, China, Grecia y Roma.

En el Museo Arqueológico Nacional se conservan dos ábacos del siglo XVII, con las fichas construidas en marfil. El primero es un ábaco rabdológico o de huesos de Napier formado por sesenta varillas y el segundo es un ábaco promptuario que se compone de trescientas fichas.

## Ábaco neperiano

1708-1709

Instrumento de cálculo inventado por John Napier (1550-1617) que permite realizar multiplicaciones y divisiones reduciéndolas a sumas y restas. Consta de una tablilla de madera en la que se disponen diez varillas móviles más una fija para la realización de las operaciones. En cada varilla móvil se desarrolla la tabla de multiplicar para cada dígito del 0 al 9. Dispone, además, de un elemento adicional para el cálculo de raíces cúbicas y cuadradas.



James Short (1710-1768) destaca como fabricante de telescopios de reflexión por la gran calidad de sus espejos. Llegó a construir 1370 telescopios como este modelo y los distribuyó en la mayoría de los observatorios europeos de la segunda mitad del siglo XVIII. Aún se conservan un centenar de telescopios realizados por James Short en todo el mundo y tres de ellos forman parte de las colecciones del MUNCYT.



MULTIPLICA

Fue el monje inglés Roger Bacon (1214-1292) quien, en la Edad Media, primero se apercibió de las virtudes de las lentes para mejorar la vista de sus coetáneos, puesto que acercaban o alejaban los objetos.

Los primeros telescopios eran refractores y utilizaban lentes en su diseño, pero pronto fueron sustituidos por los telescopios reflectores, con espejos, que daban lugar a imágenes más nítidas y sin aberración cromática.

En el invierno de 1609 Galileo utilizó un telescopio fabricado por él mismo y por primera vez lo dirigió hacia los cielos, encontrándose con revolucionarias observaciones –como la existencia de satélites en Júpiter– que reflejaría en su obra *Sidereus Nuncius*.

En el Observatorio del Roque de los Muchachos de la isla de La Palma, a una altura de 2396 metros, se encuentra actualmente una de las baterías de telescopios más completa del planeta. En este observatorio, desde 2007, está en funcionamiento el mayor telescopio óptico de Europa y uno de los mayores del mundo, el Gran Telescopio de Canarias (GTC): un telescopio reflector con un espejo primario segmentado de 10,4 metros de diámetro.

## Telescopio reflector

c. 1750

James Short

Procedente del Instituto de Bachillerato San Isidro de Madrid

Los telescopios reflectores utilizan espejos en lugar de lentes para enfocar la luz y formar imágenes. Este modelo se conoce como *gregoriano* en honor a James Gregory, quien lo diseñó en 1663. Consta de dos espejos: uno parabólico con una perforación en el centro y otro elíptico. Los rayos reflejados por ambos llegan al ocular permitiendo ver objetos celestes situados a grandes distancias.



El nombre de este instrumento procede del vocablo latino *tellus*, la Tierra. Su forma adjetivada, *telúrico*, se emplea de manera común en castellano para caracterizar a todo aquello que deriva de nuestro planeta. Comparte etimología con el telurio (Te), elemento químico cuyo número atómico es el 52.



### MULTIPLICA

Fue construido por George Adams (1750-1795), afamado constructor de instrumentos científicos y matemáticos para, entre otros, el rey Jorge III de Inglaterra. El taller de la familia Adams se hallaba en la calle Fleet Street, Londres.

En su lámina se puede ver, entre otros cometas, la trayectoria del cometa Halley. Fue el astrónomo y matemático británico Edmund Halley el primero en calcular, en 1682, la órbita y la periodicidad de un cometa, aquel que desde entonces lleva su nombre.

El movimiento de la Tierra, como el de cualquier cuerpo celeste, es muy complejo. Que se conozcan hasta el momento, el planeta se ve afectado por hasta cinco tipos de movimientos diferentes: el de traslación, rotación, precesión, nutación y bamboleo de Chandler.

El IES Cardenal Cisneros de Madrid, de donde proviene esta pieza, es uno de los centros docentes históricos de la capital. Se fundó en 1837 como Instituto del Noviciado, vinculado a la Universidad de Alcalá de Henares. Hasta 1877 no adquirió autonomía propia.

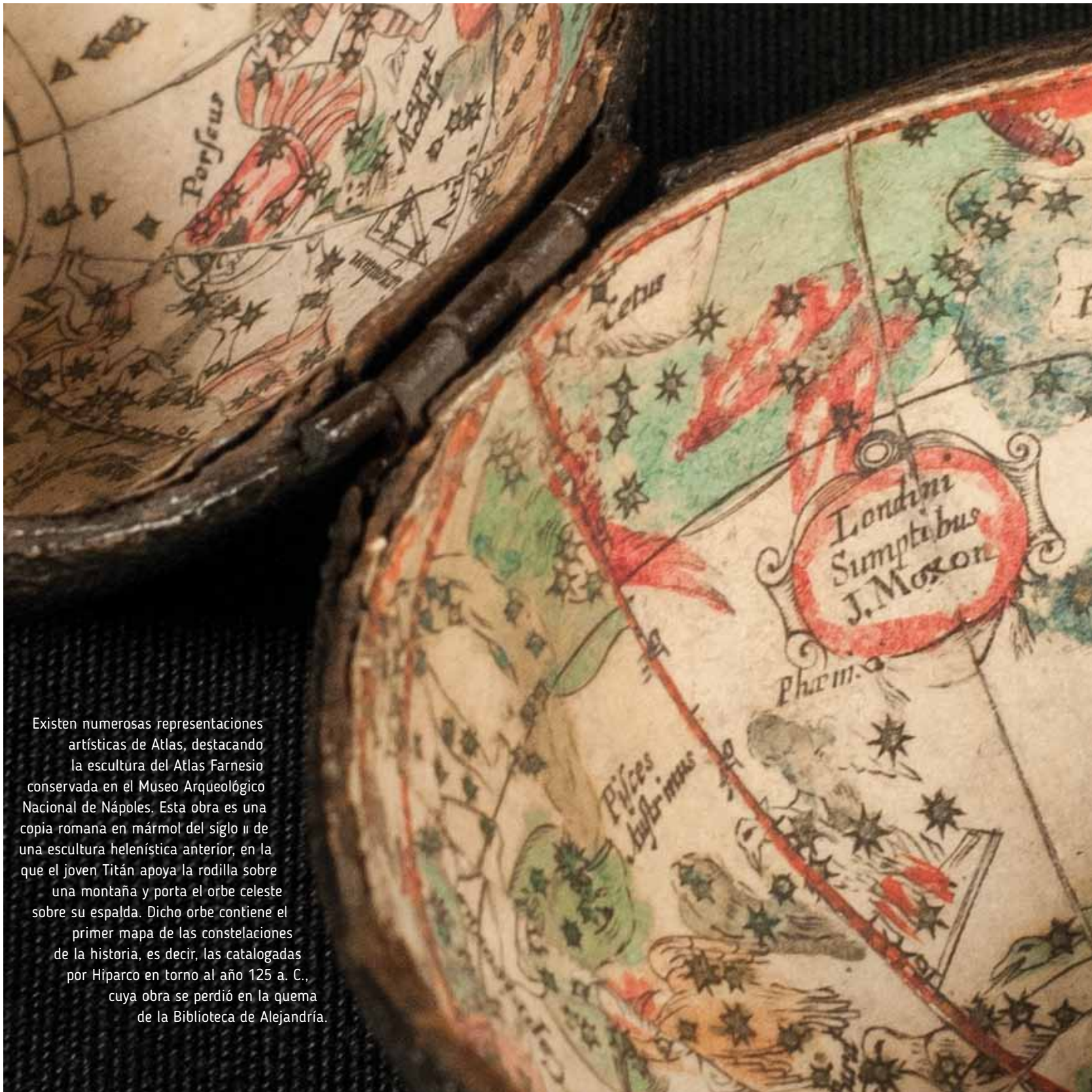
## Tellurium

c. 1789

George Adams

Depósito del Instituto de Enseñanza  
Secundaria Cardenal Cisneros de Madrid

Representación del sistema Sol-Tierra y sus movimientos mediante un mecanismo con engranajes. Con este instrumento se pueden explicar las fases lunares, así como las estaciones y el ciclo del día y la noche. Probablemente esta pieza fue un encargo solicitado desde España pues, aunque su constructor es inglés, todas las inscripciones de la lámina, en su base, están en castellano.



Existen numerosas representaciones artísticas de Atlas, destacando la escultura del Atlas Farnesio conservada en el Museo Arqueológico Nacional de Nápoles. Esta obra es una copia romana en mármol del siglo II de una escultura helenística anterior, en la que el joven Titán apoya la rodilla sobre una montaña y porta el orbe celeste sobre su espalda. Dicho orbe contiene el primer mapa de las constelaciones de la historia, es decir, las catalogadas por Hiparco en torno al año 125 a. C., cuya obra se perdió en la quema de la Biblioteca de Alejandría.



## MULTIPLICA

Joseph Moxon (1627-1691), grabador y constructor de globos, mapas e instrumentos matemáticos, fue nombrado Hidrógrafo del Rey por Carlos II de Inglaterra en 1662. Moxon aprendió el oficio de impresor en los Países Bajos, formándose con la familia de cartógrafos más importante del siglo xvii, los Blaeu, en Amsterdam.

Asociado con John Sugar, construyó globos celestes y terrestres. Además, se dedicó con éxito a la impresión de mapas e instrumentos matemáticos de papel, así como a la publicación de traducciones de libros científicos.

Durante el siglo xviii Charles Price, George Adams y John Senex, entre otros, prosiguieron la producción de globos de bolsillo. En los albores del siglo xix serían John Newton y Dudley Adams dos de los más renombrados constructores de este tipo de globos.

Los globos de bolsillo pudieron haber servido como referencia para el debate en sociedades geográficas, incluyendo en sucesivas ediciones los nuevos descubrimientos de tierras y costas como los del explorador británico James Cook.

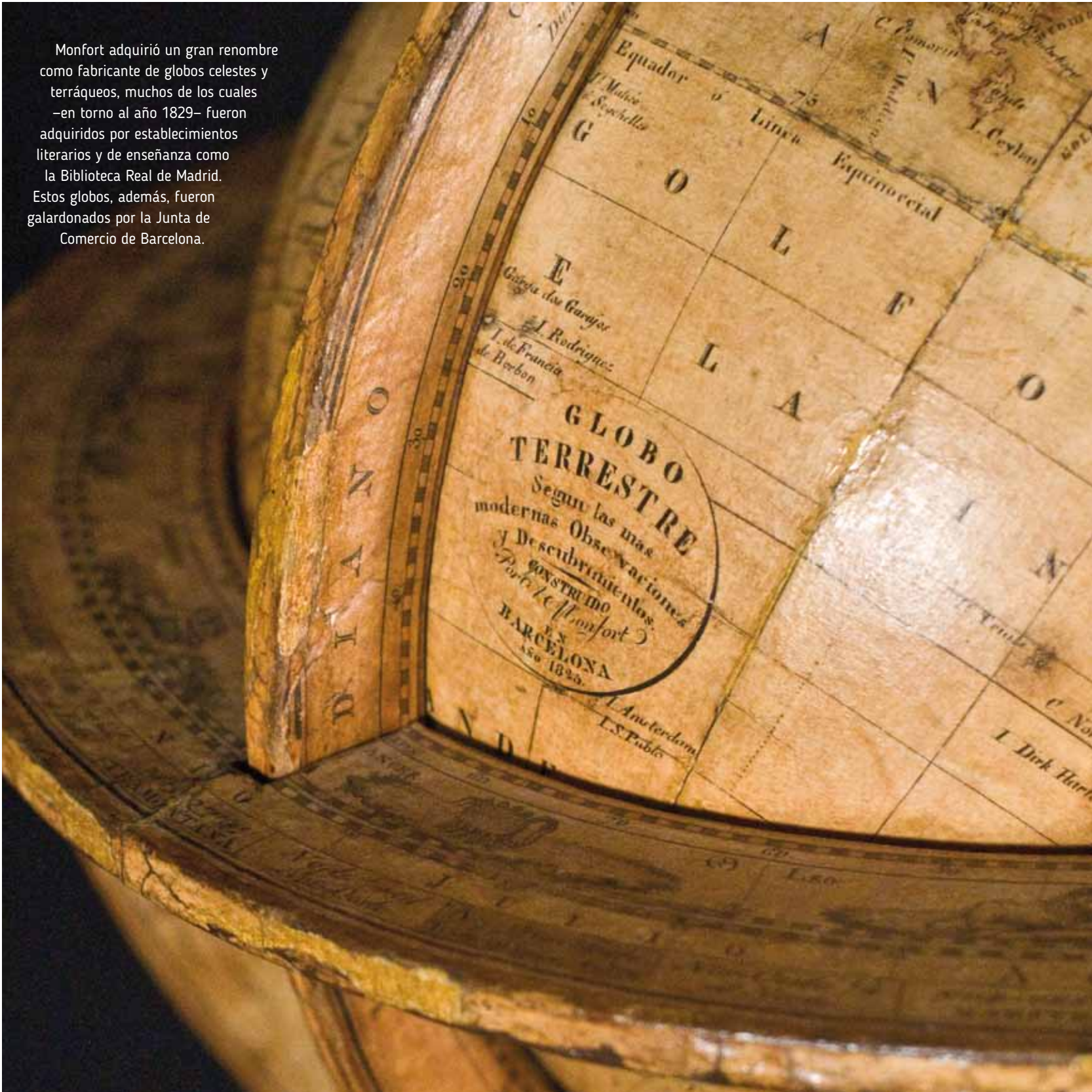
## Globo de bolsillo

Finales del siglo xvii

J. Moxon

Este pequeño globo terrestre se guarda en un estuche esférico en cuyo interior se encuentra representado el orbe celeste con sus constelaciones y estrellas. Esta forma de representación tenía un alto valor didáctico en comparación con los globos que reproducían el cielo en su parte exterior o convexa.

Monfort adquirió un gran renombre como fabricante de globos celestes y terráqueos, muchos de los cuales –en torno al año 1829– fueron adquiridos por establecimientos literarios y de enseñanza como la Biblioteca Real de Madrid. Estos globos, además, fueron galardonados por la Junta de Comercio de Barcelona.





