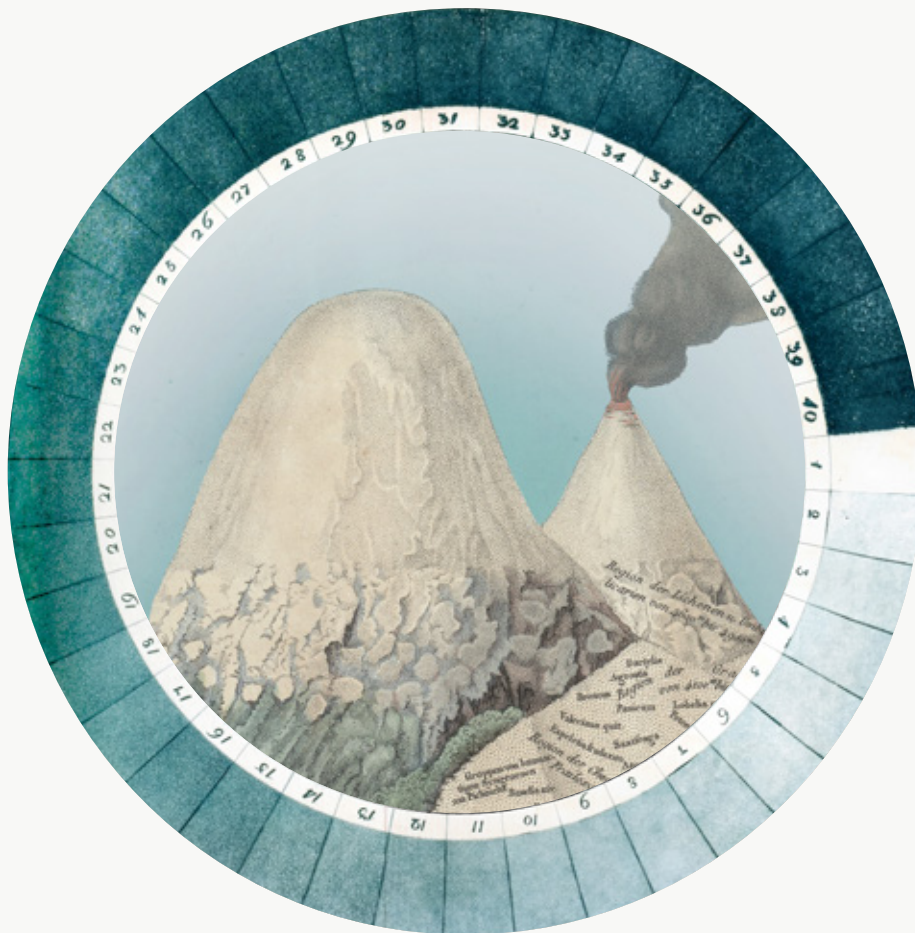


+ INFO

Los instrumentos de
HUMBOLDT



Herramientas para concebir
una nueva visión de la naturaleza

LOS INSTRUMENTOS DE HUMBOLDT. HERRAMIENTAS PARA CONCEBIR UNA NUEVA VISIÓN DE LA NATURALEZA.

+ INFO

HIGRÓMETRO DE SAUSSURE

Lerebours et Secretan

1835-1870

MUNCYT. CE1985/004/0039

El higrómetro de cabello o de Saussure, que toma su nombre de su inventor, el naturalista, alpinista y meteorólogo suizo Horace-Bénédict de Saussure, es un aparato de meteorología que permite medir la humedad relativa del aire: la cantidad de agua presente en la atmósfera en forma gaseosa o como minúsculas gotitas en suspensión. Forma parte de los denominados higrómetros de absorción, que se basan en la propiedad que poseen muchas sustancias orgánicas de alargarse por la humedad y acortarse por la sequedad, siendo los de cabello los más usados debido a la sensibilidad del pelo. Porque los higrómetros de cabello montan un pelo tensado: cuando el ambiente es húmedo se alarga y cuando es seco se acorta. Los cambios de longitud los refleja una aguja sobre una escala de humedad relativa, que previamente ha sido calibrada exponiendo el pelo a un ambiente completamente seco y a otro saturado de vapor de agua.

Este ejemplar fue fabricado por la prestigiosa casa parisina *Maison Lerebours et Secretan*, especializada en la construcción de instrumentos ópticos y científicos de gran precisión, entre 1835 y 1870, cuando la *maison* se encontraba en la cima de su prestigio como demuestra que fue la proveedora del *Observatoire* de París.