## MULTIPLICA

Antoni Monfort i Miquel, nacido en Calaf en 1790 y heredero de una estirpe de comerciantes, pertenecía a una familia de la nueva clase burguesa de Barcelona.

Fue uno de los introductores en España de las modernas técnicas litográficas desarrolladas a finales del siglo XVIII por Aloys Senefelder. Monfort llegó a diseñar una máquina para grabar sobre cobre inédita en España con el fin de perfeccionar sus plasmaciones artísticas en los instrumentos científicos que realizó. Su producción litográfica, pionera en nuestro país, también produjo partituras musicales, ilustraciones de libros, así como el primer *plano de Barcelona y sus cercanías*, publicado en 1818 y dedicado a Francisco Javier de Castaños, capitán general de Cataluña.

Su capacidad innovadora en el campo de las artes gráficas le sitúan como un defensor de las nuevas tecnologías y la libre competencia a principios del siglo XIX.

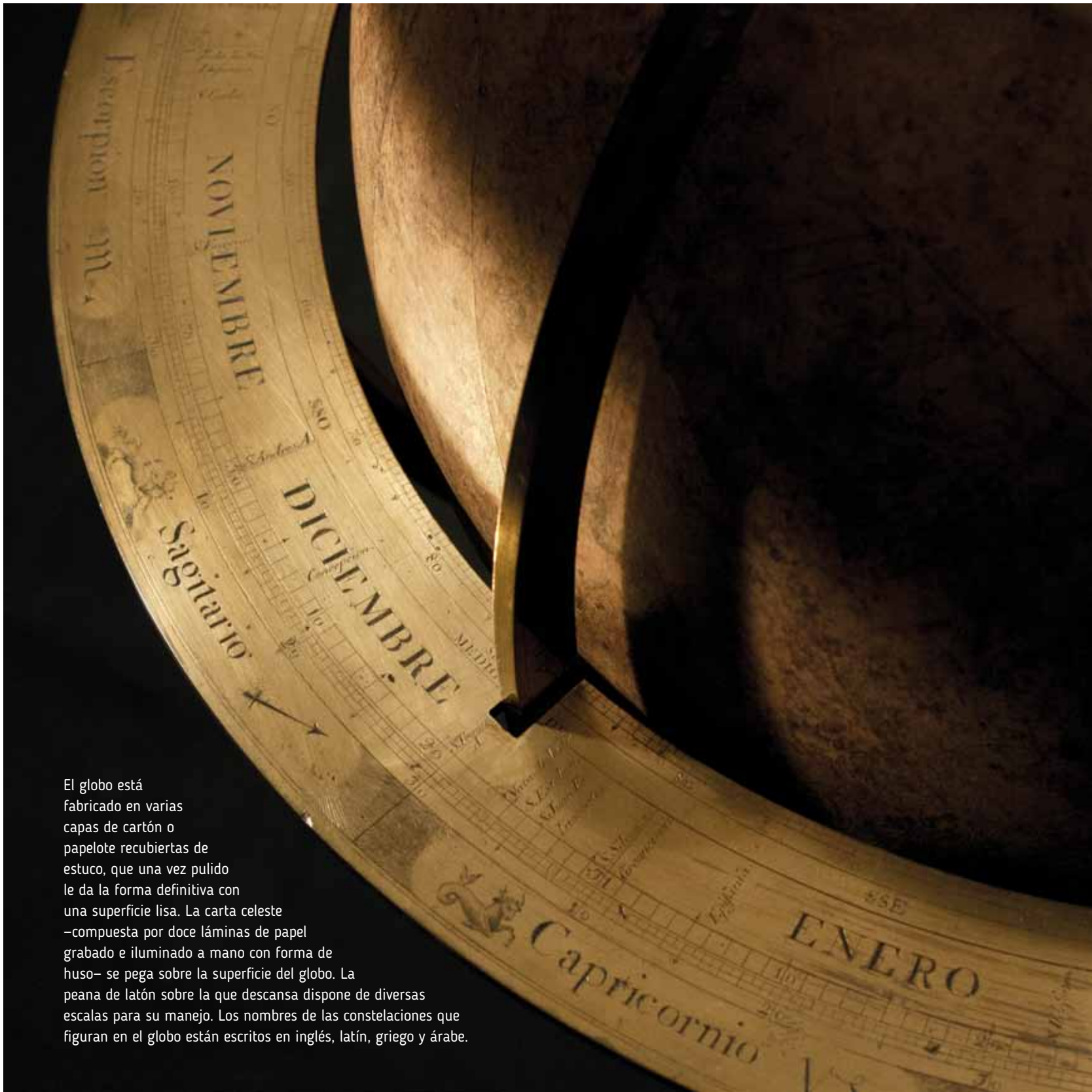
Después del fallecimiento de Josep Eusebi, hermano y sucesor de Antoni al frente de su taller, la familia abandonó el taller litográfico en favor de la explotación de sus haciendas.

## Globo terrestre

1825

Antoni Monfort

La construcción de globos terrestres como representación del planeta con fines divulgativos se generalizó a partir del siglo XV, debido a la necesidad de dar a conocer los nuevos descubrimientos españoles y portugueses. En el siglo XIX los accidentes geográficos eran ya muy conocidos, apareciendo representados en cada continente y acompañados de los nombres de países y las escalas de latitudes. Este es el globo terrestre de fabricación española más antiguo del que se tiene noticia.



El globo está fabricado en varias capas de cartón o papelote recubiertas de estuco, que una vez pulido le da la forma definitiva con una superficie lisa. La carta celeste —compuesta por doce láminas de papel grabado e iluminado a mano con forma de huso— se pega sobre la superficie del globo. La peana de latón sobre la que descansa dispone de diversas escalas para su manejo. Los nombres de las constelaciones que figuran en el globo están escritos en inglés, latín, griego y árabe.



### MULTIPLICA

Este tipo de globos se construían por parejas, terrestre y celeste. Su pareja terrestre se halla en el Palacio del Senado en Madrid.

En este globo aparecen representadas las constelaciones en su forma mítica, incorporando los descubrimientos de Nicolas Louis de Lacaille, astrónomo francés, y de John Flamsteed, el primer Astrónomo Real de Inglaterra, quien aportó datos de la posición de más de 3000 estrellas.

George Adams (1750-1795) fue uno de los fabricantes de instrumentos científicos más conocidos del siglo XVIII. Pertenecía a una renombrada familia de constructores de globos junto con su padre, George Adams sénior –nombrado fabricante de instrumental matemático a cargo de Su Majestad en 1760– y su hermano Dudley. La familia estuvo al servicio de la monarquía británica y vendía sus instrumentos en sus establecimientos de Fleet Street y Charing Cross en Londres.

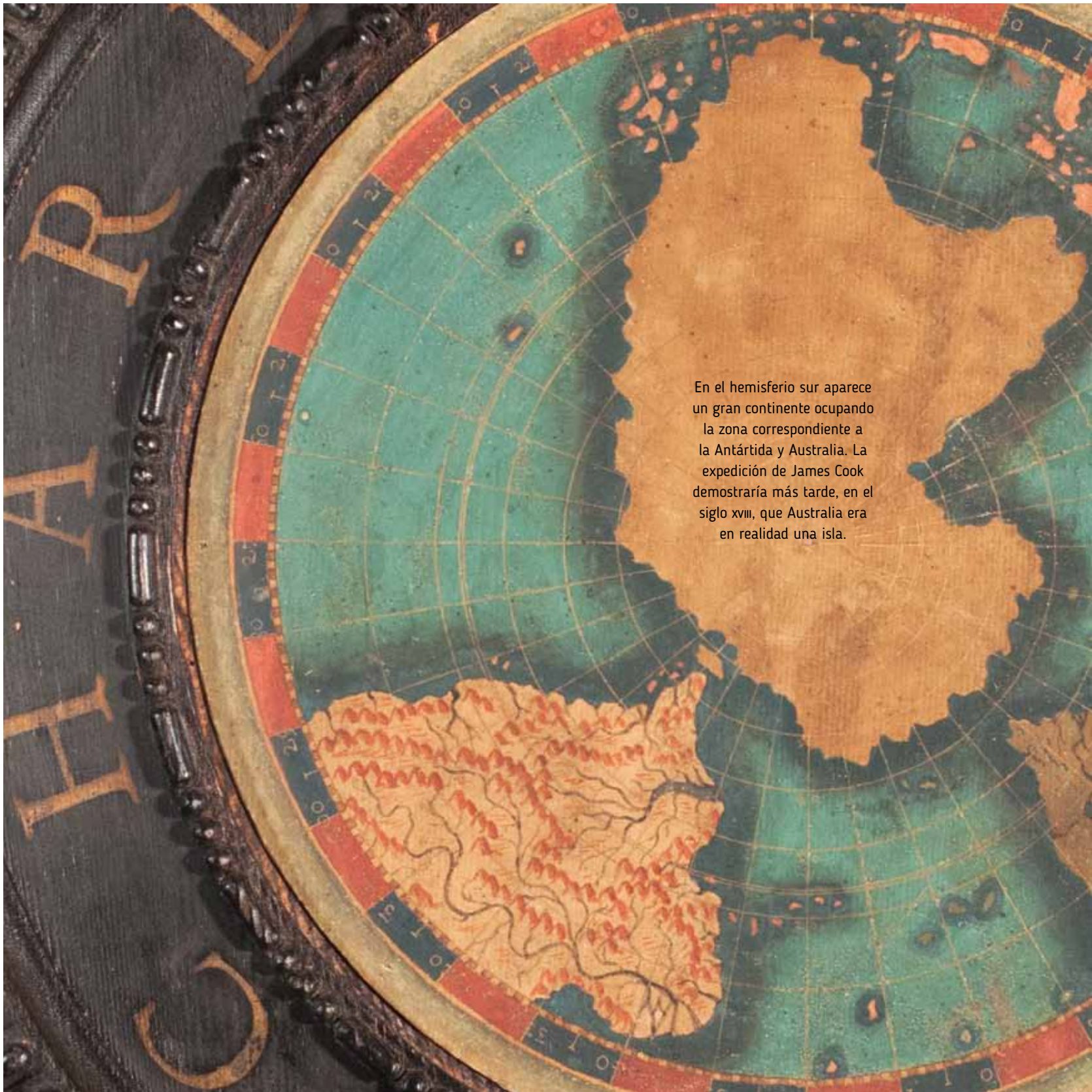
George Adams publicó en 1789 un tratado sobre astronomía y geografía en el que se incluía un apartado dedicado al uso de los globos junto con el uso de otros instrumentos científicos.

## Globo celeste

Siglo XVIII

George Adams

Representación de los astros y las constelaciones conocidas hasta esa fecha en sus correspondientes posiciones celestes. Dada su gran calidad, podía utilizarse para el estudio y el cálculo de efemérides astronómicas. Como otros instrumentos de George Adams que se encuentran en el MUNCYT, posee inscripciones en castellano, indicando que probablemente se construyó para un cliente español.



En el hemisferio sur aparece un gran continente ocupando la zona correspondiente a la Antártida y Australia. La expedición de James Cook demostraría más tarde, en el siglo XVIII, que Australia era en realidad una isla.



## MULTIPLICA

Originalmente, las dos caras se hallaban unidas en un único disco. En el siglo XVIII se separaron y se colocaron sobre una tabla para poder estudiar las dos caras simultáneamente.

Si se juntaran las dos mitades se leería en el canto la inscripción «MADRITI \* AN MDCXXXIV» –«en Madrid, año 1634»– que permite situarlos y datarlos.

Muestra la inscripción «CLAUDII RICHARDI». Claudio Ricardo, quien ocupó la Cátedra de Matemáticas en los Reales Estudios del Colegio Imperial, de donde procede la pieza, fue su constructor. En sus aulas se formó, entre otros, Calderón de la Barca.

Hasta el siglo XVI, sin los instrumentos científicos adecuados, los mares y océanos apenas se habían explorado, y aparecían rodeados de inscripciones que indicaban *terra incognita* o tierra desconocida. Dragones, serpientes marinas gigantes e islas habitadas por criaturas fantásticas aterrizaron a los navegantes de la Edad Media e inicios del Renacimiento.

## Mapa terrestre

1634

Claudio Ricardo

Procedente del Instituto de Bachillerato San Isidro de Madrid

Representación de los dos hemisferios de la Tierra –norte y sur–, vistos desde ambos polos, donde se distinguen las tierras conocidas hasta el momento de su construcción. La llamada *terra incognita* en este caso se utiliza para denominar la unión del continente antártico con Australia, debido a que hasta el siglo XVIII no fue determinada su separación.

Ambos mapas fueron elaborados a partir de una lámina impresa, iluminada con posterioridad en azules y dorado. En un principio, las dos partes del marco estaban unidas, pero fue seccionado para mostrar ambos cielos al mismo tiempo. La lámina izquierda representa el hemisferio boreal y la derecha el austral, centrados en los polos.





MULTIPLICA

En este mapa celeste no aparece la constelación de la Dorada y otras estrellas circumpolares, cuya primera presencia en mapas celestes data de 1603 (Johann Bayer, *Uranometría*).

Se trata de un instrumento didáctico, pero en general los mapas no se presentaban así, sino en forma de atlas, siendo utilizados por los astrónomos acompañados de las tablas y los catálogos necesarios para su localización en el firmamento.

El jesuita francés Claude Richard –o Claudio Ricardo– (1589-1664) fue también una de las figuras más insignes del estudio de las matemáticas y la ingeniería en España en el siglo XVII, encomendándosele, incluso, una reforma de las defensas de Tarifa (Cádiz).

Fue el célebre geógrafo flamenco Mercator quien acuñó por vez primera, en 1578, la denominación de Atlas –el joven titán condenado por Zeus a sostener la Tierra separada del firmamento por toda la eternidad– para una colección de mapas (*Atlas, sive cosmographicæ meditationes de fabrica mundi*).