La mayor peculiaridad de este higrómetro de Saussure es que emplea un cabello humano —otros modelos recurrían a pelos de caballo, que fue lo que usó su inventor en el prototipo— tensado y desengrasado para favorecer la absorción de la humedad del ambiente. En concreto, éste tiene un pelo rubio, que al parecer es el que se deforma con más regularidad. El cabello se sujeta al marco por su extremo superior. El inferior está anudado a una polea, con una aguja indicadora en su eje, de la que pende un peso ínfimo: cuando la humedad aumenta, el pelo se alarga y el peso hace girar la polea y su aguja en un sentido. Si se acorta, polea y aguja giran en sentido contrario sobre la escala.

Desde su invención en 1783, este tipo de higrómetros fue ampliamente usado hasta mediados del s. XX cuando surgieron otros más precisos.

TEODOLITO

George Adams

1755-1765

MUNCYT. CE1985/004/0354

El origen del teodolito es incierto. Se cree que data del s. XVI, pero no está claro ni el año ni su inventor. De hecho, es posible que instrumentos parecidos fuesen desarrollados por distintos inventores de forma independiente por la misma época. Así, fuentes señalan que fue inventado en 1615, por el holandés Snellus, a partir del *quadratum geometrium*, un instrumento desarrollado por Tycho Brahe; si bien otras apuntan al cartógrafo británico Leonard Digges como su inventor o, al menos, de un instrumento precursor, allá por 1551. Una hipótesis, esta última, avalada por la certeza de que precisamente fue Digges quién acuñó el término teodolito en su “*Pantometría*” de 1571, donde se describía un círculo horizontal dividido en 360 grados mediante el cual se medían ángulos horizontales; descripción que se ajusta bastante mejor a un antecesor más simple y minimalista que a un teodolito clásico como el aparato expuesto; y obra del reconocido fabricante de instrumentos ópticos y científicos George Adams padre —pues su hijo le sucedió como consumado fabricante—, quien llegó a ocupar el puesto de constructor de instrumentos del rey Jorge III de Inglaterra.

Sea como fuere, desde su irrupción el teodolito se convirtió en el instrumento por excelencia para medidas angulares precisas y con ello en una herramienta fundamental en astrofísica, geodesia y topografía.

Más allá de su aparente vistosidad, la clave de su funcionamiento reside en los dos anillos o arcos graduados y perpendiculares sobre los que se engrana el visor telescópico y que permiten medir con precisión la distancia angular que recorre éste en el plano vertical y/o en el horizontal. En tanto que los tornillos permiten fijar la posición tanto del visor como de los círculos graduados: así, se apunta a uno de los objetos o puntos de referencia con el visor, se fija el origen del círculo en ese punto y a continuación se desplaza el visor hasta apuntar al segundo objeto. Se fija la posición del visor y se observa el ángulo que marca.

LOS INSTRUMENTOS DE HUMBOLDT. HERRAMIENTAS PARA CONCEBIR UNA NUEVA VISIÓN DE LA NATURALEZA.

+ INFO

PLUVIÓMETRO

1870-1900

MUNCYT. CE1985/004/0932

En su ensayo "*El infinito en un junco*" Irene Vallejo señala que los inventos más perfectos son aquellos que apenas han experimentado cambios desde su aparición, como sucede con el lápiz o el libro. En esta categoría habría que sumar también al, en apariencia humilde pluviómetro, un instrumento meteorológico surgido siglos antes de Cristo y que, en esencia, se mantiene igual: básicamente, se trata de un depósito graduado que permite recoger y medir la cantidad de lluvia caída en un determinado periodo de tiempo en un área concreta. O si se entiende mejor, la cantidad de litros por metro cuadrado.

Los pluviómetros surgieron de forma independiente en diferentes partes del mundo desde épocas remotas: en la India en torno al s. IV a. C., en Asia Menor en el s. I d.C., y en China en el s. XIII. Sin embargo, en Europa no se tiene constancia de ellos hasta 1639 de la mano del italiano Benedetto Castelli. Y no sería hasta un siglo más tarde que su uso se extendió y popularizó, motivado por el creciente interés por la recién creada disciplina de la meteorología. El instrumento expuesto se adscribe entre los pluviómetros cónicos: cuentan con dos cuerpos cilíndricos encajados a fin de minimizar las pérdidas tanto por salpicaduras como por evaporación. Así, el superior tiene forma de embudo o cónica y sirve para recoger el agua y depositarla en el inferior, graduado, y que es el que permite la medición. Es probable que fuese en Prusia donde se construyeron los primeros ejemplares cónicos, en torno a 1717. Y también entonces se empezaron a sistematizar las medidas pluviométricas con un registro periódico de las precipitaciones con el propósito de establecer patrones climáticos y climatológicos anuales para mejorar la producción agrícola.

Este pluviómetro asimismo se encuadra en la categoría de instrumentos no registradores ya que solo documenta la cantidad de agua total recogida en un periodo de tiempo, pero no de cómo ha evolucionado la precipitación en ese intervalo. Algo que si hacen los pluviómetros registradores; en la práctica, pluviógrafos, pues lo registran sobre un papel de gráfica.

CADENA DE AGRIMENSOR

1850-1930

MUNCYT. DE1995/022/0006

(DEPÓSITO DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL; MINISTERIO DE FOMENTO)

También llamada cadena de Gunter en honor a su inventor, el reverendo y matemático inglés Edward Gunter, quien la concibió en torno a 1620.

La cadena de agrimensor es un instrumento para medir distancias que destaca por su practicidad: compensa su falta de precisión y poca sensibilidad con una gran facilidad de manejo que la hacen idónea para medir distancias en terrenos irregulares y en aplicaciones donde no hace falta ser extremadamente preciso, como por ejemplo en la agrimensura.

Su diseño no puede ser más sencillo ni su empleo más intuitivo: la cadena costa de una serie de varillas rígidas metálicas de 20 cm cada una ensambladas entre sí por medio de eslabones y rematada con un asa en cada uno de sus extremos. Además, estas asas, y los eslabones intermedios, permiten introducir agujas que al clavarlas en el suelo garantizan mantener la cadena tensa y al tiempo evitar que se desplace. De hecho, la forma habitual de manejarla era entre dos personas. Una delante con un juego de agujas que iba insertando conforme desplegaba las varillas y otra en la parte trasera que sostenía el extremo final e iba recogiendo las agujas y llevando la cuenta de la distancia. Cuando la persona que abría el camino desplegaba por completo la cadena antes de completar la medida esperaba a que le alcanzase su compañero antes de volver a ponerse en marcha y repetir el proceso.

La cadena original tenía una longitud de 22 yardas o 60 pies. Una elección que ahora resulta extraña pero que en su época tenía todo el sentido: 10 cadenas equivalían a un *furlong*, 80 cadenas a una milla y una superficie de 10x10 cadenas a un acre. Además, las 22 yardas de la cadena de Gunter definen el tamaño exacto del largo de un campo de cricket, una de esas cuestiones con las que no juega un inglés.

LOS INSTRUMENTOS DE HUMBOLDT. HERRAMIENTAS PARA CONCEBIR UNA NUEVA VISIÓN DE LA NATURALEZA.

+ INFO

ELECTROSCOPIO

1853-1858

MUNCYT. CE1985/004/0375

Los electros copios son una de las herramientas más veteranas del arsenal de instrumentos científicos, además del primer instrumento de “medida” eléctrica. No en vano, el primer electros copio fue inventado por el físico inglés William Gilbert en los albores del s. XVII a fin de determinar la presencia de carga eléctrica en un cuerpo. Una antigüedad que justifica su limitada capacidad (y con ello la entrecomillada medida) ya que solamente permiten detectar la presencia de carga eléctrica y, en el mejor de los casos, hacer una estimación cualitativa.

Los clásicos electros copios se agrupan en dos grandes categorías o tipos: los de esfera de sauco, los primeros en ser inventados, en 1754, por el físico británico John Canton, muy simples y limitados. Y los de láminas de oro, de la mano del también físico británico Abraham Bennet, surgidos en 1787, ya más sofisticados y con mayor sensibilidad.

Curiosamente, este modelo es un híbrido entre ambos pues, aunque contiene dos esferas de sauco, su diseño y funcionamiento lo emparentan directamente con los de láminas de oro: las esferas de sauco se aprecian en los extremos de sendos cables metálicos que penden de la parte superior de la campana de cristal cerrada y sellada, conectados a la barra metálica que atraviesa la tapa y que está coronada por una bola o pieza metálica. Al poner en contacto el cuerpo (presumiblemente) cargado de electricidad con la bola, la carga fluye a modo de corriente por la barra hasta los dos cables y, finalmente, la superficie de las esferas de sauco —un material aislante— que adquieren entonces la misma carga eléctrica, lo que provoca que entre ambas surja una fuerza de repulsión que las impele a separarse. Tanto más cuanto mayor es la carga eléctrica. Por su parte, las dos piezas metálicas a modo de varillas verticales que parten de la base ejercen una función protectora: si las esferas al separarse llegasen a tocar el cristal podrían deteriorarse. La presencia de dichas piezas evita que eso suceda ya que, al entrar en contacto con ellas, las bolas de sauco se descargan y recuperan su posición original.