## Mapa celeste

c. 1634

Claudio Ricardo

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

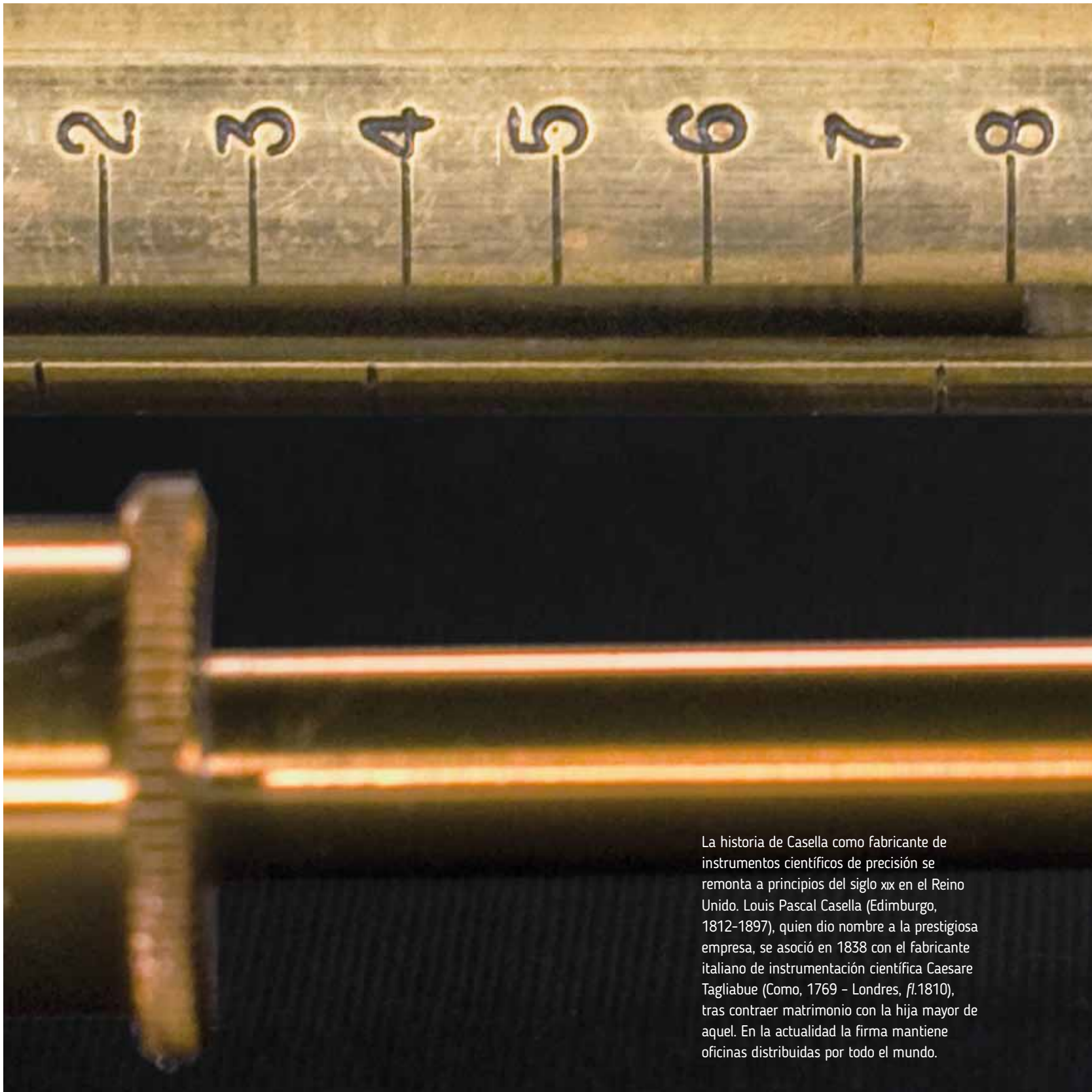
Representación de los dos hemisferios celestes –norte y sur–, donde se distinguen, además de las constelaciones más conocidas, la Vía Láctea, la línea de la Eclíptica, los trópicos de Cáncer y Capricornio y los círculos polares. En el hemisferio sur se muestran las nubes de Magallanes, descubiertas a principios del siglo XVI.

“Los físicos  
emplean la teoría  
ondulatoria los  
lunes, miércoles  
y viernes;  
y la corpuscular,  
los martes,  
jueves y sábados”

William Henry Bragg



Gabinete



La historia de Casella como fabricante de instrumentos científicos de precisión se remonta a principios del siglo XIX en el Reino Unido. Louis Pascal Casella (Edimburgo, 1812-1897), quien dio nombre a la prestigiosa empresa, se asoció en 1838 con el fabricante italiano de instrumentación científica Cesare Tagliabue (Como, 1769 - Londres, fl.1810), tras contraer matrimonio con la hija mayor de aquel. En la actualidad la firma mantiene oficinas distribuidas por todo el mundo.



## MULTIPLICA

Conocer la cantidad y tipo de partículas en suspensión es importante para determinar la calidad del aire. Especialmente en las grandes urbes, el problema de contaminación atmosférica que afecta negativamente a la salud de sus habitantes es objeto de control diario, que se realiza con modernos contadores y medidores de partículas.

Hacia 1889 John Aitken, meteorólogo escocés, ideó este tipo de contadores portátiles de polvo atmosférico que fueron muy utilizados durante la primera mitad del siglo xx. El método en el que basa su funcionamiento es la condensación del vapor de agua contenido en el aire sobre una pequeña superficie cuadrículada de vidrio esmerilado. Por medio de una lente de aumento es posible contar el número de gotas y hacer una estimación de la cantidad de partículas que han actuado como núcleos de condensación.

El polvo atmosférico está formado por materia orgánica e inorgánica de dimensiones microscópicas que se produce por acciones causadas por el hombre o de forma natural.

Para que el vapor de agua contenido en la atmósfera se condense en forma de nubes es necesaria la presencia de núcleos de condensación que pueden ser de muy variada naturaleza, como la sal, los sulfatos, el polvo, el polen, etcétera. En principio, cada gota se asocia a una de estas partículas.

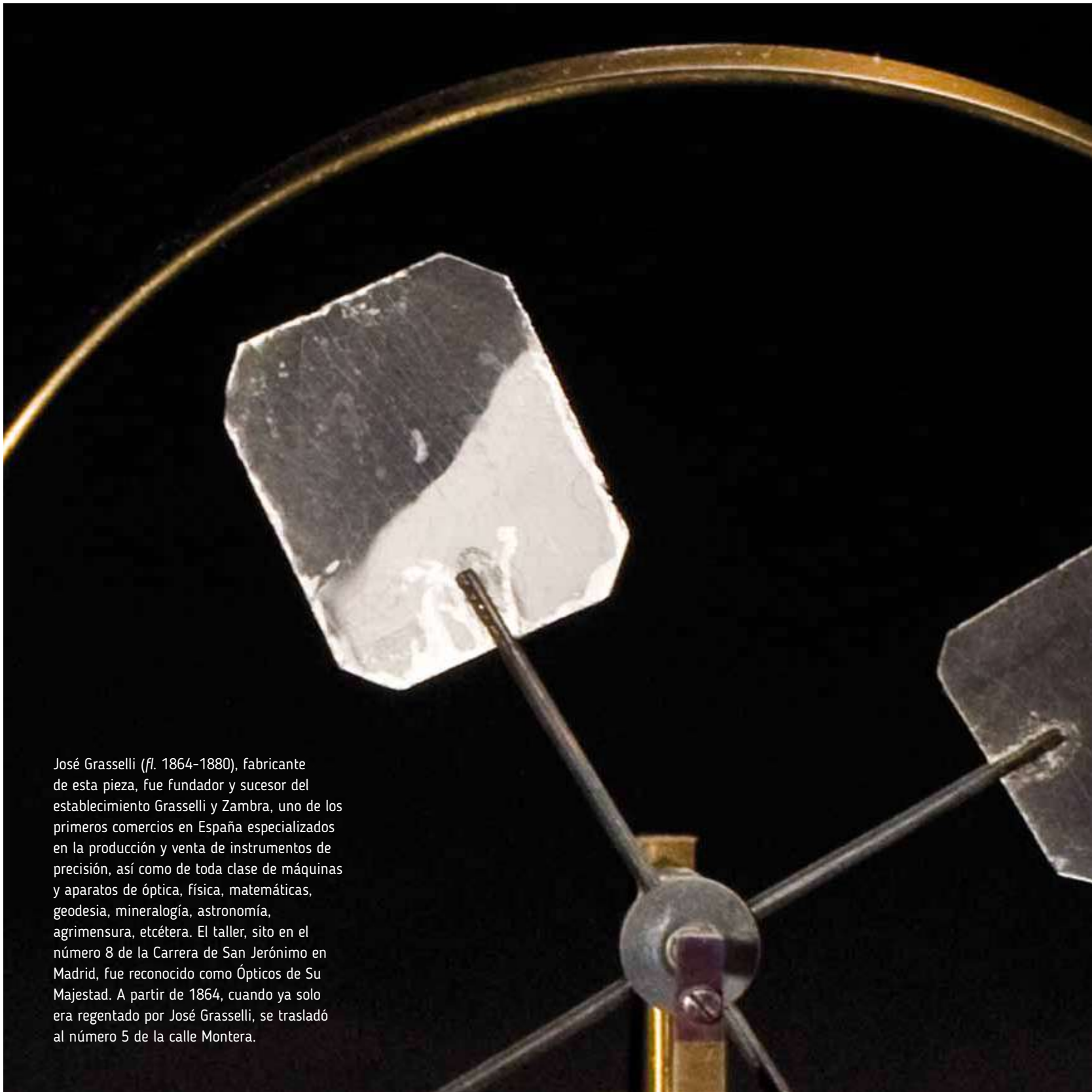
## Contador portátil de polvo atmosférico

c. 1925

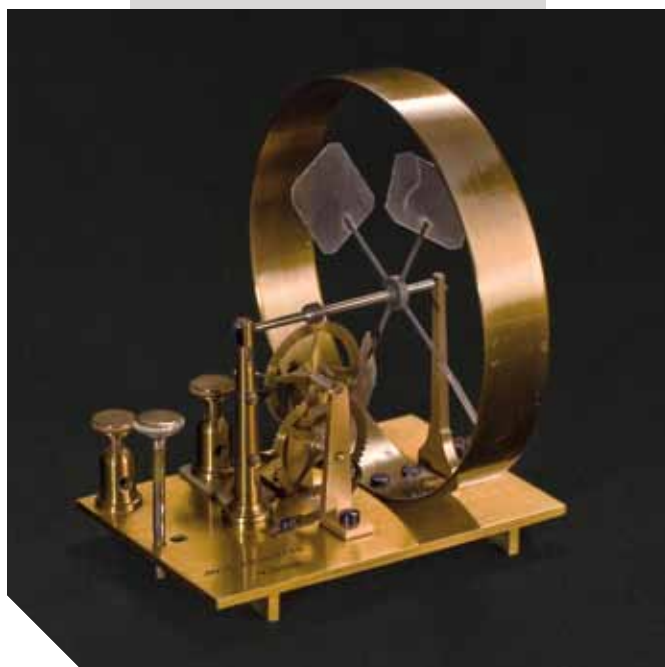
Casella

Depósito de la Facultad de Ciencias Físicas  
de la Universidad Complutense de Madrid

Con este instrumento es posible estimar la cantidad de partículas que han actuado como núcleos de condensación. Con este fin, se procede a contar el número de gotas que condensan en el interior de un pequeño depósito en el que previamente se ha introducido un volumen conocido de aire. La cantidad de partículas viene dada por este número.



José Grasselli (fl. 1864-1880), fabricante de esta pieza, fue fundador y sucesor del establecimiento Grasselli y Zambra, uno de los primeros comercios en España especializados en la producción y venta de instrumentos de precisión, así como de toda clase de máquinas y aparatos de óptica, física, matemáticas, geodesia, mineralogía, astronomía, agrimensura, etcétera. El taller, sito en el número 8 de la Carrera de San Jerónimo en Madrid, fue reconocido como Ópticos de Su Majestad. A partir de 1864, cuando ya solo era regentado por José Grasselli, se trasladó al número 5 de la calle Montera.



### MULTIPLICA

En la minería del carbón es primordial que las galerías se encuentren convenientemente ventiladas para evitar la acumulación de gas grisú e impedir posibles explosiones. Hacia 1838 el ingeniero y científico francés Charles Pierre Mathieu Combes (1801-1872) diseñó este tipo de anemómetros para controlar el flujo de aire que circulaba por los diferentes túneles y pasillos de la mina, y asegurar así la correcta ventilación de los espacios.

Aparatos similares se utilizaban también en establecimientos públicos –hospitales, escuelas, teatros, iglesias, bibliotecas, salones de baile, etcétera– con el fin de medir la velocidad de las corrientes ventilatorias y controlar la calidad del aire respirable.

La mica es un mineral caracterizado por su fácil exfoliación en finas láminas. Su ligereza confiere al anemómetro gran sensibilidad a corrientes de aire de baja intensidad.

Este anemómetro, procedente de un centro docente de enseñanzas medias, podría haber sido utilizado en experiencias de gabinete relacionadas con el calor radiante donde los flujos de corriente son muy débiles. Su pequeño formato, la calidad de fabricación y el material de sus álabes –la mica es un perfecto aislante eléctrico y térmico– apuntan a este posible uso.

## Anemómetro

1864-1880

José Grasselli

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

Este modelo de anemómetro se utiliza para medir la velocidad de pequeños flujos de aire. Dispone de álabes de mica y de un cuentarrevoluciones formado por dos ruedas dentadas –de cien y cincuenta dientes respectivamente–, la primera de las cuales acciona un circuito eléctrico externo cada vez que completa una vuelta, permitiendo determinar si la corriente es uniforme o no gracias a un sistema de registro. Conocido el número de vueltas en un determinado tiempo se deduce la velocidad del flujo de aire.

Alternando los diferentes componentes de este tipo de instrumentos, Macedonio Melloni (1798-1854) fue capaz de definir muchas propiedades del calor radiante y su analogía con las propiedades ópticas de la luz. Defendió que la luz y el calor no eran sino manifestaciones distintas de un mismo fenómeno físico y trató de identificar las características de la onda calórica, lo que hoy se conoce como *infrarrojo*.





MULTIPLICA

El banco de prácticas científicas ideado por Melloni dispone de varias fuentes de calor y una de ellas es el cubo de Leslie, que se llena con agua o aceite muy caliente. Las paredes metálicas que lo conforman emiten distintas energías radiantes, comprobándose que las superficies negras y rugosas emiten más que las claras y pulidas.

La casa Deleuil, fundada en 1820 por Louis-Joseph Deleuil –reputado fabricante francés de instrumentos científicos de precisión–, fue una de las firmas elegidas por el gobierno español, mediado el siglo XIX, para nutrir de material científico de calidad los laboratorios de institutos y universidades del país.

La barra de latón tiene una longitud de un metro y en ella se acoplan los diversos elementos para la realización de las experiencias: fuentes de luz y calor, espejo, pantallas, pila termoeléctrica, muestras de minerales, prismas, etcétera.

Una de las demostraciones más realizadas con este tipo de instrumento era el estudio de la facilidad o dificultad con la que distintos materiales –diferentes muestras de minerales en este caso– dejan pasar el calor.

## Banco de Melloni

1830-1853

Deleuil

Procedente del Instituto de Bachillerato San Isidro de Madrid

Con este instrumento se pueden realizar diversos experimentos relacionados con las propiedades térmicas de los cuerpos y su capacidad emisiva y absorbente. Para este fin, se disponen fuentes de calor de distinto origen y muestras de minerales de diferentes espesores, colores y formas, que son sometidas al efecto de la radiación calorífica.



En los gabinetes de Física de los siglos XVIII y XIX es frecuente encontrar este tipo de instrumentos de demostración que disponen un material conductor discontinuo a lo largo de una superficie de material aislante, como el vidrio. Cuadros mágicos, tubos, pirámides, botellas y esferas o globos centelleantes muestran los aspectos más *recreativos* de la descarga eléctrica.



### MULTIPLICA

Son innumerables los diseños de experiencias e instrumentos que se emplearon para la enseñanza de distintos aspectos del fenómeno eléctrico que, a pesar de ser poco conocido hasta mediados del siglo XVIII, contaba con el poder de cautivar por sus sorprendentes y espectaculares manifestaciones naturales –como los rayos o el fuego de San Telmo–, y por las demostraciones y experiencias científicas realizadas con los grandes generadores electrostáticos de la época.

La electrostática es la parte de la física que se encarga del estudio de las interacciones entre cargas eléctricas en reposo y es el punto de partida para el conocimiento de la electricidad en sus diferentes manifestaciones.

Los rombos de estaño forman en cada tubo una hélice, que al recibir la descarga se ilumina al completo. El conductor móvil actúa repartiendo la carga eléctrica procedente del generador electrostático en dos tubos simultáneamente, por lo que el efecto final ilumina el conjunto del aparato de dos en dos conforme gira el móvil.

El estaño es un metal con interesantes propiedades y aplicaciones en procesos industriales. Una de las principales reside en su uso como recubrimiento en los envases de hojalata que contienen alimentos, ya que inhibe las reacciones químicas entre el acero y el contenido de la lata.

## Tubos centelleantes

1870-1910

Depósito de la Facultad de Ciencias Físicas  
de la Universidad Complutense de Madrid

Al conectar el aparato a una máquina electrostática y hacer girar el conductor móvil se produce una descarga eléctrica que se transmite a cada uno de los tubos. Entre cada par de rombos de estaño –que se encuentran extremadamente próximos entre sí, pero sin llegar a tocarse–, se produce también una descarga. El resultado final es un llamativo efecto visual en su conjunto.



La columna de aire contenida en el tubo sonoro se comporta como una cuerda musical. Fueron los pitagóricos quienes iniciaron el estudio matemático del sonido al advertir que la longitud de una cuerda guarda una relación numérica sencilla con el tono que produce al ser pulsada.



### MULTIPLICA

Se conoce como *fuelle acústico* aquel que se emplea como depósito de aire para accionar instrumentos musicales de viento, como los órganos de las iglesias, o este tipo de tubos sonoros para experiencias de gabinete relacionadas con el sonido.

Una de las características de cualquier sonido es la frecuencia –número de veces que la onda vibra por segundo–. Este valor resulta inversamente proporcional a la longitud del tubo.

Breton Frères, firma de fabricación de instrumentos científicos parisina nació de la mano de los hermanos Louis y André. La empresa alcanzó en muy poco tiempo fama internacional por la calidad e innovación de sus manufacturas.

Cuenta Ovidio en un pasaje de *Las Metamorfosis* que la ninfa Siringa, perseguida por el dios Pan, pidió auxilio a sus hermanas las náyades en la orilla del río Ladón. Para protegerla del dios sátiro, estas la transformaron en un cañaveral. Pan se percató de que el viento silbaba de manera muy hermosa al pasar por las cañas y supuso que se trataba de los lamentos de la ninfa, optando por construir la siringa –instrumento musical de origen griego al que recuerda este aparato–, para retener así el recuerdo de la náyade.

## Fuelle acústico con tubos sonoros

c. 1870

Breton Frères

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

En los tubos de este aparato –que se conocen como tubos sonoros–, se producen sonidos diferentes al entrar en vibración la columna de aire que contienen y que procede del accionamiento del fuelle acústico. A mayor longitud de tubo, el sonido resultante es más grave y a menor longitud, más agudo.



Cuando un instrumento musical emite una nota, esta se compone de una frecuencia fundamental y de lo que se conoce como armónicos, frecuencias propias de cada instrumento que se superponen a aquella. Con este analizador sería posible identificar estas frecuencias de armónicos y estudiar, por tanto, el sonido que producen dos instrumentos distintos.



### MULTIPLICA

El sonido es una onda longitudinal de presión que se origina cuando un cuerpo vibra. Puede estar compuesto por una o varias frecuencias dependiendo de la complejidad del mismo.

Los resonadores de este aparato –cilindros de diferentes diámetros y longitudes– utilizan las propiedades ondulatorias del sonido para actuar como «filtros mecánicos» del mismo. Cuando una onda sonora formada por diferentes frecuencias llega al aparato, cada resonador amplifica una determinada frecuencia –aquella que coincide con la frecuencia de resonancia del mismo–, amortiguando el resto. Observando el tipo de oscilación de la llama es posible identificar qué resonadores resuenan y de esta forma, cuál es la composición de frecuencias del sonido entrante.

El diseño de este analizador de sonidos se debe a Karl Rudolph Koenig (1832-1901), científico, diseñador y constructor de instrumentos acústicos de la más alta calidad. L. Luizard (fl. 1890-1925) y J. Lancelot (fl. 1870-1900), fabricantes de esta pieza, fueron también constructores de instrumentos científicos establecidos en París. El gran parecido entre los diseños de los objetos construidos por el segundo de ellos y los de Koenig hace sospechar que trabajó en el taller de este antes de fundar su propio negocio en 1871.

Actualmente, la acústica –ciencia encargada del estudio de las propiedades del sonido y sus aplicaciones– ofrece muy variados ámbitos de acción, como la construcción de auditorios y aislamientos acústicos de edificios, la realización de pruebas diagnósticas y tratamientos médicos o el SONAR (*Sound Navigation and Ranging*), entre otros muchos.

## Analizador de sonidos

1890-1900

L. Luizard; J. Lancelot

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

La finalidad de este aparato es analizar las frecuencias del sonido compuesto que le llega. Con este propósito, dispone de catorce resonadores, que conectados a mecheros de gas permiten «visualizar» en el espejo giratorio la vibración de la llama correspondiente al sonido procedente de cada resonador.

El teorema o principio de Torricelli estudia el flujo de un líquido contenido en un recipiente a través de un pequeño orificio bajo la acción de la gravedad. Se puede aproximar la velocidad de salida del fluido según la expresión  $v = \sqrt{2gh}$  donde  $h$  es la altura de la columna de líquido con relación al orificio de salida.





### MULTIPLICA

Tomás Escriche y Mieg (1844-1935) cursó estudios en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Madrid donde consiguió el grado de licenciado en la sección de Ciencias Físicas en 1870.

Destacó por su capacidad para la pedagogía y la divulgación, su pasión por los avances tecnológicos de su tiempo, y su convencimiento de que la enseñanza de las ciencias debía ser menos rutinaria, más práctica y experimental. Su carácter innovador queda reflejado en el diseño de nuevos y sencillos instrumentos de Física destacando la importancia de aquellos que facilitan las explicaciones del profesor en el aula.

En su *Catálogo explicado e ilustrado de los instrumentos de física y de cosmografía inventados por D. C. Tomás Escriche y Mieg* de 1883 figura este modelo hidrodinámico de nivel constante a un precio de 150 pesetas, así como otros varios instrumentos que gustaba no solo de idear, sino también de fabricar y suministrar a muy pequeña escala y a precios competitivos.

Este ingenioso modelo para el estudio de la hidrodinámica se vendería años después por uno de los fabricantes de instrumentos científicos para laboratorio más afamado de Europa, la casa E. Leybold's Nachfolger.

## Aparato hidrodinámico de nivel constante

c. 1900

Depósito de la Facultad de Ciencias Físicas  
de la Universidad Complutense de Madrid

Este instrumento ideado hacia 1881 por el profesor español Tomás Escriche y Mieg permite la realización de múltiples experiencias relacionadas con la hidrodinámica, como son: examinar las parábolas descritas por las venas líquidas y comprobar que son coincidentes con el tipo de trayectoria que experimentan los sólidos en un tiro oblicuo; observar la discontinuidad de las venas alumbrándolas con luz interrumpida; comprobar la influencia del sonido en la trayectoria del líquido; demostrar el teorema de Torricelli, etcétera.

El diseño de esta experiencia se debe a Otto von Guericke (1602-1686), científico e inventor alemán responsable de algunas de las grandes demostraciones científicas de la historia como la conocida como *los hemisferios de Magdeburgo*, en la que hacía notar con gran espectacularidad el poder de la presión atmosférica.





### MULTIPLICA

La atmósfera es la capa de gas que rodea la Tierra y sin cuya existencia la vida, tal como la conocemos, sería imposible. El aire que respiramos está compuesto por diferentes gases, entre los cuales el nitrógeno y el oxígeno son los más abundantes.

Aunque pueda pensarse que los gases no pesan, están sometidos –al igual que los sólidos y los líquidos– a las leyes de la gravedad.

A diferencia de los sólidos, las moléculas que componen los fluidos tienen cierta libertad y están en movimiento; por eso pueden adoptar la forma del recipiente que los contiene. La mecánica de fluidos trata de los líquidos y de los gases: tanto de las condiciones en que se encuentran en equilibrio, como de los fenómenos asociados a las corrientes o flujos. Es una disciplina que influye enormemente en nuestra vida.

El peso del aire determina la presión atmosférica –fuerza ejercida por unidad de superficie–. El motivo por el cual el peso del aire no nos aplasta –a nivel del mar es de aproximadamente 1 kg por  $\text{cm}^2$ – es porque esta enorme presión que se ejerce en todas direcciones se ve equilibrada con la presión interna del cuerpo.

## Globo para pesar los gases

1855-1880

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

Con este sencillo instrumento es posible determinar la densidad del aire. A este efecto, se pesa en una balanza el globo de vidrio con el aire que contiene, y se repite la medida una vez hecho el vacío en su interior. Conociendo el volumen del globo se puede determinar la densidad restando ambas lecturas y dividiendo por el volumen del mismo.



La posibilidad de experimentar en condiciones de vacío parcial propició nuevos y grandes descubrimientos científicos. Uno de los primeros y más conocidos tuvo lugar en el siglo XVII, cuando se constató que el sonido necesita para su propagación un medio material. Ya sea en el ámbito científico, industrial o cotidiano son innumerables los procesos, aplicaciones y productos que hacen uso del vacío.



### MULTIPLICA

La existencia del vacío y la demostración de que el aire pesa fueron probados por el científico italiano Evangelista Torricelli (1608-1647) en sus famosas experiencias con mercurio que derivaron en la invención del barómetro, y que acabarían por desterrar definitivamente la idea aristotélica del *horror vacui*, literalmente «horror o miedo al vacío», expresión latina que en el ámbito de la física hace referencia a la inexistencia del mismo.

Jules Salleron (1829-1897) fundó en 1855 la Maison J. Salleron, empresa parisina fabricante de instrumentos científicos para laboratorios de física y química. En 1860 la firma se traslada al número 24 de la rue Pavée, dirección que actualmente ocupa la Biblioteca Histórica de la Ciudad de París.

Las máquinas neumáticas se utilizan para hacer el vacío o, más correctamente, para enrarecer el aire del interior de una campana u otro recipiente.

El Museo Nacional de Ciencia y Tecnología cuenta entre sus colecciones con dos máquinas neumáticas de enorme valor histórico, las construidas por Diego Rostriga (1713-1783), quien dirigió hasta el momento de su muerte los trabajos relacionados con la construcción de instrumentos para el gabinete de Física Experimental más importante de la época en España: los Reales Estudios de San Isidro de Madrid.

## Máquina neumática

1860-1880

J. Salleron

Modelo característico de máquina neumática del siglo XIX basado en el ideado por Francis Hauksbee en 1709, que permite hacer el vacío en el interior de la campana. Esto se consigue comunicando a la palanca un movimiento de vaivén que da lugar al ascenso y descenso alternativo de los émbolos, que a través de un sistema de válvulas expulsan al exterior el aire contenido en la campana.



Según la RAE, una paradoja es un «hecho o expresión aparentemente contrarios a la lógica». Este instrumento se conoce como *paradoja mecánica* porque muestra un hecho que parece opuesto al confirmado por la ley de la gravitación universal según la cual, en la Tierra, todos los cuerpos caen por su propio peso debido a la fuerza de la gravedad terrestre.



## MULTIPLICA

El gato de Schrödinger (mecánica cuántica) y la paradoja de los gemelos (teoría de la relatividad) son dos de las paradojas teóricas más famosas de la ciencia.

Galileo Galilei (1564-1642), uno de los máximos exponentes de la Revolución Científica, utilizó un plano inclinado de grandes dimensiones para demostrar experimentalmente que, en ausencia de resistencia, todos los cuerpos caen con igual rapidez, independientemente de su masa. Durante la misión del Apolo 15 en 1971, el astronauta David Scott dejó caer sobre la superficie lunar de forma simultánea un martillo y una pluma demostrando el hecho, sobradamente conocido, de que Galileo estaba en lo cierto.