MICROSCOPIO

John Cuff

1760-1770

MUNCYT. CE1985/004/0943

Los microscopios, tal como los entendemos —esos por los que todos hemos mirado en alguna ocasión— son, en rigor, microscopios compuestos, es decir, con 2 o más lentes en su óptica. En contraposición con los denominados microscopios simples que, esencialmente, eran lentes de (mucho) aumento.

Se cree que el microscopio (compuesto) fue inventado por los hermanos neerlandeses Jansen, prestigiosos fabricantes de gafas y lentes, que fueron los primeros en disponer dos de ellas en los extremos de un tubo hueco y comprobar que aumentaban el tamaño de las cosas más pequeñas. No obstante, se considera que el primer microscopio compuesto práctico o moderno fue el ideado por Robert Hooke en 1603. El microscopio de Hooke es un ejemplo de microscopio de trípode, llamado así por estar montado sobre un soporte en lugar de tener que sujetarse a mano alzada (como las lupas) y constaba de 3 lentes, una en el objetivo y dos en el ocular; además de incorporar una fuente de luz para aumentar la luminosidad de la muestra.

El diseño de los microscopios apenas experimentó cambios importantes en los dos siglos posteriores. Prueba de ellos es este microscopio obra del prestigioso fabricante John Cuff, también de trípode —o de soporte— y, que como el de Hooke incorpora 3 lentes en el tubo y un sistema para iluminar la muestra. La gran diferencia es el sistema de enfoque, que en el de Hooke era mediante un sistema de 4 tubos concéntricos y extensibles y en este mediante un tornillo micrométrico vertical que permite ajustar la posición óptima de las lentes.

El tornillo micrométrico es una pieza que incorporó a los microscopios precisamente Cuff en torno a 1745. En este ejemplar se puede apreciar justo detrás del extremo superior del soporte vertical. Si uno se fija, observa que dicho soporte está integrado por dos barras, pilares o piezas planas, una fija y otra móvil, que se desliza sobre su compañera. El tornillo está sujeto por un extremo a la primera y por el otro a la segunda. De tal modo que al girarlo permite desplazar ligeramente la barra móvil y con ello el ajuste fino de la posición del sistema óptico. Este modelo cuenta con seis objetivos de diferente potencia.

LOS INSTRUMENTOS DE HUMBOLDT. HERRAMIENTAS PARA CONCEBIR UNA NUEVA VISIÓN DE LA NATURALEZA.

+ INFO

BARÓMETRO

A. Masino & Co. 1840-1860

MUNCYT. CE1985/004/0017

El barómetro, un instrumento que sirve para medir la presión atmosférica, fue inventado por Evangelista Torricelli en 1643 como un montaje experimental: un estrecho tubo de vidrio lleno parcialmente mercurio con el extremo superior cerrado y el inferior abierto sumergido en un depósito abierto y lleno de mercurio, de tal modo que el peso de la columna de aire (esto es, la presión atmosférica) determinaba el nivel del mercurio en el depósito y en el tubo. Al aumentar la presión, el mercurio del depósito era empujado hacia abajo y parte accedía al interior del tubo con lo que la columna de mercurio ascendía; y al revés.

El empleo de este dispositivo como instrumento práctico de medida surgió poco después, cuando Blaise Pascal lo usó para medir la presión durante su ascenso a una montaña y así constatar que aquella disminuía con la altitud; al tiempo que Boyle y Hooke comprobaron que también variaba con las condiciones meteorológicas, lo que permitía predecir con una mínima anticipación el tiempo.

Este modelo se engloba dentro de los denominados barómetros de banyo, así llamados por su forma, similar a la del instrumento musical. Pero es también un barómetro de dial y es asimismo un barómetro de sifón; un tipo de barómetro descendiente directo del de Torricelli: cuenta con un tubo con un extremo superior cerrado, pero donde el extremo inferior tiene forma de U, con una segunda rama mucho más corta y abierta a la atmósfera y sensible a la presión del aire y donde se ha añadido un mecanismo de contrapesos y poleas. Uno de los pesos flota en el mercurio; al variar la presión, el mercurio sube o baja desplazando al peso, lo que hace girar la polea cuyo movimiento se transmite a la aguja indicadora del dial o cuadrante.