El plano inclinado como máquina simple es toda aquella superficie plana cuyo ángulo con el horizonte es menor de 90 grados y que permite elevar cuerpos a una determinada altura aplicando una menor fuerza que en un esfuerzo completamente vertical. Existen muchos ejemplos de utilización de planos inclinados en la vida cotidiana como toboganes, rampas de acceso, tejados, conducciones de agua, carreteras, etcétera.

El doble cono que asciende por un plano inclinado es la paradoja mecánica más conocida. En este caso, a diferencia del cilindro lastrado que nos ocupa, el movimiento es consecuencia de la configuración geométrica del aparato.

## Paradoja mecánica

1770-1780

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

En un cilindro homogéneo el centro de gravedad coincide con el centro geométrico. Sin embargo, en un cilindro no homogéneo –como el de este instrumento–, con masas de plomo situadas en un lateral, esto no ocurre, y es el motivo por el cual el cilindro asciende por el plano inclinado hasta quedar en equilibrio, reconociéndose este tipo de instrumentos como paradojas mecánicas o dinámicas, ya que aparentemente vulneran la leyes de la física.



Los sistemas de seguridad que incorporan los vehículos han de superar rigurosos ensayos, entre ellos el test de colisiones –*crash test*– en el que se utilizan los conocidos *dummies*, un tipo de maniquí especialmente diseñado y construido a escala natural de las personas, que replica durante el choque entre dos vehículos cómo sería el movimiento y qué tipo de daños sufriría un cuerpo humano.



### MULTIPLICA

En física se utiliza el término colisión o choque para referir el momento en el que dos o más partículas interaccionan durante un tiempo muy pequeño.

Con el fin de ejemplificar el comportamiento de los cuerpos en choques de carácter elástico se han diseñado, a lo largo de la historia, diversos tipos de instrumentos. Uno de los modelos más conocidos es el del abad Jean-Antoine Nollet (1700-1770), que a mediados del siglo XVIII lo publicó en su obra *Leçons de physique expérimentale*.

En un choque elástico se conserva la energía cinética y la cantidad de movimiento, mientras que en el choque inelástico solo se conserva la cantidad de movimiento. En el primer caso los cuerpos que colisionan no se deforman, mientras que en el segundo, al menos uno de ellos sufre una deformación durante el proceso.

Hace 65 millones de años más de la mitad de las especies que poblaban la Tierra, incluidos los dinosaurios, se extinguieron a consecuencia de la devastación producida por el impacto de un enorme asteroide. La colisión, completamente inelástica, tuvo lugar en el golfo de México.

## Aparato para el estudio del ángulo de choque

1870-1900

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

Aparato destinado a demostrar que, en un choque elástico, el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Con este fin, se deja caer la bola por el tubo metálico situado encima del cuadrado de mármol. Al rebotar en este, la bola va a parar a la cesta siempre que la aguja forme con la vertical el mismo ángulo que con esta.

En honor a Alessandro Volta, en 1881 se decide nombrar el voltio como la unidad de fuerza electromotriz del Sistema Internacional de Unidades.





### MULTIPLICA

El motor del descubrimiento de la pila eléctrica fue la controversia generada entre Luigi Galvani (1737-1798) y Alessandro Volta (1745-1827) acerca de la estimulación de las ancas de rana en ausencia de una fuente de electricidad externa –como las máquinas electrostáticas o los rayos–. Para Volta, el arco metálico empleado para ello actuaba como los electrodos de una pila eléctrica, en la que el medio acuoso del interior del batracio resultaba ser el electrolito o medio conductor.

En 1801 a requerimiento de Napoleón Bonaparte, Alessandro Volta, profesor de la Universidad de Pavía, presentaría su célebre invento de la pila de columna, conocido en su honor como *pila voltaica*, el primer generador de corriente continua.

El término pila, comúnmente utilizado para distinguir este tipo de objetos, tiene su origen en este diseño en columna, debido a Volta, y a que apila sus elementos verticalmente. El diseño de la pila en forma de columna permitía generar una corriente duradera, pero presentaba serios inconvenientes, ya que el peso de los discos, debido a su apilamiento en altura, provocaba la pérdida de la disolución electrolítica por la presión ejercida sobre las capas de tejido acelerando los procesos de corrosión de los metales por contacto.

En la pila de Volta el fieltro embebido constituye un puente salino o tabique poroso y puede contener  $\text{KCl}$  o  $\text{NO}_3\text{NH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  o  $\text{CuSO}_4$ , y su finalidad es asegurar el contacto eléctrico entre los electrodos.

## Pila de Volta

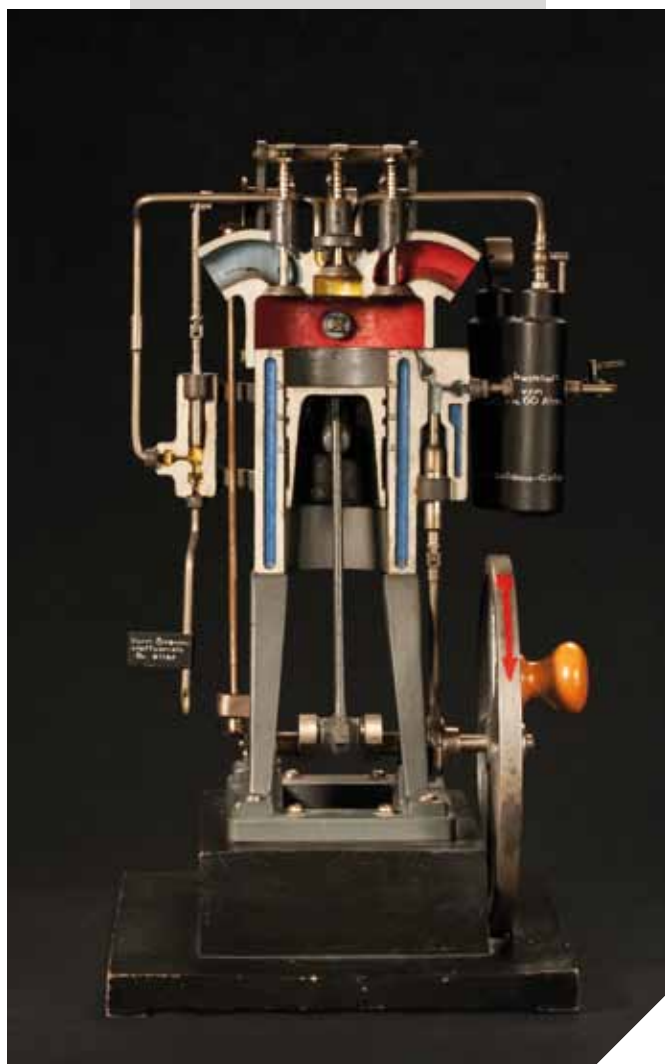
1835-1853

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

Este tipo de pilas voltaicas de columna –llamadas así en honor a su inventor, Alessandro Volta– producen una corriente eléctrica a partir de la reacción de tipo electroquímico que tiene lugar cuando dos metales distintos –en este caso, cobre y zinc– se ponen en contacto a través de un electrolito o medio conductor como una disolución de salmuera empañada en un tejido.



En España los vehículos diésel no llegaron hasta los años 50 de la mano de Mercedes-Benz con el modelo 170 D, conocido en España como el «Lola Flores», por el clásico castañeteo del motor.



### MULTIPLICA

Además de los elementos habituales en un motor diésel, en este modelo encontramos dos bombonas de aire comprimido en el lado derecho, necesarias para el arranque del motor. Por medio del aire a presión el motor alcanza el régimen de revoluciones suficiente para ser capaz por sí mismo de funcionar mediante la inyección del combustible.

Los primeros motores diésel estaban destinados exclusivamente a uso industrial en fábricas y también de forma temprana para su utilización en barcos, donde llegaron a ser mayoritarios, relegando a las máquinas de vapor hasta su desaparición como medio de tracción naval.

El primer automóvil diésel comercializado fue el Mercedes-Benz 260 D, presentado en el Salón de Berlín de 1936.

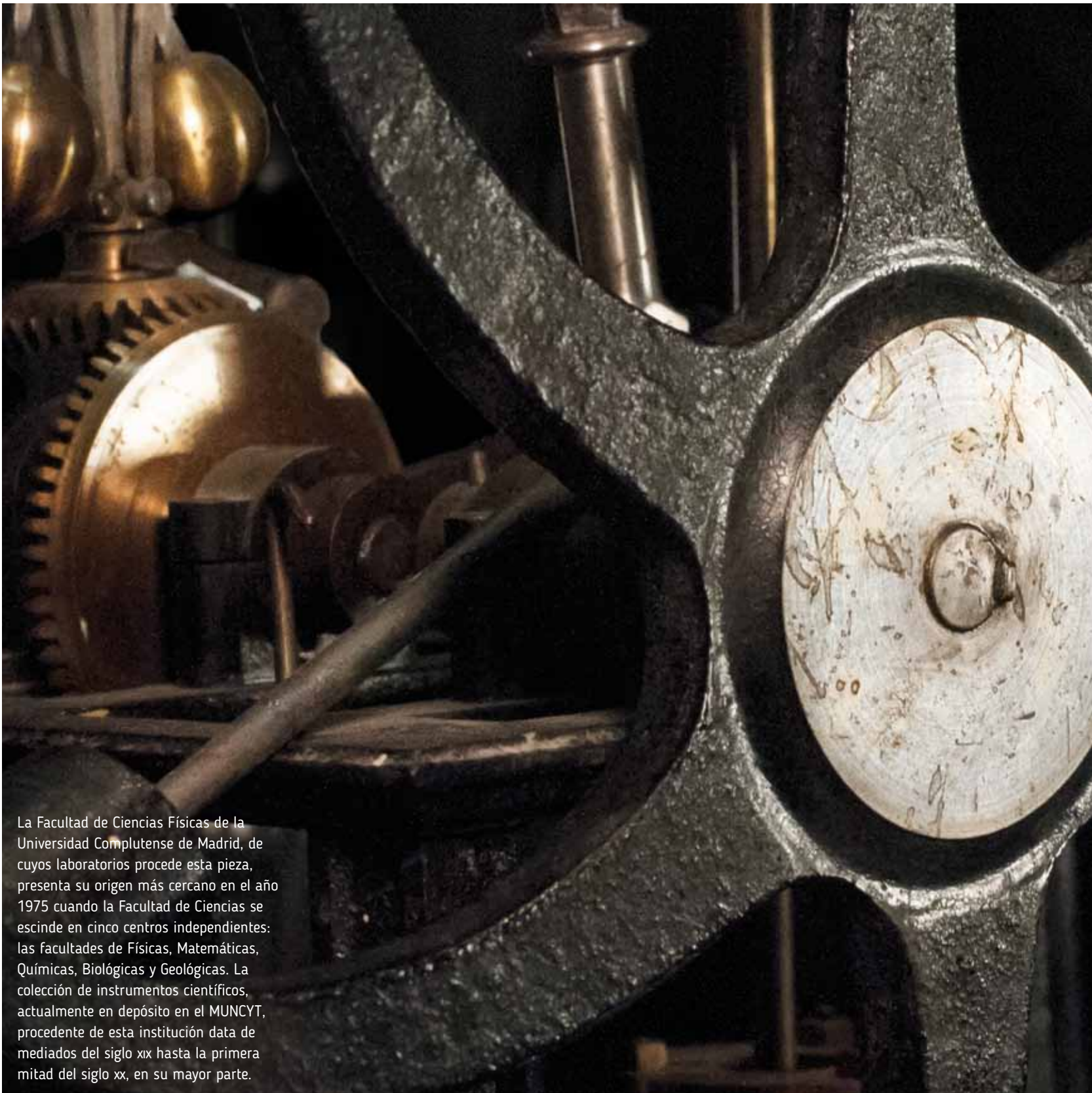
Los modelos seccionados son muy útiles para comprender el funcionamiento interno de una máquina, por ello eran habituales en las escuelas y centros de enseñanza, especialmente técnicas. Podemos encontrar desde vehículos enteros seccionados, como el tractor expuesto en el Almacén Visitable del MUNCYT, hasta todo tipo de motores y maquinarias.

## Modelo seccionado de motor diésel

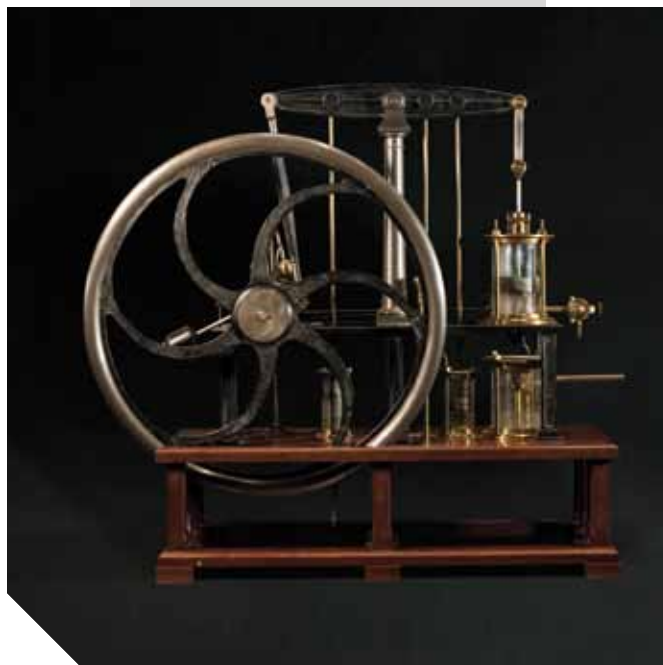
c. 1910

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

El motor diésel tiene una particularidad especial frente al motor de gasolina: la ignición se produce por temperatura y no por chispa, por lo que carece de bujías y sistema eléctrico. En este caso se trata de un modelo didáctico para explicar el funcionamiento, por lo que tiene rotulado el nombre en cada una de las piezas fundamentales.



La Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid, de cuyos laboratorios procede esta pieza, presenta su origen más cercano en el año 1975 cuando la Facultad de Ciencias se escinde en cinco centros independientes: las facultades de Físicas, Matemáticas, Químicas, Biológicas y Geológicas. La colección de instrumentos científicos, actualmente en depósito en el MUNCYT, procedente de esta institución data de mediados del siglo xix hasta la primera mitad del siglo xx, en su mayor parte.



### MULTIPLICA

El motor de la Revolución Industrial fue la máquina de vapor, ingenio que propició el vertiginoso desarrollo económico de los principales países europeos desde mediados del siglo XVIII hasta bien avanzado el siglo XIX.

Las mejoras introducidas por James Watt (1736-1819) a la máquina de vapor atendían al funcionamiento del cilindro: con el mecanismo de doble efecto, en el que la presión se ejercía en ambas caras del pistón; y el regulador centrífugo, que controlaba el régimen de giro de la máquina.

Este modelo de máquina de vapor –probablemente de fabricación francesa–, tenía por objeto su uso en el ámbito docente, pues permitía mostrar el movimiento de todos los elementos esenciales que constituyen una máquina de vapor: volante de inercia, regulador de Watt, balancín, cilindro, pistón, etcétera, simulando con agua la circulación o movimiento del vapor. Contaba para este fin con dos depósitos en la parte inferior que, desafortunadamente, no se conservan.

El regulador centrífugo o regulador de bolas –fácilmente reconocible por las dos esferas giratorias de las que consta– es uno de los elementos más identificativos en las máquinas de vapor que operan con el sistema perfeccionado por Watt. Uno de sus grandes logros fue adaptar este tipo de mecanismo regulador, ya utilizado en molinos de viento para controlar la velocidad de las aspas, en sus máquinas de vapor.

## Modelo de máquina de vapor

1890-1910

Depósito de la Facultad de Ciencias Físicas  
de la Universidad Complutense de Madrid

En las máquinas de vapor, el movimiento de vaivén del émbolo –consecuencia del vapor de agua que es dirigido desde la caldera al interior del cilindro– se transforma, por medio de un sistema de bielas y excéntricas, en el de rotación del gran volante de inercia, cuyo cometido es el de regularizar el movimiento de la máquina, evitando las paradas bruscas o los arranques repentinos que genera el émbolo.

Los manómetros de tipo Bourdon –patentado por su inventor en 1849–, continúan aún vigentes, ya que la mayoría de los fabricados actualmente funcionan mediante este sistema, lo que demuestra su precisión y efectividad en la medida frente a otros sistemas patentados en la misma época que fueron olvidados.





### MULTIPLICA

Al conectar el extremo abierto del manómetro con la caldera de una máquina aumenta la presión en su interior extendiéndose el tubo tanto más cuanto mayor sea este valor. El indicador unido al extremo libre se desplazará por la escala, indicando el valor de la presión.

La presión manométrica, valor que ofrece este tipo de aparatos, es un tipo de presión relativa, pues se trata de la diferencia entre la presión real que existe en el interior del circuito cerrado por donde circula el fluido y la presión atmosférica que se da en el exterior.

El instrumento presenta un valor añadido al tratarse de una pieza fabricada por su propio inventor, Eugène Bourdon (1808-1884), quien fue acusado por Lucien Vidie (1805-1866) de infringir con el barómetro metálico la patente de su barómetro anerode, de 1845.

Este modelo de manómetro se utilizaba como patrón para medir la presión en calderas y máquinas de vapor industriales. Su escala –de solo seis atmósferas–, propone un uso de carácter docente en los laboratorios del propio centro del que procede.

## Manómetro

1855-1875

E. Bourdon

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

El manómetro se utiliza para medir la presión de los fluidos en circuitos cerrados. Este modelo consiste en un fino tubo metálico, aplanado y elástico que se cierra por un extremo y se enrolla formando un aro.



Se conoce como *la guerra de las corrientes* el famoso episodio de enemistad entre Nikola Tesla y Thomas Alva Edison que enfrentó a partidarios de la corriente alterna frente a defensores de la corriente continua. Finalmente, las ventajas derivadas del uso de la corriente alterna, tanto en la producción como distribución de la energía eléctrica, revolucionarían la industria electrotécnica a finales del siglo *xx*.



### MULTIPLICA

Con el descubrimiento de Faraday y la posibilidad de producir, controlar y transportar grandes cantidades de energía eléctrica, el siglo XIX alumbraría una tecnología, tanto de uso industrial como doméstico, sin igual en la historia de la humanidad que contribuyó en muy poco tiempo al desarrollo de las sociedades.

Este tipo de generador fue ideado por Zénobe-Théophile Gramme en 1871 y presenta como característica diferenciadora el anillo o inducido de Gramme, elemento formado por hierro dulce en torno al cual se arrollan una serie de bobinas que se encuentran unidas entre sí, de forma que el extremo de una se une al principio de la inmediata. Este anillo gira bajo la acción de los polos de un imán construido a su vez con cuatro grandes imanes en forma de U.

Cuando en 1881 se inauguró en París la Exposición Internacional de Electricidad, el director de los servicios de instalación fue Antoine Bréguet, quien ese mismo año fundó la *Revue scientifique* en colaboración con Charles Richet (1850-1935). En 1882 Louis Bréguet, fundador de la empresa, se retiró y dejó a su hijo Antoine al frente del negocio familiar. Apenas dos años más tarde padre e hijo ya habían fallecido.

La casa Bréguet, fabricante de este generador, fue la encargada de establecer el sistema telefónico en Francia en 1876 por voluntad expresa de la Bell Company.

## Máquina magnetoeléctrica

1880-1885

Bréguet

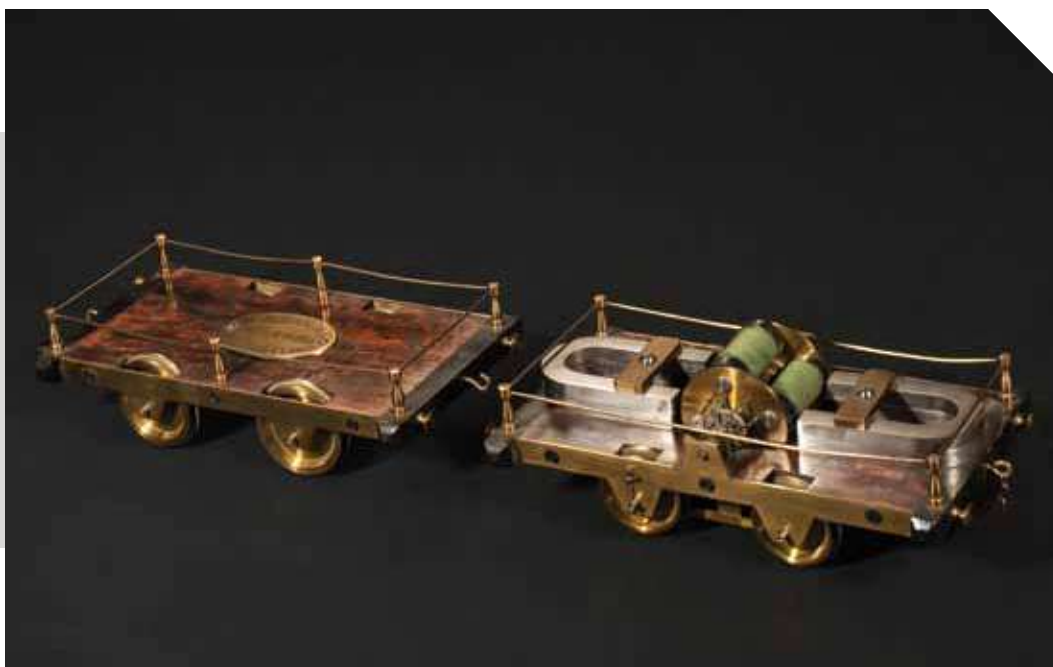
Depósito de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid

Las máquinas magnetoeléctricas son generadores eléctricos que deben su funcionamiento al fenómeno de la inducción electromagnética enunciado por Michael Faraday en 1831, según el cual todo campo magnético variable actuando sobre un conductor cerrado induce en el mismo una corriente eléctrica.

Ibertren fue la primera marca española en fabricar trenes eléctricos en escala N (1/160). Este tamaño tiene la ventaja de poder realizar maquetas de buena calidad en un espacio mucho más reducido, frente a la escala H0 (1/87) que, aunque con mayor calidad de detalle en las máquinas y vagones, necesita un espacio cuatro veces mayor para el mismo esquema de vías. Comenzó su fabricación como un juguete, pero sus modelos alcanzaron niveles de calidad comparables a otras marcas europeas que fabricaban para un público adulto.



## MULTIPLICA



Este tren eléctrico fue diseñado para recorrer exclusivamente una vía circular, tomando la corriente del propio trazado a través de las ruedas.

En uno de los catálogos del fabricante de instrumentos científicos francés Breton Frères –editado hacia 1852– se hace referencia, posiblemente, a uno de los primeros modelos de tren eléctrico de juguete de la historia. Funcionaba con un motor eléctrico de Froment que recibía la corriente eléctrica desde la propia vía.

Bernardo Rodríguez Largo (m. 1900) fue un reconocido catedrático de Física en el Instituto de San Isidro de Madrid. Erudito en ciencias y amante de la música y la fotografía –para la que demostraba especial maestría en la fotografía solar y astronómica– fue además un gran profesor, y el primero que realizó radiografías en España. Entre sus obras escritas destacan los libros de texto: *La electricidad y sus principales aplicaciones*, *Nociones de química* y *Elementos de física y nociones de meteorología*.

Los primeros trenes y juguetes eléctricos fueron en sus orígenes objetos de lujo solo al alcance de unos pocos. En España no sería hasta finales de la década de 1960 y principios de los años 70 cuando se popularizaron este tipo de juguetes, destacando principalmente el Ibertren y el Scalextric, ambos fabricados por la compañía EXIN.

## Tren eléctrico

c. 1875

Bernardo Rodríguez Largo

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

Esta pieza es de singular interés, puesto que fue construida y regalada al Instituto de San Isidro de Madrid por el profesor Bernardo Rodríguez Largo. Incorpora un sencillo motor eléctrico, formado por cuatro bobinas que giran en el seno del campo magnético creado por dos imanes de herradura.



*Ingenieros de Paris*

El cometido de la urna de vidrio que protege todos los elementos que intervienen en la toma de datos no es otro que evitar que la medida se vea afectada por pequeñas corrientes de aire.



### MULTIPLICA

Esta balanza presenta diferentes particularidades: una de ellas se basa en disponer de campanas amortiguadoras en la parte inferior de los platillos, así como de un sistema óptico para la medida de la escala, permitiendo aumentar la precisión hasta décimas de miligramo.

El dispositivo óptico de lectura dispone de una diminuta microescala trazada sobre un vidrio y dispuesta en una montura metálica en el mismo fiel. La mirada del observador se dirigía sobre esta microescala oscilante a través del ocular que en este modelo no se conserva.

La masa es la cantidad de materia que posee un cuerpo. La unidad empleada en el Sistema Internacional de Unidades para su caracterización es el kilogramo (kg). En la actualidad, la única magnitud fundamental que conserva un patrón físico es la masa.

El uso de la balanza de precisión fue promovido por Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) a finales del siglo XVIII y a partir de entonces se convirtió en pieza clave para el desarrollo de la química. Gracias a ella pudo enunciar la ley de la conservación de la masa en las reacciones químicas.

## Balanza de precisión

1890-1920

A. Collot; C. Longue et Cie

Depósito de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid

La pieza reviste un interés especial por tratarse de un modelo en el que, a las características habituales de las balanzas de finales del siglo XIX, se añade un sistema de amortiguación neumática, cuyo diseño original fue obra de Pierre Curie en 1889, y un dispositivo óptico de lectura de la escala característico de A. Collot –firma comercial fundada en 1848, especialista en la fabricación de balanzas de precisión–.



Este generador de gas, cuyo  
diseño original se remonta  
a 1844, recibe el apellido de  
Kipp en honor a su creador, el  
farmacéutico Petrus Jacobus  
Kipp, propietario de una tienda  
de productos y aparatos químicos  
en la ciudad holandesa de Delft.



### MULTIPLICA

La necesidad de controlar la calidad de los alimentos y detectar adulteraciones y fraudes fue uno de los motores que impulsaron el desarrollo de la química durante el siglo XIX. La presencia del generador de Kipp en los laboratorios de factorías del sector agroalimentario de la época atiende a su uso en el control de calidad y más concretamente, en el caso de las azucareras, para determinar la presencia de diversos elementos y compuestos, especialmente metales.

Las antiguas fábricas de producción de azúcar recibían el nombre de *ingenios azucareros*. Este aparato de Kipp procede del laboratorio de química de una de las más importantes factorías de transformación de la remolacha en azúcar de España, el Ingenio San José de Antequera (1891-1993), inmueble del que solo se conserva en pie la chimenea del edificio.

El análisis del contenido en metales del azúcar por vía húmeda –utilizando el sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) para el precipitado de sales metálicas– era uno de los ensayos químicos más repetidos en las fábricas azucareras, al igual que la determinación del contenido de dióxido de azufre por medio del dióxido de carbono ( $CO_2$ ). En ambos casos, el aparato de Kipp proporcionaba el fluido de gas necesario para dichos procesos.

Como reactivo sólido para producir sulfuro de hidrógeno se utilizaba habitualmente la pirita, y fragmentos de mármol en el caso de la producción de dióxido de carbono.

## Aparato de Kipp

1880-1910

El instrumento permite disponer de una fuente continua de pequeñas cantidades de determinados gases a partir de dos reactivos, uno líquido y otro sólido. Lo más frecuente en los laboratorios de química analítica era usarlo para obtener sulfuro de hidrógeno y dióxido de carbono. Resulta tan eficaz y sencillo de utilizar que, actualmente, aún sigue empleándose en los laboratorios de química de todo el mundo, especialmente en centros de enseñanza.



Este modelo presenta una ventaja mecánica ( $R/r$ ) de 15 a 1, lo que significa que se puede elevar una carga quince veces superior a la fuerza aplicada. En una máquina real de radio de rueda  $R=225$  cm y tambor de  $r=15$  cm, por ejemplo, un hombre con un peso equivalente a 70 kg podría levantar una carga equivalente de 1050 kg.



### MULTIPLICA

Era habitual encontrar este tipo de máquinas acopladas a la estructura de una grúa con una polea o sistema de poleas para el movimiento de mercancías en los puertos o la elevación de los bloques de piedra en las canteras y en la construcción de edificios.

El peso del hombre es la potencia o fuerza aplicada y su disposición más eficaz en la rueda es aquella en la que su centro de gravedad se sitúa a la altura del eje. Este modelo de ruedas no eran tan habituales como las *treadwheels* –aquellas en las que el hombre se situaba en el interior de la llanta de la rueda y *caminaba* en posición erguida–.