Los barómetros de banyo aparecieron a principios del s. XIX justo cuando los barómetros dejaron de ser meros instrumentos meteorológicos para convertirse en cotizados y codiciados objetos decorativos.

INCLINÓMETRO

1900-1920

MUNCYT. DO 1995/031/0207

(DEPÓSITO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID)

Una brújula o círculo de inclinación, inclinómetro o, simplemente, aparato de medida de la inclinación magnética es precisamente eso, un instrumento que mide la inclinación magnética en una ubicación concreta sobre la superficie terrestre. Ahora bien, ¿qué es la inclinación magnética? Para entenderlo hay que partir de que la Tierra se comporta como un gigantesco imán, con dos polos magnéticos —el polo sur magnético y el polo norte ídem que es al que apunta la brújula tradicional— y con un campo magnético asociado evidenciado por la existencia de líneas de fuerza que van de uno a otro. Así pues, la inclinación magnética es el ángulo que forma dichas líneas del campo magnético con la superficie terrestre. Y varía desde 90° en los polos magnéticos a 0° en el ecuador (magnético).

Desde este punto de vista, cobra todo su sentido el diseño del aparato: una aguja que en lugar de girar libremente en un disco o habitáculo horizontal como en el caso de la brújula, lo hace en un círculo o semicírculo vertical graduado (a veces enmarcado en un soporte).

Y otro tanto cabe decirse de su utilidad: el ángulo marcado nos indica cuán próximos estamos al ecuador magnético, cuya localización exacta era, de hecho, uno de los objetivos de la expedición de Humboldt. Pero al mismo tiempo la inclinación magnética en una determinada ubicación de latitud conocida da pistas sobre la naturaleza de los minerales presentes en el suelo y, en concreto, de su magnetismo. Si la inclinación magnética es mayor de la esperada, es porque hay otro “imán” cerca que “tira” de la aguja.

El aparato expuesto consiste en un cuadrante metálico graduado y una aguja imantada que puede oscilar sobre la escala del arco. A la hora de medir la inclinación magnética, el cuadrante graduado se coloca alineado con el plano del meridiano magnético; esto es, el plano vertical que va de un polo magnético a otro de la Tierra. En esta disposición el ángulo de la aguja establece la inclinación magnética en esa ubicación.

LOS INSTRUMENTOS DE HUMBOLDT. HERRAMIENTAS PARA CONCEBIR UNA NUEVA VISIÓN DE LA NATURALEZA.

+ INFO

GRAFÓMETRO

Vicente Comas

1690-1770

MUNCYT. CE1992/014/0007

Un grafómetro es un instrumento para medir ángulos horizontales ampliamente empleado en topografía para la realización de planos y levantamientos topográficos de terrenos y fincas. Generalmente en combinación con la cadena de agrimensor u otro instrumento que permita medir distancias; si bien por sí mismo también permite calcular distancias por triangulación.

Aunque algunas fuentes apuntan que podría haber sido inventado por el matemático italiano Niccolò Fontana Tartaglia en la primera mitad de s. XVI, la mayoría atribuye su invención (al menos en su forma más conocida) al ingeniero inventor y grabador francés Philippe Danfrie en 1597, año en que se publicó su "*Declaration de l'usage du Graphometre*". Su diseño permaneció más o menos constante durante los siguientes tres siglos en los que gozó de gran popularidad; si bien muchos modelos posteriores incorporaban brújulas. Es el caso de este instrumento, obra del fabricante de instrumentos ópticos y científicos Vicente Comas, quien estableció su taller en Barcelona en la primera mitad del s. XIX.

En su forma más habitual el grafómetro se compone de una media circunferencia rígida con su correspondiente diámetro con un visor en cada extremo. Y, dispuesta sobre aquel, justo en su centro, una regla móvil, la alidada, que puede girar sobre el diámetro y que igualmente está rematada por dos visores. Todo ello, dispuesto sobre un soporte con pie. Así las cosas, su funcionamiento se antoja bastante intuitivo: Una vez fijado sobre el suelo en posición horizontal y con la alidada dispuesta sobre el diámetro, se apunta a uno de los puntos de referencia a través de los cuatro visores y a continuación se desplaza la alidada hasta que a través de su par de visores se vea el segundo punto de referencia, momento en el que se mide el ángulo en la escala grabada en la semicircunferencia. A partir del s. XIX muchos grafómetros reemplazaron los visores clásicos —una simple ranura en una placa metálica— por otros telescópicos, con lentes de aumento que permitían apuntar a objetos más lejanos y con ello ampliar su campo de acción y mejorar su precisión.