En un torno simple la condición de equilibrio o movimiento uniforme es  $P/Q = r/R$ , es decir, la potencia aplicada ( $P$ ) es a la resistencia o carga ( $Q$ ) como el radio del tambor ( $r$ ) es al radio de la manivela ( $R$ ), en este caso al radio de la rueda.

La rueda con tracción humana presenta una mayor ventaja mecánica que los tornos o cabestrantes, debido a su radio de rueda ( $R$ ), mucho mayor en comparación con el tambor o árbol horizontal ( $r$ ). La relación de los radios nos ofrece dicha ventaja. Las grandes ruedas, por lo general, tenían un diámetro de cuatro a cinco metros y se equipaban con frenos para evitar accidentes.

## Modelo de rueda de tracción humana con peldaños

1840-1860

Breton Frères

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

Esta máquina es un torno simple al que se le acopla una rueda de gran tamaño en lugar de la manivela. Caladas en la llanta se disponen unas estacas o barras para su accionamiento manual, que tiene lugar cuando un operario se cuelga, por la parte exterior de la rueda, y va agarrando uno tras otro dichos soportes resultando el movimiento de la rueda y, por tanto, el del eje del torno.

El tornillo de Arquímedes es una máquina gravimétrica helicoidal que presenta multitud de aplicaciones: desde bombas para riego, depuradoras y hormigoneras, hasta algunos sistemas de asistencia cardíaca para mantener la circulación sanguínea en una operación o en caso de fallo del corazón.





### MULTIPLICA

El diseño de esta máquina se atribuye a Arquímedes (c. 287-212 a. C.), renombrado matemático e ingeniero de la antigua Grecia, que murió durante el saqueo de Siracusa a manos de los romanos.

Si bien existen numerosos testimonios de la existencia de las máquinas –bélicas y de observación astronómica, principalmente– en la Antigüedad grecolatina, así como de aparatos articulados en la Edad Media, la fascinación del hombre por los ingenios alcanza su máxima expresión durante el Renacimiento. En este periodo proliferaron los llamados *teatros de máquinas*: libros ilustrados con dibujos y descripciones de extraños aparatos, asombrosos y geniales, de quimeras mecánicas producto de la imaginación de sabios, pero también de máquinas de toda índole que llevadas a la práctica han ahorrado tiempo y esfuerzo a la humanidad.

Los objetos ascienden debido a la geometría helicoidal del aparato y a su propio peso, manteniéndose estos siempre en la parte baja de cada vuelta, resultando finalmente un movimiento combinado de rotación y traslación, que los eleva a la parte más alta del tornillo de Arquímedes.

La curva que desarrolla el tornillo de Arquímedes cuando se acciona la manivela es una hélice circular.

## Tornillo de Arquímedes

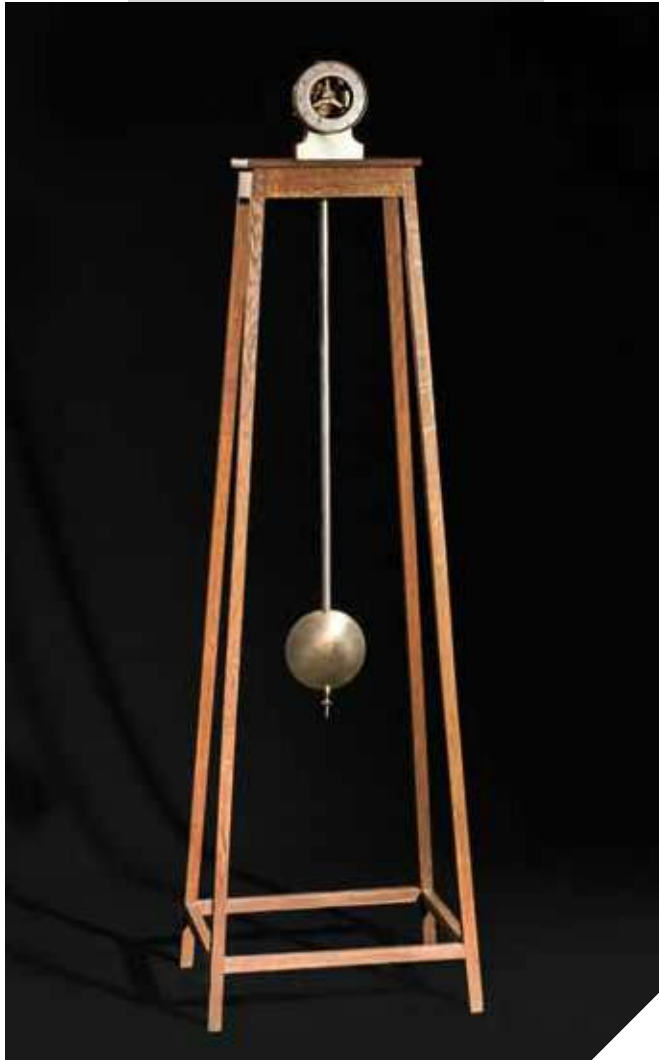
1850-1880

Depósito de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid

Esta máquina es uno de los ingenios más utilizados desde su invención y también uno de los aparatos de demostración más habituales en los gabinetes de Física de todas las épocas. Se empleaba para elevar a la altura deseada agua, harina o grano. En este modelo, una pequeña esfera asciende al hacer girar la manivela y, al llegar al extremo superior, cae por el interior del aparato hasta salir por la parte inferior.

En 1851 Léon Foucault utilizó un péndulo de grandes dimensiones para demostrar experimentalmente que la Tierra gira en torno a su eje. Uno de los modelos ideados por el científico francés –con una esfera de 28,3 kg– se conserva en funcionamiento en el Conservatoire national des arts et métiers de París, convertido en 1988 en objeto icónico de una de las obras literarias más reconocidas de la historia, *El péndulo de Foucault*, del escritor italiano Umberto Eco.





## MULTIPLICA

La mayoría de los péndulos de relojes batan un segundo, ya que es la forma más sencilla de realizar los cálculos de su maquinaria.

Galileo Galilei (1564-1642) utilizó péndulos en sus estudios sobre la caída de los graves y fue quien primero sugirió su uso para medir el paso del tiempo al descubrir el isocronismo de las pequeñas oscilaciones –el tiempo que tarda un péndulo en realizar una oscilación es independiente de la amplitud cuando esta no es muy grande–.

Fue Christian Huygens (1629-1695) quien, mediado el siglo XVII, introdujo el péndulo de gravedad en la maquinaria de los relojes para regularizar la marcha de los mismos.

El periodo de un péndulo simple es  $T=2\pi\sqrt{l/g}$  donde  $l$  es la longitud del péndulo y  $g$  es la aceleración de la gravedad terrestre.

## Péndulo de segundos

1830-1865

Deleuil

Procedente del Instituto de Bachillerato  
San Isidro de Madrid

El tiempo que tarda un péndulo en oscilar volviendo a su posición inicial se denomina *periodo* y solo depende de la longitud del péndulo y de la gravedad a la que está sometido. Este modelo, fundamentalmente de demostración, presenta la longitud exacta para que su oscilación sea de un segundo. Su esfera está graduada de 0 a 60 segundos y, por lo tanto, es posible medir como máximo un minuto.



# ÍNDICE DE PIEZAS

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>LO PEQUEÑO SE VE GRANDE</b>                         | <b>18</b> |
| Microscopio simple                                     | 20        |
| Microscopio compuesto                                  | 22        |
| Microscopio solar                                      | 24        |
| Cámara time-lapse con microscopio de contraste de fase | 26        |
| Microscopio electrónico de transmisión                 | 28        |
| <b>FASCINACIÓN</b>                                     | <b>30</b> |
| Linterna biunial                                       | 32        |
| Placa de linterna mágica                               | 34        |
| Proyector de diapositivas                              | 36        |
| Modelo de ojo humano                                   | 38        |
| Praxinoscopio de teatro                                | 40        |
| Ombro-Cinema                                           | 42        |
| Poliorama panóptico                                    | 44        |
| Retrato en vidrio eglomizado                           | 46        |
| Cubeta para el revelado de daguerrotipos               | 48        |
| Cámara fotográfica                                     | 50        |
| Cámara fotográfica                                     | 52        |
| Cámaras fotográficas                                   | 54        |
| <b>MÁS VALE PREVENIR QUE CURAR</b>                     | <b>56</b> |
| Sillón y columna dental                                | 58        |
| Sierra de amputar                                      | 60        |
| Extractor de balas                                     | 62        |
| Juego de instrumental quirúrgico                       | 64        |
| Aparato para electroterapia                            | 66        |

|                   |    |
|-------------------|----|
| Chofeta           | 68 |
| Inhalador         | 70 |
| Sacaleches        | 72 |
| Biberón           | 74 |
| Atrapamoscas      | 76 |
| Balanza pesabebés | 78 |

## TECNOEVOLUCIÓN 80

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Teléfono                         | 82 |
| Teléfono de barco                | 84 |
| Receptor de radio                | 86 |
| Receptor de galena               | 88 |
| Receptor de radio con tocadiscos | 90 |
| Televisor                        | 92 |
| Televisor                        | 94 |

## HOGAR, DULCE HOGAR 96

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| Máquina para liar cigarrillos | 98  |
| Ventilador                    | 100 |
| Máquina para hacer caramelos  | 102 |
| Aspiradora                    | 104 |
| Gramófono de salón            | 106 |
| Gramófono                     | 108 |
| Gramófono despertador         | 110 |
| Grapadora                     | 112 |
| Tartera                       | 114 |
| Extintor                      | 116 |
| Olla a presión                | 118 |
| Tocadiscos                    | 120 |
| Televisor                     | 122 |

| INNOVACIÓN ESPAÑOLA                                             |  | 124 |
|-----------------------------------------------------------------|--|-----|
| Generador portátil de corrientes de alta frecuencia y potencial |  | 126 |
| Tubo de Crookes                                                 |  | 128 |
| Electrodos vacuos para aplicaciones médicas                     |  | 130 |
| RUEDAS                                                          |  | 132 |
| Automóvil                                                       |  | 134 |
| Velocípedo                                                      |  | 136 |
| Bicicleta                                                       |  | 138 |
| Motocicleta                                                     |  | 140 |
| ESPACIO Y TIEMPO                                                |  | 142 |
| Astrolabio                                                      |  | 144 |
| Astrolabio                                                      |  | 146 |
| Astrolabio                                                      |  | 148 |
| Anillo equinoccial universal                                    |  | 150 |
| Reloj de sol poliédrico                                         |  | 152 |
| Reloj de sobremesa                                              |  | 154 |
| Reloj de sobremesa                                              |  | 156 |
| Ballestilla                                                     |  | 158 |
| Octante                                                         |  | 160 |
| Cronómetro marino                                               |  | 162 |
| Equipo de fotogrametría                                         |  | 164 |
| Grafómetro de pínulas                                           |  | 166 |
| Teodolito autorreductor                                         |  | 168 |
| Anteojo de plancheta topográfica                                |  | 170 |
| Regla de cálculo                                                |  | 172 |
| Ábaco neperiano                                                 |  | 174 |
| Telescopio reflector                                            |  | 176 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| Tellurium         | 178 |
| Globo de bolsillo | 180 |
| Globo terrestre   | 182 |
| Globo celeste     | 184 |
| Mapa terrestre    | 186 |
| Mapa celeste      | 188 |

## GABINETE 190

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| Contador portátil de polvo atmosférico          | 192 |
| Anemómetro                                      | 194 |
| Banco de Melloni                                | 196 |
| Tubos centelleantes                             | 198 |
| Fuelle acústico con tubos sonoros               | 200 |
| Analizador de sonidos                           | 202 |
| Aparato hidrodinámico de nivel constante        | 204 |
| Globo para pesar los gases                      | 206 |
| Máquina neumática                               | 208 |
| Paradoja mecánica                               | 210 |
| Aparato para el estudio del ángulo de choque    | 212 |
| Pila de Volta                                   | 214 |
| Modelo seccionado de motor diésel               | 216 |
| Modelo de máquina de vapor                      | 218 |
| Manómetro                                       | 220 |
| Máquina magnetoeléctrica                        | 222 |
| Tren eléctrico                                  | 224 |
| Balanza de precisión                            | 226 |
| Aparato de Kipp                                 | 228 |
| Modelo de rueda de tracción humana con peldaños | 230 |
| Tornillo de Arquímedes                          | 232 |
| Péndulo de segundos                             | 234 |

## BIBLIOGRAFÍA

- AITKEN, J.** *On a Simple Pocket Dust-Counter*. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, vol. xviii, pp 39-52, 1890.
- AA. VV.** *Diccionario de Ciencias Médicas por una sociedad de los más célebres profesores de Europa*. Madrid: Imprenta de Don Mateo Repullés, 1822.
- AA. VV.** *L'Industrie Française des Instruments de Précision*. París: Syndicat des constructeurs en instruments d'optique et de précision (1901-1902), edición facsímil, pp. 62-68, 1980.
- AA. VV.** *El aragonés Antonio Martínez y su Fábrica de Platería en Madrid*. Madrid: Museo de Historia de Madrid, Ayuntamiento de Madrid, 2011.
- ALAIS, C.** *Ciencia de la leche*. Barcelona: Reverté, 2013.
- BANDE, E. J.; HEBRERO, G.** *Enseñanza y didáctica de las ciencias en los siglos xvi y xvii a través de los instrumentos conservados en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología* en Actas del VII Simposio de Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas de la SEHCYT, Institut d'Estudis Catalans, 15 y 16 de marzo de 2013. Barcelona: SEHCYT, 2014.
- BARRERA OSORIO, A.** *Experiencing Nature: The Spanish American Empire and the Early Scientific Revolution*. Austin: University of Texas Press, 2006.
- BRAVO-LOZANO, J.** *Lenguaje político de los concejos rurales: el Concejo Abierto*. En ARANDA-PÉREZ, F. J. (coord.): *El mundo rural en la España Moderna*. Actas de la VII Reunión Científica de la Fundación Española de Historia Moderna, Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, pp. 1159-1170, 2004.
- BRETON FRÈRES, MM.** *Catalogue et prix des instruments de physique, de chimie, d'optique, de mathématiques et d'astronomie, qui se trouvent et s'exécutent dans les magasins et ateliers de MM. Breton Frères*. París: Breton Frères, 1852.
- CARDIM, P.** *Entre textos y discursos. La historiografía y el poder del lenguaje* en Cuadernos de Historia Moderna. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, vol. 17, pp. 130-150, 1996.
- CATALÁ, J.** *Física*. Madrid: Distribución de Publicaciones Médicas y Científicas, 1979.
- CLIFTON, G.** *Directory of British scientific instrument makers, 1550-1851*. Londres: Zwemmer in association with the National Maritime Museum, 1995.
- DARWIN, C.** *Plantas insectívoras* en Biblioteca Darwiniana, ed. Susana Pinar. Madrid: Universidad Nacional Autónoma de México; Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Academia Mexicana de Ciencias; Los libros de la Catarata, 1998.