HIPSÓMETRO

Graselli y Zambra

1860-1880

MUNCYT. CE1985/004/0761

El hipsómetro esencialmente es un termómetro que sirve para medir la presión atmosférica y/o la altitud. ¿Pero un termómetro no indica temperaturas? Sí, pero el funcionamiento del hipsómetro se basa en el denominado como Principio termométrico de la hidrometría, postulado por Fahrenheit en 1724 y comprobado experimentalmente por De Luc en 1762; según el cual la temperatura de ebullición de los líquidos en general y del agua en particular disminuye al disminuir la presión: a presión ambiente el agua hierve a 100°C. Una variación de 0,04°C en la temperatura de ebullición que marca el termómetro del hipsómetro equivale a una variación de 1 mb de presión. O, si se prefiere, cada grado de variación en la temperatura de ebullición supone una diferencia de 27 mb en la presión.

Pero, al mismo tiempo la presión atmosférica disminuye conforme se asciende, tal y como ya había demostrado Pascal en 1648. Siendo así, la presión y la altitud se pueden determinar midiendo la temperatura a la que hierve una muestra de agua.

No obstante, aún hubo que esperar casi cien años, para que el hipsómetro fuese inventado, presumiblemente por el francés Victor Regnault en torno a 1850. Para cumplir con su doble propósito el hipsómetro cuenta como no podía ser de otra forma con un termómetro encerrado en una especie de chimenea tubular, en cuya base se encuentra un depósito para contener el líquido y, justo por debajo de éste, un mechero de llama. Al calentar el líquido hasta que hierve, los gases desprendidos ascienden por la chimenea y rodean al termómetro que señala la temperatura de ebullición; que con la ayuda de unas tablas es lo que permite determinar la presión atmosférica y la altitud.

Pero aún hay más porque a una altura y una presión conocidas el punto de ebullición de una mezcla líquida sirve igualmente para darnos indicios sobre su composición. Es por ello que los hipsómetros, rebautizados como picnómetros, también tienen un amplio recorrido en las plantas de producción de vinos y otras bebidas alcohólicas, para determinar el porcentaje de alcohol.

LOS INSTRUMENTOS DE HUMBOLDT. HERRAMIENTAS PARA CONCEBIR UNA NUEVA VISIÓN DE LA NATURALEZA.

+ INFO

ANTEOJO

Por definición, todos los anteojos son telescopios, pero no todos los telescopios son anteojos. Solo los telescopios refractores, es decir, que montan lentes en su óptica; en contraposición con los reflectores que incorporan también espejos.

Este es un antejo porque monta solo (cuatro) lentes en su tubo: una en el objetivo, una en la parte intermedia y dos en el ocular; y que precisamente son lo más destacado de este aparato ya que se trata del sistema acromático inventado por John Dollond; fabricante asimismo de este modelo.

1750 la óptica estaba inmersa en un debate entre las posturas enfrentadas de Isaac Newton y Leonhard Euler respecto a la posibilidad o imposibilidad de obtener lentes que anulasen la aberración cromática —la aparición de franjas coloreadas alrededor de la imagen— en los telescopios combinando distintos tipos de lentes. Newton había sido el primero en investigar sobre esta posibilidad y había llegado a la conclusión de que no era posible. Pero en 1747 Euler sugirió que sí era factible. Aunque, como buen británico, Dollond se posicionó a favor de Newton, decidió experimentar al respecto probando diferentes combinaciones de lentes. Una decisión que finalmente le llevaría a la invención de la lente acromática para uso en telescopios. Esta combinaba una lente cóncava fabricada con vidrio Flint y otra convexa de vidrio Crown que se contrarrestaban entre sí, con lo que se conseguía eliminar la aberración cromática. Unos resultados que publicaba en 1758; al tiempo que patentaba su nueva lente acromática —con lo que se garantizaba la exclusividad de su fabricación.

A partir de ese momento, los telescopios y anteojos Dollond, los únicos que montaban su lente acromático, pasaron a ser los más demandados y famosos: de Federico El Grande a Thomas Jefferson, todos querían el suyo. Y en su expedición para observar el tránsito de Venus en el Pacífico el Capitán Cook llevó a bordo un Dollond, además de un (telescopio reflector) Short. De hecho, durante la segunda mitad del s. XVIII y parte del s. XIX el término “dollond” se popularizó como sinónimo de telescopio.

TELESCOPIO

James Short

1755-1765

MUNCYT. CE1985/004/0165

Los anteojos o telescopios de refracción probablemente fueron inventados por el fabricante de lentes y gafas neerlandés Hans Lippershey en torno a 1600. No obstante, los telescopios reflectores, es decir, aquellos que incorporan espejos como parte de su óptica, no fueron inventados hasta 1672 por obra de Isaac Newton, cuando reemplazó las lentes habituales por espejos cóncavos en el interior del tubo. Los espejos permitían enfocar mejor y evitaban la formación de aberraciones. Además, mejoraba la capacidad de aumento ya que es más fácil fabricar un espejo cóncavo grande que una lente equivalente.

Este telescopio portátil es heredero del original newtoniano. Y como tal incorpora dos espejos además de dos lentes en el tubo: en la cara más próxima al ocular se dispone un espejo cóncavo con un orificio central y en la opuesta otro, de menor diámetro. Al destapar el objetivo entra la luz que se cuela por el espacio entre el tubo y el espejo hasta alcanzar el espejo del fondo, que refleja los rayos concentrados al espejo menor que a su vez los reenvía aún más concentrados y a través del orificio del primer espejo a la lente del ocular. Para llevar a cabo el enfoque se emplea la varilla de la parte inferior del tubo que mueve mediante un tornillo el soporte del espejo pequeño.

Tal y como consigna la inscripción grabada en la zona del ocular “JAMES SHORT LONDON 84/641 =18”, este instrumento fue construido por el escocés James Short, uno de los más reputados fabricantes de instrumentos ópticos de su tiempo. El prestigio y perfección de sus telescopios lo demuestran que fuesen los elegidos para viajar a bordo del *HMS Endeavour* comandado por James Cook para la observación del Tránsito de Venus desde Tahití en 1769.

La inscripción también especifica que se trata de un telescopio con una distancia focal de 18 pulgadas. De hecho, el instrumento número 84 construido con esa característica del total de 641 que llevaba fabricados hasta la fecha; y que finalmente ascendería a 1360 a lo largo de su trayectoria.

LOS INSTRUMENTOS DE HUMBOLDT. HERRAMIENTAS PARA CONCEBIR UNA NUEVA VISIÓN DE LA NATURALEZA.

+ INFO

CRONÓMETRO MARINO

Ferdinand Berthoud

1787

MUSEO NAVAL DE MADRID. MNM1332

Entre los siglos XVI y XVIII la consecución de un sistema efectivo para la determinación de la longitud en alta mar se convirtió en el gran reto y objetivo de las potencias navales europeas. Sobre el papel se trataba de una cuestión arbitraria: sabiendo que entre dos meridianos consecutivos hay una hora de diferencia y que estos distan 15°, bastaría con comparar la hora local (en la nave) con la del meridiano de referencia para calcular la longitud. Para entonces ya existían relojes de péndulo suficientemente precisos. El problema era que se desajustaban debido al continuo, irregular y muchas veces acusado movimiento del barco y los cambios en las condiciones meteorológicas, lo que imposibilitaba conocer la hora de referencia.

La solución no se alcanzó hasta 1759 cuando tras años de arduo trabajo el relojero británico John Harrison fabricó su cronómetro H4, capaz de mantener la hora a bordo con un desfase asumible de 3 segundos al día. Ello gracias a que incorporaba como elemento regulador un volante de inercia controlado por un muelle de torsión, que se veía mucho menos afectado por el vaivén y las cambiantes condiciones que los pesos y péndulos que marcaban el ritmo de los relojes de ídem.

El H4, una maravilla del tamaño de un voluminoso reloj de bolsillo, fue presentado en la Royal Society en 1760. Una delegación de horólogos franceses se desplazó a Londres para estudiarlo. Entre ellos figuraba Ferdinand Berthoud, quien en 1775 fabricaría el primer cronómetro marino de la marina francesa. Berthoud solo construyó 21 cronómetros. Entre ellos, los 8 ejemplares encargados por la Marina Española y entregados entre 1775 y 1776. Uno de los cuales es el que se exhibe en esta exposición.

Fue a partir de la segunda mitad del s. XVIII cuando se inició la producción en masa de cronómetros marinos. Si en 1760 solo había 4 ejemplares en el mundo (el H4 era el cuarto prototipo de Harrison y el primero verdaderamente operativo), en 1815 existían ya más de 5000 y la práctica totalidad de barcos oceánicos llevaban al menos uno.

ESTUCHE DE GEÓLOGO

Hacia 1850

MUNCYT. CE1985/004/0213

Los laboratorios portátiles encuentran su origen a caballo entre los s. XVII y XVIII, de la mano de las grandes expediciones científicas de exploración y descubrimiento y el creciente interés por medir, clasificar y analizar el mundo y los fenómenos naturales.

Estas grandes expediciones de descubrimiento podían prolongarse varios años, por lo que los naturalistas y científicos que participaban sintieron la necesidad de llevar con ellos todos los instrumentos necesarios; tal y como hizo Humboldt. Y no solo eso, sino también de equiparse con un mínimo laboratorio portátil —en forma de maletín, estuche o similar— que pudiesen llevar siempre encima con lo básico para la toma de medidas y análisis.

Probablemente uno de los pioneros de su empleo fue Lavoisier, quien en 1767 efectuó un viaje de cuatro meses a caballo por los Vosgos con el propósito de clasificar minerales para el “Atlas de Mineralogía” que preparaba con Jan Guettard, para lo cual se equipó de un pequeño laboratorio con termómetros, un barómetro, un areómetro y diversos reactivos.

El empleo de estos laboratorios portátiles (y su denominación) se extendió y generalizó entre los científicos durante el s. XVIII, estandarizados como estuches o maletines con reactivos básicos y pequeños aparatos. Johann Friedrich Götting, profesor de química de la Universidad de Jena, diseñó varios modelos cuya venta le permitía complementar su salario y que resultaron muy exitosos. Es, por tanto, bastante factible que fuese uno de los modelos de su compatriota el que llevó Humboldt consigo para su expedición. Más teniendo en cuenta que ya debía de estar familiarizado con ellos, dado que Humboldt comenzó su carrera como inspector de minas del Gobierno de Prusia.

El estuche de geólogo que forma parte de la exposición es un perfecto ejemplo de este tipo de laboratorios portátiles que permitían llevar una considerable cantidad de material en poco espacio. Así, están presentes limas, martillos, un areómetro de Nicholson para calcular densidades o gravedades específicas; y un soplete de boca para analizar muestras de minerales e identificar los elementos que lo componen por comparación con las muestras patrón contenidas en los recipientes de vidrio.

LOS INSTRUMENTOS DE HUMBOLDT. HERRAMIENTAS PARA CONCEBIR UNA NUEVA VISIÓN DE LA NATURALEZA.

+ INFO

CIANÓMETRO

Sin duda, el cianómetro es uno de los instrumentos científicos más poéticos —sino el que más—; no en vano sirve para medir el grado o intensidad de azul del cielo. Una cuestión que obsesionaba a su inventor, el meteorólogo suizo Saussure; a quien su cuñado el botánico Charles Bonnett inculcó la pasión por la naturaleza desde joven. Es más, su fijación no se ceñía al color celeste, sino que abarcaba todo lo mensurable en la naturaleza. Y si no había forma de hacerlo, inventaba un nuevo instrumento para alcanzar su propósito. Así, además del higrómetro de cabello que lleva su nombre, inventó un magnetómetro, un anemómetro, un heliómetro para medir el calentamiento de la atmósfera por la acción directa del sol; y otro instrumento directamente emparentado con el cianómetro: el diafanómetro que medía el grado de transparencia del cielo. De hecho, tan emparentados están que inventaron ambos de manera simultánea, en 1789.

El cianómetro parte de un diseño tan efectivo como sencillo: un anillo dividido en 52 segmentos numerados, cada uno de ellos teñido —con una suspensión del pigmento azul de Prusia— de un tono de azul distinto y que iban desde el blanco al negro. Así, para medir el grado de azul del cielo bastaba con mirar al cenit a una distancia concreta del ojo a través del anillo y buscar el tono de azul coincidente con el celeste.

¿Por qué era tan importante determinar el azul de celeste a ojos de Saussure? Porque llegó a la conclusión de que dependía del contenido de humedad atmosférica. La explicación definitiva del color del cielo sería ofrecida finalmente por Lord Rayleigh un siglo más tarde, como resultado de la difracción de la luz por las moléculas y partículas atmosféricas... incluidas las minúsculas gotitas de agua en suspensión que le confieren su humedad.

Posiblemente el mayor popularizador del cianómetro haya sido Humboldt —tan prusiano como el pigmento— quien lo convirtió en uno de sus instrumentos de cabecera. Fruto de ello y durante su ascensión al Chimborazo midió un cielo de 46 grados de azul, el más intenso registrado.