**DE LAS HERAS, A. E.** *Instrumentos topográficos de la E.T.S. de Ingenieros de Minas de Madrid*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, 2011.

**ESCRICHE y MIEG, C. T.** *Nuevo aparato hidrodinámico de nivel constante* en Publicaciones de la Crónica Científica, nº 75. Barcelona: Imp. Tasso, 1881.

**ESCRICHE y MIEG, C. T.** *Catálogo explicado e ilustrado de los instrumentos de física y de cosmografía inventados por D. C. Tomás Escriche y Mieg*. Guadalajara: Imprenta y Encuadernación Provincial, 1883.

**GONZÁLEZ-ALLER HIERRO, J. I.** *Carlos V, la náutica y la navegación*. Madrid: Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V, Lunwerg, 2000.

**HEERING, P.** *Fleas Like Elephants, Lice Like Bears: 18th Century Solar Microscope Projections Between Enlightened Natural Philosophy and Amusement For Women and Children*. Keszthely: Fifth International Conference for History of Science in Science Education, pp. 49-50, 2004.

**JENEMANN, H. R.** *Zur Geschichte des Waage in der Wissenschaft*, en *Historia scientiæ naturalis*. Darmstadt: Ernst Giebeler, pp. 97-119, 1982.

**JIMÉNEZ, M. J. et alii.** *The Royal Academy of Mathematics and the Imperial College in the National Museum of Science and Technology of Madrid*. Nuncius, año X, fasc. 1, pp. 179-183, 1995.

**MARTÍNEZ-MARTÍN, J. A.** *Lectura y lectores en el Madrid del siglo XIX*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1991.

**NAVARRO-CÁCERES, W.** *La lactancia materna y sus propiedades microbioinmunológicas*. Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, vol. 4, n.º 1. pp. 63-66, 2011.

**SANTISTEBAN, M.** *Breve historia de los Gabinetes de Física y Química del Instituto de San Isidro de Madrid*. Madrid: Imprenta de la viuda de Aguado e hijo, 1875.

**SIMÓN DÍAZ, J. y CERVERA VERA, L.** *Institución de la Academia Real Matemática*. Juan de Herrera. Madrid: Instituto de Estudios Madrileños, 1995.

**TURNER, A.** *Microscopical advances: the posterity of Huygens' simple microscope of 1678* en *ÉNDOXA*, Series Filosóficas, n.º 19, pp. 41-57. Madrid: UNED, 2005.

**TURNER, G.** *Scientific Instruments 1500-1900: An Introduction*. London: Philip Wilson, 1998.

**UDÍAS, A.** *Matemáticas en los colegios jesuitas en España en los siglos XVII y XVIII* en Actas XI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Azkoitia, Guipúzcoa: SEHCYT, 2011.

**ZAMORO MADERA, A. D.** *Tomás Escriche y Mieg, 1844-1935: profesor de segunda enseñanza, 1869-1918*. Badajoz: Diputación de Badajoz, 2015.

**ZOZAYA, A.** *Ideogramas*. Madrid: Sociedad Española de Librería, 1927.

**AA.VV.** *Complete dictionary of scientific biography* [Recurso electrónico]. Charles Coulston Gillispie (ed.). Detroit: Charles Scribner's Sons, 2008.

**AA.VV.** *Inventors and inventions* [Recurso electrónico]. Alvin K. Benson (ed.). Pasadena: Salem Press, 2010.

**ALONSO, V. et alii.** *La evolución del peso al nacer en España (1981-2002) y su relación con las características de la reproducción*, en *Antropo*, vol. 10, pp. 51-60, 2005. Disponible en:  
<http://www.didac.ehu.es/antropo/10/10-5/Alonso.pdf>  
[Consultado el 9 de febrero de 2017].

**ARCAY, M.<sup>a</sup> C.** *Taller de educación para la salud en el manejo de los dispositivos inhalatorios*. A Coruña: Asociación Galega de Enfermería Familiar e Comunitaria, 2013. Disponible en:  
<http://www.agefec.org/wp-content/uploads/2013/03/INFORMACI%C3%93N-ESCRITA-TALLER.pdf>  
[Consultado el 12 de marzo de 2017].

**BISSET, C.** *From offices to hospitals, the history of the stapler*, 2014. Disponible en:  
<http://www.abc.net.au/radionational/programs/bydesign/from-offices-to-hospitals,-the-history-of-the-stapler/5465288>  
[Consultado el 28 de diciembre de 2016].

**FADÓN, I.** *IES Cardenal Cisneros de Madrid en Historia de un olvido: patrimonio en los centros escolares.* Revista cuatrimestral del Consejo Escolar del Estado. Participación Educativa, n.º 7 pp. 55-59, Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2008. Disponible en:  
<https://sede.educacion.gob.es/publiventa/participacion-educativa-n-7-revista-cuatrimstral-del-consejo-escolar-del-estado-historia-de-un-olvido-patrimonio-en-los-centros-escolares/educacion-historia/14200>  
[Consultado el 19 de abril de 2017].

**HERCILLA, J. M.** *Constitución y carta otorgada.* Es Diari, Diario digital de Menorca, 2005. Disponible en:  
<http://www.esdiari.com/hemeroteca/2034-constitucion-y-carta-otorgada.html>  
[Consultado el 9 de diciembre de 2016]

**LEPORE, J.** *Baby food*, The New Yorker, 2009. Disponible en:  
<http://www.newyorker.com/magazine/2009/01/19/baby-food>  
[Consultado el 15 de diciembre de 2016]

**MARTÍN, F.** *La Platería Martínez en el Museo del Prado.* Boletín del Museo del Prado, 1980, tomo I, pp. 162-163. Disponible en:  
<https://www.museodelprado.es/aprende/boletin/la-plateria-martinez-en-el-museo-del-prado/d7cb32a8-83c0-4acc-b4e1-ee543875f448>  
[Consultado el 5 de marzo de 2017]

**MIRALLES SANGRO, M.T.** *Pequeña historia del biberón.* Temperamentvm, n.º 5, 2007; Disponible en: <http://www.index-f.com/temperamentum/tn5/t2646r.php>  
[Consultado el 1 de febrero de 2017].

**OBLADEN, M.** *Guttus, tiralatte and téterelle: a history of breast pumps.* US National Library of Medicine, National Institutes of Health, 2012. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23095190>  
[Consultado el 13 de abril de 2016]

**PASCUAL, J.** *Gramófono portátil Peter Pan.* Joyería y antigüedades Aznar S. L. U., 2017. Disponible en: <http://www.antiguedadestecnicas.com/productos/a-316.php>  
[Consultado el 11 de noviembre de 2016]

**RUBIO, J. y SOLÓRZANO, M.** *El biberón, su historia y algunas anécdotas*, 2011,. Disponible en:  
<http://enfeps.blogspot.com.es/2011/09/el-biberon-su-historia-y-algunas.html>  
[Consultado el 18 de enero de 2017]

**SAURET, J.** *Desarrollo y evolución histórica de los sistemas de inhalación.* Disponible en:  
<http://es.scribd.com/doc/93441798/aerosolterapia-glaxo#scribd>  
[Consultado el 28 de noviembre de 2016]

## PÁGINAS WEB

Blog del Coleccionista Ecléctico, Los Victorero y su máquina para liar cigarrillos, 2017. Disponible en: <http://elblogdelcoleccionistaeclectico.com/2014/02/16/los-victorero-y-su-maquina-para-liar-cigarrillos/>  
[Consultado el 12 de enero de 2017].

Encyclopaedia Britannica. Disponible en: <https://www.britannica.com/>

Engineering and Technology History Wiki (ETHW). Disponible en: [http://ethw.org/Main\\_Page](http://ethw.org/Main_Page)  
[Consultado el 15 de febrero de 2017].

Engineering and Technology History Wiki, Schuyler Wheeler. Disponible en: [http://ethw.org/Schuyler\\_Wheeler](http://ethw.org/Schuyler_Wheeler)  
[Consultado el 15 de febrero de 2017].

Ericsson History. Disponible en: <https://www.ericsson.com/en/about-us/history>  
[Consultado el 7 de marzo de 2017].

Divers perfectionnements dans la construction des appareils d'optique, dit polysramapanoptiques, qui ont pour but de leur faire occuper moins de place, et de produire plusieurs effets différents dans un même tableau. Patente n.º 7974, 21 de febrero de 1849. Institut National de la Propriété Industrielle. Disponible en: [http://basesbrevets19e.inpi.fr/index.asp?page\\_rechercheAvancee](http://basesbrevets19e.inpi.fr/index.asp?page_rechercheAvancee)  
[Consultado el 13 de marzo de 2017].

Hotchkiss No. 1 Stapler. Disponible en: <https://americanstationer.wordpress.com/2013/04/15/hotchkiss-no-1-stapler/>  
[Consultado el 18 de diciembre de 2016].

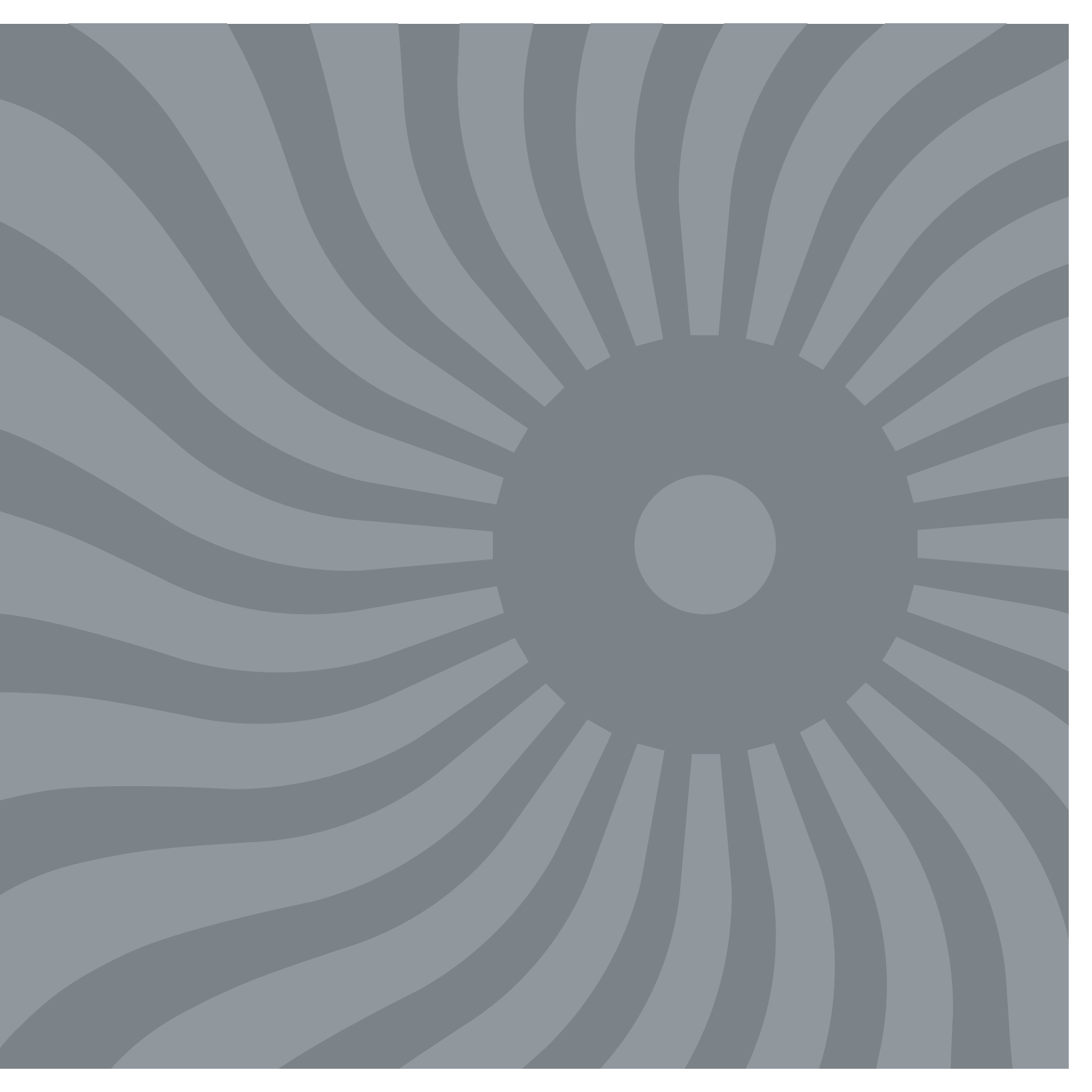
Nedinsco History. Disponible en: <http://www.nedinsco.nl/h42p.htm>  
[Consultado el 23 de agosto de 2015].

Real Fábrica de Cristales de La Granja. Disponible en: <http://www.realfabricadecristales.es/es>  
[Consultado el 5 de febrero de 2016].

Rover Safety Bikes. Disponible en: <http://www.bbc.co.uk/ahistoryoftheworld/objects/u76Sy05eSNi0zXeC5vDPmg>  
[Consultado el 19 de enero de 2017].

Telefunken History. Disponible en: <https://www.telefunken.com/company>  
[Consultado el 27 de marzo de 2016].

El equipo del MUNCYT dedica esta obra a  
Pepa Jiménez, conservadora del Museo  
Nacional de Ciencia y Tecnología  
desde 1986 hasta julio de 2017.  
Con reconocimiento y afecto.





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD



**MUNCYT**  
MUSEO NACIONAL DE  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA