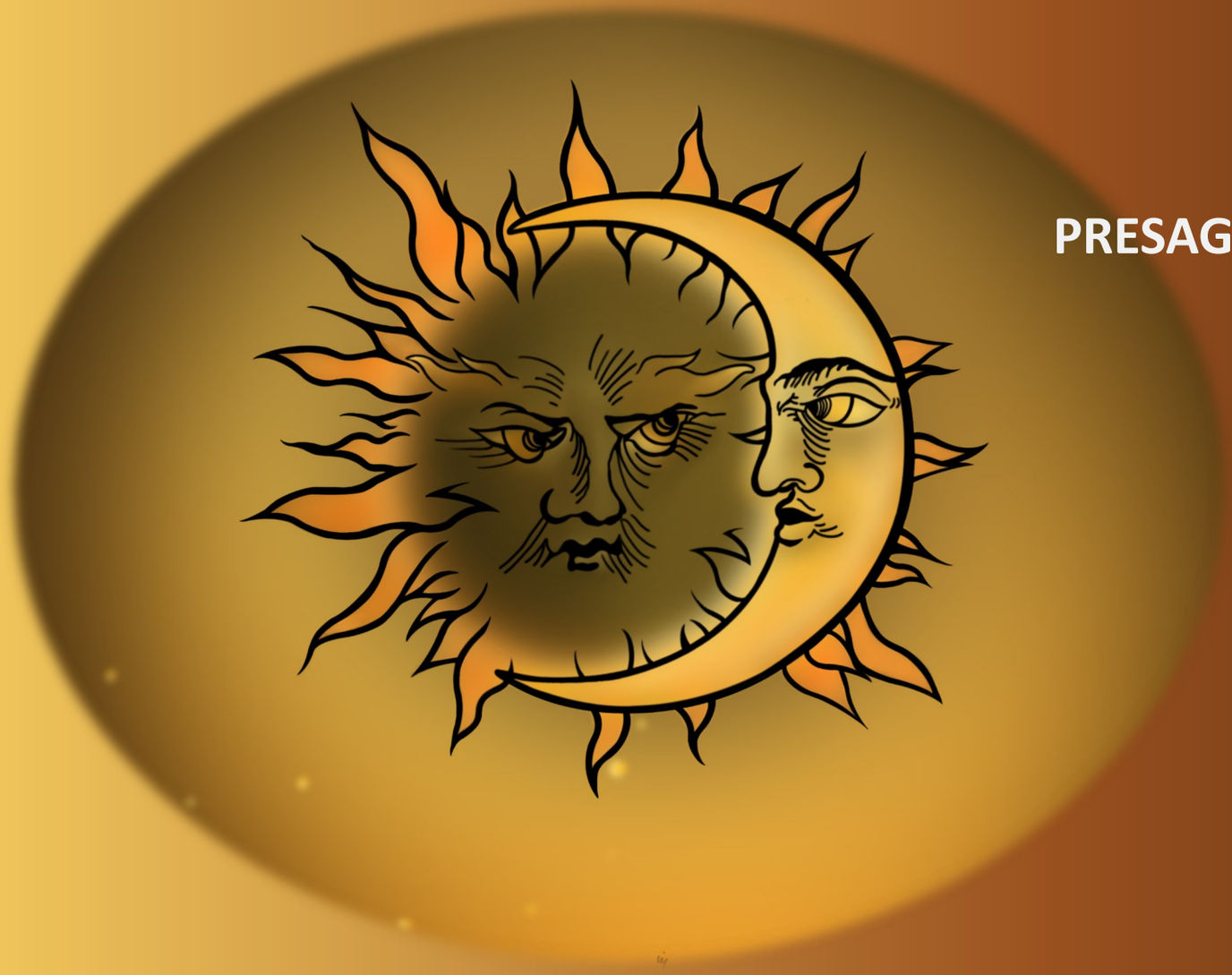


ECLIPSES

PRESAGIO, CIENCIA Y ESPECTÁCULO

10/09/2026

22/01/2027

Edificio Paraninfo

Lunes a viernes laborables

11-14 y 17-21 h.

Biblioteca General Histórica - Universidad de Zaragoza

Biblioteca Universidad Zaragoza ◂ Organiza ▸ Instituto Universitario de Investigación de Matemáticas y Aplicaciones Universidad Zaragoza ◂ Patrocina ▸ Vicerrectorado de Cultura y Patrimonio Universidad Zaragoza

Interpretaciones simbólicas de los eclipses Culturas antiguas

Desde tiempos antiguos, contamos con registros de eclipses, predicciones, cálculos y explicaciones tanto científicas como míticas. El testimonio más remoto de un eclipse solar total se encuentra descrito en escritura cuneiforme en una tablilla de arcilla del año 1223 a.n.e. en Ugarit (en la actual Siria). Sin embargo, hasta bien entrada la Edad Contemporánea, los eclipses han sido merecedores de presagios de todo tipo, en función de la cultura que los ha interpretado.

Desde aproximadamente el siglo VIII a.n.e., numerosas civilizaciones de la antigüedad tuvieron capacidad para predecir eclipses, lo que significaba conocer los ciclos del Sol y la Luna: Babilonia disponía de registros astronómicos completos, incluyendo eclipses; los astrónomos reales de la China imperial elaboraban anualmente un almanaque que incorporaba datos de eclipses; los desarrollos astronómicos y matemáticos de la India permitían calcular eclipses, al igual que lo hacían las culturas maya y náhuatl al otro lado del Atlántico. A su vez, el avance de la geometría en la Grecia clásica, que hizo posible describir con mayor precisión el movimiento de los cuerpos celestes, trajo consigo una percepción más extensa de la astronomía.

El término “Eclipse”, proveniente del griego *ékleipsis* con el significado de 'desaparición', fue acuñado por las mitologías de diversas culturas antiguas con sus propias denominaciones. En casi todas ellas se representa al Sol devorado por una criatura celeste, presagio de desastres o sucesos milagrosos: el dragón celestial en la antigua China, el lobo en la cultura nórdica, la serpiente cósmica en el Egipto de los faraones o el dios jaguar azteca. Son escenarios similares donde se produce una suerte de combate estelar que se traduce en una lucha entre el orden y el caos.

El demonio indio Rahu devorando el Sol. Dibujo a tinta.

Finales del siglo XIX.

Imagen: Wereldmuseum (Licencia: Dominio Público CC0 1.0)

Interpretaciones simbólicas de los eclipses Culturas antiguas

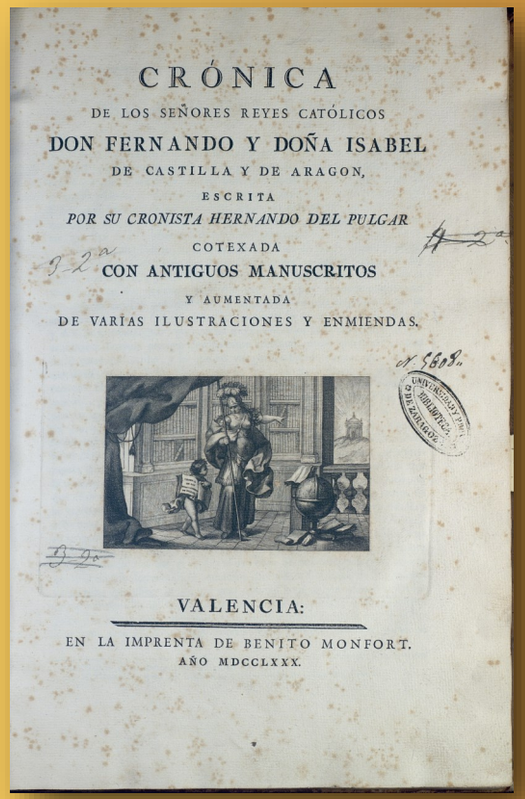
Tales de Mileto. Grabado de J.H. Ramberg. Siglo XVIII-XIX.

Imagen: Wellcome Collection (Licencia: Marca de Dominio Público)

El Sol ocupa un lugar destacado en los panteones tradicionales por motivos obvios: su luz y calor hacen posible la vida en el planeta y su presencia condiciona los ritmos vitales. Puesto que los eclipses constituían episodios infrecuentes en una dinámica repetitiva entre el día y la noche, estos fenómenos eran observados con cierto temor y en muchos casos como señales divinas de castigo. Cualquier alteración de esta constante suponía un anuncio alarmante, especialmente en los casos en que el Sol se asimilaba al gobernante en una conjunción divina. Era el soberano quien hacía posible que el astro saliera cada mañana, y la ocultación solar podía interpretarse como un hecho amenazante, hacia su figura o hacia el pueblo en su conjunto.

Son frecuentes los testimonios donde los eclipses resultan determinantes para la suerte de las batallas. El historiador griego del siglo V a.n.e., Herodoto, relata la predicción hecha por Tales de Mileto (uno de los Siete Sabios de Grecia) sobre el eclipse solar que habría acabado súbitamente con la batalla entre medos y lidios en el año 585 a.n.e. al oscurecerse el Sol.

Interpretaciones simbólicas de los eclipses — Culturas antiguas



CRÓNICA
DE LOS SEÑORES REYES CATÓLICOS
DON FERNANDO Y DOÑA ISABEL
DE CASTILLA Y DE ARAGON,
ESCRITA
POR SU CRONISTA HERNANDO DEL PULGAR
COTEXADA
CON ANTIGUOS MANUSCRITOS
Y AUMENTADA
DE VARIAS ILUSTRACIONES Y ENMIENDAS.

VALENCIA:
EN LA IMPRENTA DE BENITO MONFORT.
AÑO MDCCLXXX.

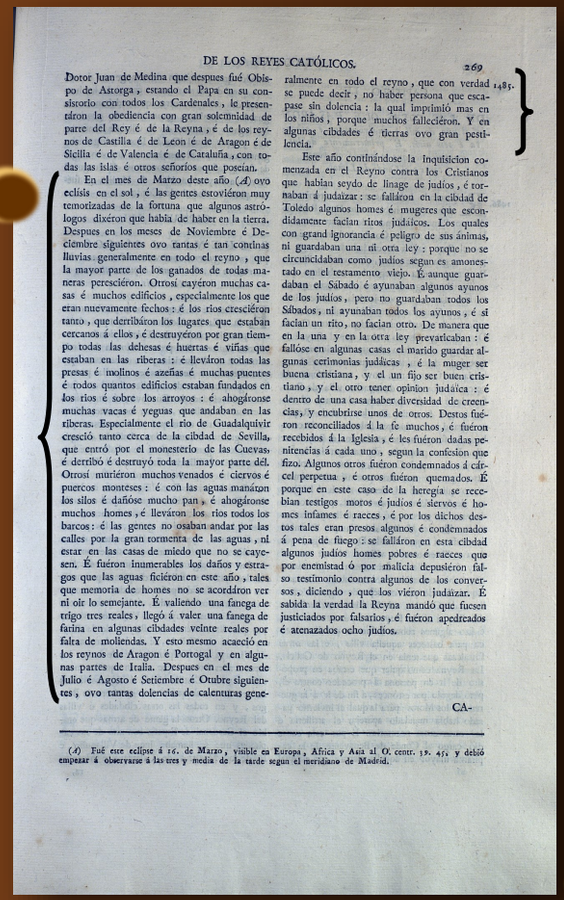
1. Pulgar, Fernando del, ca. 1430-ca. 1493

Crónica de los Señores Reyes Católicos Don Fernando y Doña Isabel de Castilla y de Aragón / escrita por su cronista Hernando del Pulgar ; cotexada con antiguos manuscritos y aumentada de varias ilustraciones y enmiendas

Valencia : En la Imprenta de Benito Monfort, 1780

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

La creencia en las funestas consecuencias de los eclipses pervive durante siglos y queda fijada en tratados y crónicas, como ocurre con el eclipse solar del 16 de marzo de 1485, vaticinado por el matemático salmantino Diego de Torres en su texto *Eclipse del Sol. Medicinas preseruativas y curatiuas y remedios contra la pestilencia que significa el eclipse del Sol del año de mil cccc.lxxxv a xvi de março*, y narrado por el cronista de los Reyes Católicos, Hernando del Pulgar, en *Crónica de los Señores Reyes Católicos Don Fernando y Doña Isabel de Castilla y de Aragón*, que aquí se expone.



DE LOS REYES CATÓLICOS. 269

Dotor Juan de Medina que despues fué Obispo de Astorga, estando el Papa en su consistorio con todos los Cardenales, le presentáron la obediencia con gran solemnidad de parte del Rey é de la Reyna, é de los reynos de Castilla é de Leon é de Aragon é de Sicilia é de Valencia é de Cataluña, con todas las Islas é otros señoríos que poseian.

En el mes de Marzo deste año (d) ovo eclisis en el sol, é las gentes estovièron muy temorizadas de la fortuna que algunos astrólogos dixéron que habia de haber en la tierra. Despues en los meses de Noviembre é Decíembre siguientes ovo tantas é tan continas lluvias generalmente en todo el reyno, que la mayor parte de los ganados de todas maneras perescièron. Otrosí cayéron muchas casas é muchos edificios, especialmente los que eran nuevamente fechos: é los rios cresciéron tanto, que derribáron los lugares que estaban cercanos á ellos, é destruyéron por gran tiempo todas las dehesas é huertas é viñas que estaban en las riberas: é lleváron todas las presas é molinos é azeñas é muchas puentes é todos quantos edificios estaban fundados en los rios é sobre los arroyos: é ahogáronse muchas vacas é yeguas que andaban en las riberas. Especialmente el rio de Guadalquivir cresció tanto cerca de la cibdad de Sevilla, que entró por el monesterio de las Cuevas, é derribó é destruyó toda la mayor parte del. Otrosí muriéron muchos venados é ciervos é puercos monteses: é con las aguas manáron los silos é dañóse mucho pan, é ahogáronse muchos homes, é lleváron los rios todos los barcos: é las gentes no osaban andar por las calles por la gran tormenta de las aguas, nl estar en las casas de miedo que no se cayesen. É fuéron inumerables los daños y estragos que las aguas ficiéron en este año, tales que memoria de homes no se acordáron ver nl oir lo semejante. É valiendo una fanega de trigo tres reales, llegó á valer una fanega de farina en algunas cibdades veinte reales por falta de moliendas. Y esto mesmo acaeció en los reynos de Aragon é Portogal y en algunas partes de Italia. Despues en el mes de Julio é Agosto é Setiembre é Otubre siguientes, ovo tantas dolencias de calenturas generalmente en todo el reyno, que con verdad se puede decir, no haber persona que escapase sin dolencia: la qual imprimió mas en los niños, porque muchos falleciéron. Y en algunas cibdades é tierras ovo gran pestilencia. 1485.

Este año continándose la Inquisicion comenzada en el Reyno contra los Cristianos que habian seydo de linage de judíos, é tornaban á judaizar: se falláron en la cibdad de Toledo algunos homes é mugeres que escondidamente faclan ritos judáicos. Los quales con grand ignorancia é peligro de sus ánimas, ni guardaban una ni otra ley: porque no se circuncidaban como judíos segun es amonestado en el testamento viejo. É aunque guardaban el Sábado é ayunaban algunos ayunos de los judíos, pero no guardaban todos los Sábados, ni ayunaban todos los ayunos, é si faclan un rito, no faclan otro. De manera que en la una y en la otra ley prevaricaban: é fallóse en algunas casas el marido guardar algunas cerimonias judáicas, é la muger ser buena cristiana, y el un fijo ser buen cristiano, y el otro tener opinion judáica: é dentro de una casa haber diversidad de creencias, y encubrirse unos de otros. Destos fuéron reconciliados á la fe muchos, é fuéron recebidos á la Iglesia, é les fuéron dadas penitencias á cada uno, segun la confesion que fizo. Algunos otros fuéron condemnados á cárcel perpetua, é otros fuéron quemados. É porque en este caso de la heregía se recebian testigos moros é judíos é siervos é homes infames é raeces, é por los dichos destos tales eran presos algunos é condemnados á pena de fuego: se falláron en esta cibdad algunos judíos homes pobres é raeces que por enemistad ó por malicia depusiéron falso testimonio contra algunos de los conversos, diciendo, que los viéron judaizar. É sabida la verdad la Reyna mandó que fuesen justiciados por falsarios, é fuéron apedreados é atenazados ocho judíos.

CA-

(d) Fué este eclipse á 16. de Marzo, visible en Europa, Africa y Asia al O. centr. 39. 45, y debió empezar á observarse á las tres y media de la tarde segun el meridiano de Madrid.

Consecuencias del eclipse en *Crónica de los Señores Reyes Católicos Don Fernando y Doña Isabel de Castilla y de Aragón* de Fernando del Pulgar. 1780. Original expuesto.

Interpretaciones simbólicas de los eclipses

Relatos bíblicos

Josué ordenando al Sol que se detenga sobre Gabaón.

Óleo sobre lienzo de John Martin. 1816.

Imagen: cortesía de la National Gallery of Art, Washington (Licencia: CC0)

El sexto libro del Antiguo Testamento, y el primero del bloque de los denominados Libros Históricos, es el *Libro de Josué*. En el capítulo 10, versículos 12-13, se sitúa el siguiente pasaje de gran importancia histórica y teológica:

> *Entonces Josué habló a Jehová el día en que Jehová entregó al amorreo delante de los hijos de Israel, y dijo en presencia de los israelitas:*
> *Sol, detente en Gabaón;*
> *Y tú, Luna, en el valle de Ajalón.*
> *Y el Sol se detuvo y la Luna se paró,*
> *Hasta que la gente se hubo vengado de sus enemigos.*
> *¿No está escrito esto en el libro de Jaser? Y el Sol se paró en medio del cielo, y no se apresuró a ponerse casi un día entero.*

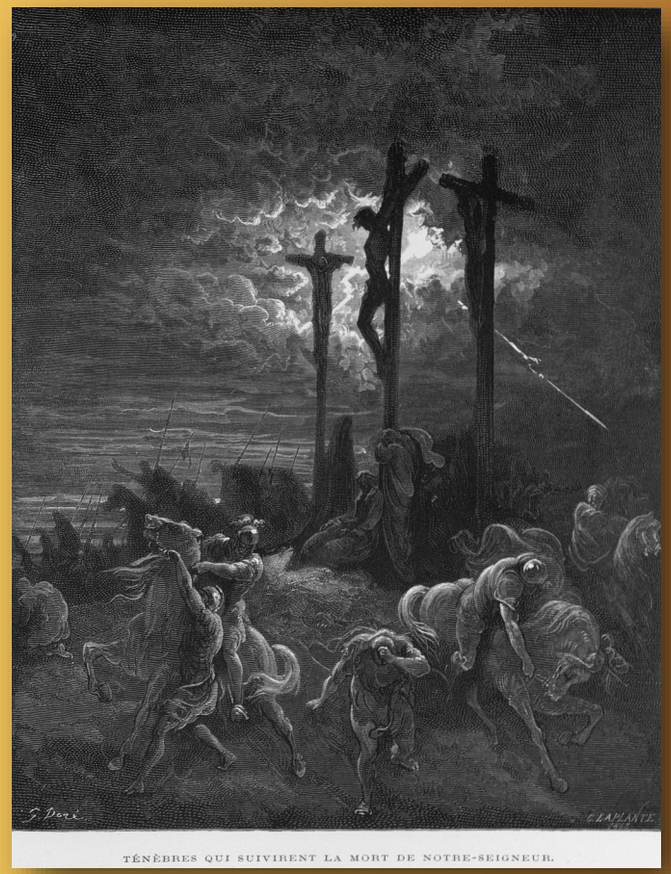
Este argumento bíblico fue el utilizado por los teólogos protestantes y la jerarquía de la Iglesia Católica en el debate entre los partidarios del geocentrismo y del heliocentrismo. Así, el reformista Martín Lutero (1483-1546) afirmaba sobre su contemporáneo Nicolás Copérnico (1473-1543) y de su obra *De revolutionibus orbium coelestium* (1543):

> *Esto es lo que hace ese individuo que quiere poner patas arriba toda la astronomía. Incluso en estas cosas que están siendo confundidas, yo creo a la Sagrada Escritura, pues Josué mandó detenerse al Sol y no a la Tierra.*

El 20 de diciembre de 1614, el fraile dominico Tommaso Caccini pronunció su famoso y demoledor sermón desde el púlpito de la basílica de Santa María Novella en Florencia. Basándose en este pasaje bíblico, condenó el heliocentrismo copernicano, acusándolo de herético, y atacó personalmente a Galileo por contradecir la interpretación literal de las Sagradas Escrituras.

Interpretaciones simbólicas de los eclipses

Relatos bíblicos



2. *La sainte Bible* *: selon la Vulgate : traduction nouvelle /* avec les dessins de Gustave Doré
Tours : A. Mame, 1866
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

En 2017, el físico Colin Humphreys y el astrofísico Graeme Waddinigton postularon en una investigación conjunta que el fenómeno narrado en el libro de Josué se refería al eclipse anular acontecido el 30 de octubre de 1207 a.n.e., visible desde Canaán. Para ello se apoyaron en recursos lingüísticos y científicos. Una traducción diferente de los textos originales ya había sido realizada por el lingüista Robert Wilson en 1918, con la siguiente interpretación:

Eclípsate, oh Sol, en Gabaón,
Y la Luna en el valle de Ayalón,
Y el Sol se eclipsó y la Luna se dio vuelta,
mientras la nación se vengó de sus enemigos.

Considerando las variaciones de la rotación terrestre, determinaron todos los eclipses anulares visibles en Canaán entre 1500 y 1050 a.n.e., siendo el único posible el del 30 de octubre de 1207.

Son varios los pasajes en los que la Biblia hace mención a eclipses, explícita o veladamente. En ciertas ocasiones, se sirve de metáforas proféticas que aluden al oscurecimiento del Sol o la Luna para imprimir un carácter milagroso y simbólico al evento narrado, como en el caso de la crucifixión de Cristo, que relatan Mateo, Marcos y Lucas en los Evangelios, siendo este último el único que nombra al Sol:

Cuando era como la hora sexta, hubo tinieblas sobre toda la tierra hasta la hora novena. Y el Sol se oscureció, y el velo del templo se rasgó por la mitad.

Sabemos que la ocultación del astro no pudo deberse a un eclipse solar, que necesariamente se produce durante la luna nueva, porque durante la Pascua está en su fase llena. Además, la duración de un eclipse es breve, de unos minutos, y no de varias horas.

Interpretaciones simbólicas de los eclipses

El eclipse de Colón

En su cuarto y último viaje, Cristóbal Colón partió con cuatro naves desde Sevilla el 9 de mayo de 1502. Su objetivo era encontrar un paso marítimo en las tierras recién descubiertas que le permitiese llegar a las Islas de las Especias o Molucas, después de que la expedición del portugués Vasco de Gama hubiera alcanzado la India bordeando África entre 1497 y 1499. El descubrimiento de este paso directo permitiría a los españoles adelantarse a sus rivales en la conquista de las riquezas del Índico.

En este viaje recorrió el litoral de Centroamérica avistando las costas de los actuales países de Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia, así como parte del archipiélago de las islas Caimán. Colón acabó perdiendo sus cuatro naves y naufragando con cerca de cien hombres en las playas de Jamaica. No era la primera vez que llegaba a esta isla, descubierta por él mismo el 3 de mayo de 1494 en su segundo viaje, y que bautizó como Santiago. Ante tal desastre, envió en canoa a uno de sus colaboradores, Diego Méndez de Segura, a la isla de La Española (actual Santo Domingo) en busca de ayuda.

Durante la espera, intercambiaron con los nativos algunas de sus posesiones por comida. Sin embargo, transcurridos algunos días sin que el rescate llegara, finalmente *los Indios se amotinaron y no le querian traer de comer como antes; y él los hizo llamar á todos los Caciques […]; y como aquella noche era el eclipse de luna que casi toda se escureció, díjoles que Dios hacia aquello por enojo que tenia dellos porque no le traian de comer, y ellos lo creyeron y fueron muy espantados, y prometieron que le traerian siempre de comer, como de hecho lo hicieron* […].

3. Grabado "The Indians astonished at the eclipse of the moon foretold by Columbus" en *A new universal collection of authentic and entertaining voyages and travels, from the earliest accounts to the present time … selected from the best writers … / illustrated … by Grignion, and other celebrated masters ; by Edward Cavendish Drake*. London : Printed for J. Cooke, 1771.

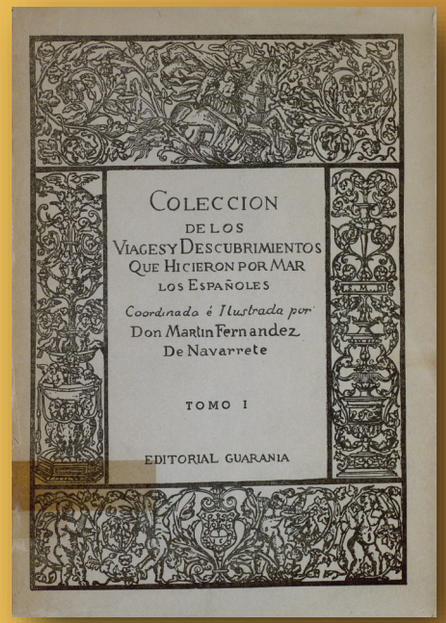
Proviene del grupo de calcografías realizadas para los libros de viajes promovidos por esta firma editorial con el seudónimo de Edward Cavendish Drake "Engraved for Drake's Voyages".

Colección particular de Pedro J. Miana. Original expuesto.

Interpretaciones simbólicas de los eclipses

El eclipse de Colón

El episodio vivido, que Méndez escribió como relato personal sobre este viaje en su testamento, fue publicado por primera vez en 1825 por Martín Fernández de Navarrete en la *Colección de los viages y descubrimientos que hicieron por mar los españoles desde fines del siglo XV.*



4. ***Colección de los viages y descubrimientos que hicieron por mar los españoles desde fines del siglo XV … T. 1, Viajes de Colon, Almirantazgo de Castilla*** / coordinada é ilustrada por Martín Fernández de Navarrete ... ; prólogo de J. Natalicio González

Buenos Aires : Guarania, 1945

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

"Carta de las costas de tierra firme desde el rio Orinoco hasta Yucatan y de las islas Antillas y Lucayas" en ***Colección de los viages y descubrimientos que hicieron por mar los españoles desde fines del siglo XV*** … 1945. Original expuesto.

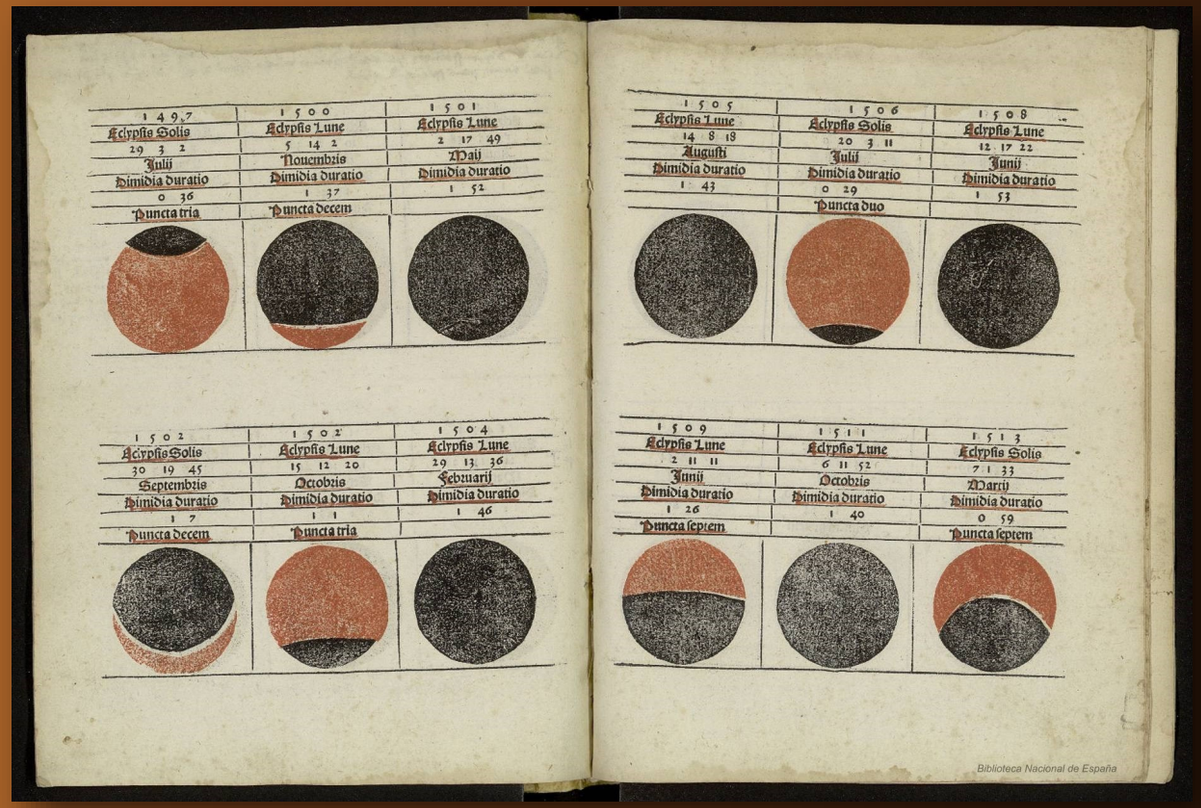
Interpretaciones simbólicas de los eclipses

El eclipse de Colón

Colón poseía excelentes conocimientos astronómicos, y además contó con una ventaja decisiva, pues llevaba consigo una copia del llamado *Almanaque Regiomontano*. Publicado con el título *Ephemerides* en 1474 por el astrónomo y matemático alemán Johann Müller (1436-1476) (conocido como Regiomontano en referencia a su ciudad natal Königsberg - "monte regio"-), el *Almanaque* estaba compuesto por detalladas tablas astronómicas que describían las fases lunares y la predicción de eclipses. Era una obra de gran uso para la navegación, al igual que el *Kalendarium*, del mismo autor, calendario astronómico que incluía grabados donde aparecían los eclipses de Sol y de Luna que tendrían lugar entre 1489 y 1530.

Este eclipse lunar, que tan oportunamente aprovechó Colón el 29 de febrero de 1504, tenía una característica especial: la Luna comenzó a eclipsarse antes de salir, y al aparecer ya se veía parcialmente oscura. Posteriormente, tras la fase de totalidad, enrojeció, pues al no recibir directamente la luz solar y ser filtrada por la atmósfera terrestre, los colores rojizos y anaranjados se proyectaban sobre el satélite, lo que le otorgaba una apariencia singular.

El recurso de emplear el conocimiento astronómico para influir sobre un grupo desconocedor de la causa natural del fenómeno, e inspirado en el suceso vivido por Colón, fue empleado por el historietista belga Hergé (seudónimo de Georges Remi), que reflejó en *El Templo del Sol*, decimocuarto álbum de *Las aventuras de Tintín*, publicado por entregas por primera vez entre diciembre de 1946 y abril de 1948.



Kalendarium, de Johann Regiomontano. 1489.

Imagen: Biblioteca Nacional de España (Licencia: CC BY 4.0)

Interpretaciones simbólicas de los eclipses Astrología vs. Astronomía

Astrología y astronomía hunden sus raíces en un mismo origen histórico. En la antigüedad, ambas disciplinas formaban parte del mismo campo de estudio. La astrología surgió hace más de 4.000 años en la antigua Mesopotamia, donde sacerdotes y sabios observaban el cielo para interpretar el movimiento de los astros y relacionarlo con acontecimientos en la Tierra. Se elaboraban calendarios y se hacían predicciones sobre las cosechas, el clima y el éxito de los gobernantes. Las historias que relacionaban las posiciones y movimientos de los cuerpos celestes con los sucesos que acontecían surgían de forma natural.

Entre los siglos I y II, Alejandría era uno de los mayores centros de conocimiento del mundo antiguo. Fundada por Alejandro Magno en el año 331 a.n.e., se había convertido en un punto de encuentro entre las culturas griega, egipcia y persa, favoreciendo un intenso intercambio de ideas científicas, filosóficas y religiosas. La confluencia de la observación astronómica babilónica, los conocimientos religiosos y calendáricos de los egipcios, y la filosofía y matemáticas de los griegos permitió el desarrollo de una astrología-astronomía más elaborada que fue practicada durante siglos.

En este ambiente de extraordinaria actividad intelectual, Claudio Ptolomeo elaboró dos de las obras más influyentes de la antigüedad, el *Almagesto*, y el *Tetrabiblos*.

Letra capital del capítulo XX “De los doce signos del Zodiaco”, en *Fábrica del universo llamada Reportorio perpetuo*, de Bernardo Pérez de Vargas. 1563.

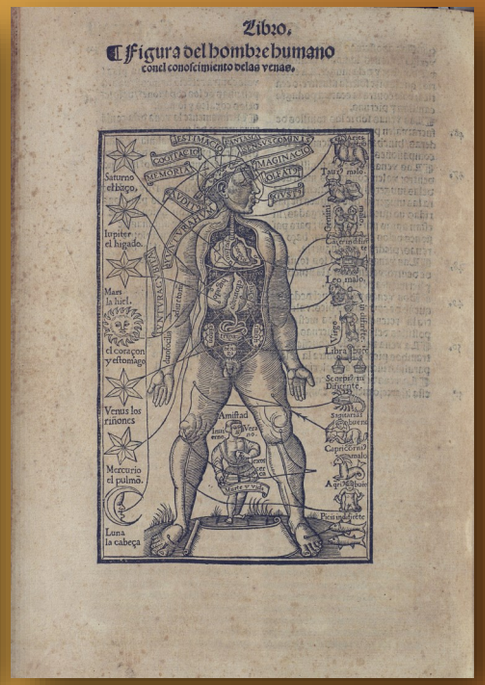
“Este camino y vía del Sol llamaron signífero los latinos, y los griegos zodiaco, al qual los peritos astrólogos dividieron en doce partes iguales que llamaron signos.”

En el *Tetrabiblos* organizó y sistematizó la astrología, presentándola como una disciplina racional, basada en la observación de la naturaleza y en principios filosóficos. Consideró los signos del zodiaco y la influencia de los fenómenos celestes sobre los pueblos o los individuos a través de las cartas astrales. Para Ptolomeo, estas influencias propiciaban ciertos acontecimientos, pero no anulaban el libre albedrío. La obra fue traducida al árabe y al latín, estudiándose en el mundo islámico y en universidades europeas medievales y renacentistas, donde sirvió como texto de referencia para astrónomos, médicos y filósofos. Muchos tratados posteriores no hicieron sino comentar, ampliar o reinterpretar las ideas de Ptolomeo.

Interpretaciones simbólicas de los eclipses Astrología vs. Astronomía

Bernardo Pérez de Vargas, en su obra *Fábrica del universo llamada Reportorio perpetuo,* publicada en 1563, continuó la tradición ptolemaica en la que el universo y el cuerpo humano constituían un sistema armónico. En ella, cada signo del zodiaco gobierna una parte específica del organismo: Aries, la cabeza; Tauro, el cuello; Géminis, los brazos; Cáncer, el pecho; Leo, el corazón; Virgo, el abdomen; Libra, los riñones; Escorpio, los órganos reproductores; Sagitario, los muslos; Capricornio, las rodillas; Acuario, las piernas; y Piscis, los pies.

El *Speculum Astronomicum* (1507) de Federico Grisogono (1472-1538) recoge conocimientos sobre el movimiento de los cuerpos celestes, en particular los eclipses y su interpretación astrológica, manteniendo la idea, heredada de Ptolomeo, de que el estudio matemático de los astros era indispensable para realizar interpretaciones astrológicas rigurosas. Así, afirma: "Los hallazgos matemáticos de Euclides respaldan el universo aristotélico en el que la astrología sigue siendo el campo más honorable de la investigación filosófica natural".



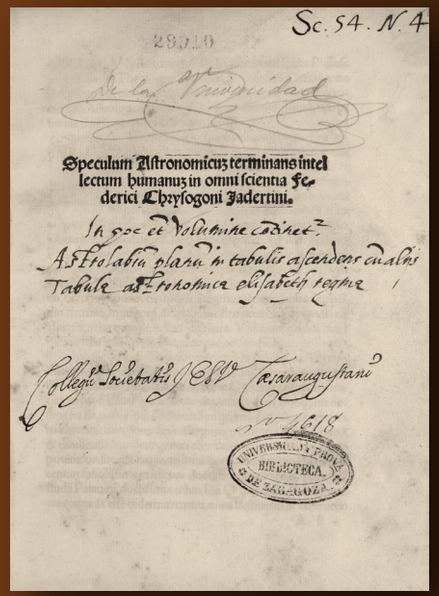
5. Pérez de Vargas, Bernardo

Aqui comiença la segunda parte de la Fabrica del vniuerso, llamada Reportorio perpetuo en que se tratan ... materias de astrologia ... : contienese ... Reportorio perpetuo de las co[n] junciones, llenos y eclypsis del sol y de la luna ... / ... ordenada y compuesta ... por ... Bernaldo Perez de Vargas ...

Impresso en Toledo : en casa de Juan de Ayala, 1563

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

"Figura del hombre humano" en *Aqui comiença la segunda parte de la Fabrica del vniuerso, llamada Reportorio perpetuo ...* , de Bernardo Pérez de Vargas. 1563. Original expuesto.



6. Chrisogonus, Federicus

Speculum astronomicu[m] terminans intellectum humanu[m] in omni scientia Federici Chrysogoni iadertini

Impressum Venetiis : per Lazarum de Soardis, 1507 die 29 novembris

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

La construcción del saber astronómico

El primer modelo para predecir eclipses

El primer gran libro de astronomía fue escrito por Claudio Ptolomeo alrededor del año 150 con el título *Mathematiké Sýntaxis*, aunque el nombre por el que se le conoce hoy proviene del árabe: *Al-magisti* ("el más grande"), ya que fue rescatado, traducido y preservado por eruditos islámicos de la Casa de Sabiduría de Bagdad en el siglo IX. Claudio Ptolomeo nació alrededor del año 100 en el Alto Egipto. Astrónomo, matemático y geógrafo, vivió y trabajó en la gran Biblioteca de Alejandría. En el *Almagesto* recopiló y sistematizó todo el conocimiento y los modelos matemáticos del cosmos de la antigüedad. Expuso el modelo geocéntrico del universo, elaboró un método para calcular las posiciones de los planetas, el Sol y la Luna, otro para predecir los eclipses y un catálogo con la posición de 1.022 estrellas.

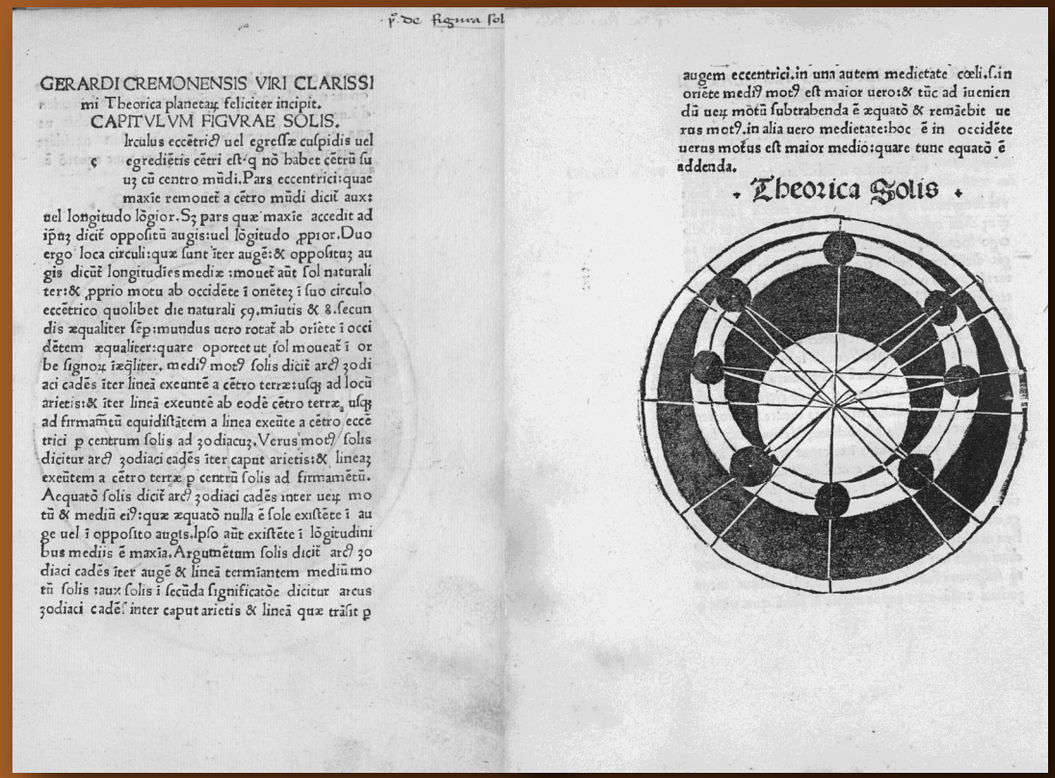
Aunque el modelo era erróneo, ofrecía resultados válidos, y su influencia perduraría 1.400 años hasta la llegada de *De revolutionibus orbium coelestium* de Copérnico, en 1543. El texto original fue escrito en griego sobre rollos de papiro, del que se hicieron copias en las bibliotecas de la capital del Imperio Bizantino, Constantinopla (actual Estambul), desde donde la dinastía abasí ordenó llevar los textos clásicos a Bagdad para ser traducidos al árabe.

Figura masculina sosteniendo una esfera armilar, en *Uberrimum Sphere mundi*, de Sacro Bosco; comentado por Pedro Ciruelo. 1508.

La construcción del saber astronómico

El primer modelo para predecir eclipses

Algunas de estas traducciones llegaron a Toledo durante el periodo andalusí, pero fue bajo dominio cristiano (a partir de 1085) cuando el lombardo Gerardo de Cremona (1114-1187) viajó allí alrededor de 1144 buscando un ejemplar del *Almagesto* de Ptolomeo, siendo su empeño fundamental conseguir una excelente traducción al latín del mismo. Realizó dos versiones que circularon ampliamente en Europa e influyeron notablemente en los textos posteriores. Dedicó el resto de su vida, cerca de 40 años, a la traducción latina de alrededor de 70 obras en lengua árabe. Cremona estuvo estrechamente vinculado con el movimiento intelectual que se dio en llamar "Escuela de traductores de Toledo", que desde el siglo XII se afanó en traducir textos clásicos greco-latinos desde el árabe al latín o a las lenguas romances como el castellano.



GERARDI CREMONENSIS VIRI CLARISSI mi Theorica planetarum feliciter incipit.
CAPITVLVM FIGVRAE SOLIS.

augem eccentrici.in una autem medietate cœli.s.in oriẽte medij motj est maior uero:& tũc ad inuenien dũ uerum motũ subtrahenda ẽ æquatõ & remãebit ue rus motj.in alia uero medietate:hoc ẽ in occidẽte uerus motus est maior medio:quare tunc equatõ ẽ addenda.

Theorica Solis

7. Gerardus Cremonensis
Theorica planetarum / Gerardus Cremonensis
Bononiae : p[er] me Dominicu[m] Fuscum, 1480
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.
TEXTO COMPLETO

Aunque durante siglos la *Theorica planetarum* se atribuyó a Gerardo de Cremona, investigaciones modernas han descartado esta hipótesis. Su autoría sería desconocida, pero seguramente vinculada a la Universidad de París y escrita en el siglo XIII. La obra es parte del "Corpus astronomicum" que compendiaba el saber sobre esta disciplina, y habitualmente se editaba conjuntamente con la *Sphera* de Sacro Bosco como texto para el alumnado universitario, como es el caso de la obra que aquí se expone.

La construcción del saber astronómico

El primer modelo para predecir eclipses

El *Almagesto* tiene continuidad en la obra de Johannes Sacro Bosco (c. 1195-1256), *De sphaera mundi,* escrita hacia 1230, un texto que simplificaba y resumía, a modo de apuntes para la enseñanza, la obra de Ptolomeo. Compuesto en la Universidad de París, se calcula que alrededor de una treinta de versiones se difundieron por las universidades europeas hasta su primera impresión en 1472. En el cuarto y último capítulo se menciona el movimiento de los planetas y se describe el fenómeno de los eclipses.

La Universidad de Zaragoza conserva varias ediciones, incluyendo la de 1508, que contiene los comentarios del darocense Pedro Sánchez Ciruelo (1470-1528).

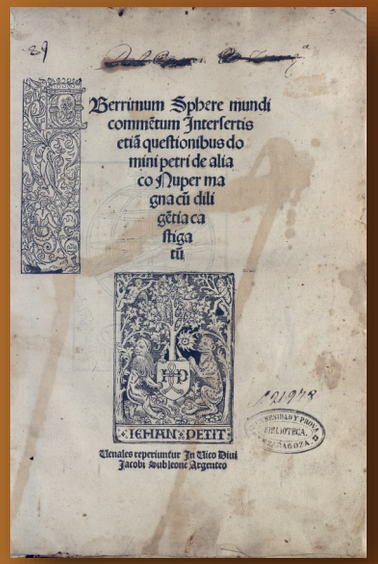
8. Johannes de Sacro Bosco

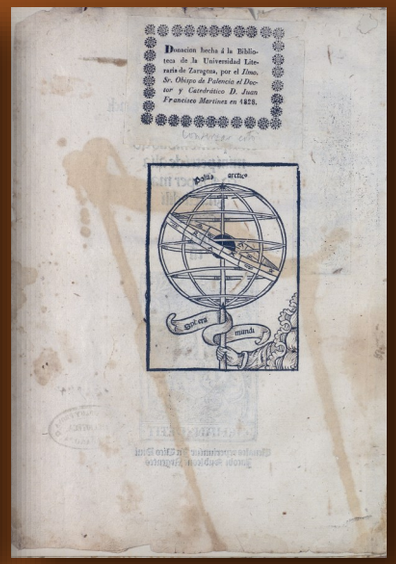
La Sfera / di M. Giovanni de Sacrobosco ; tradotta da Pier-Vincentio Dante de Rinaldi ; con le annotazioni del medesimo et con l'aggiunta delle figure & d'altre annotazioni …

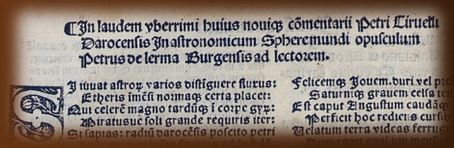
In Perugia : nella Stamperia di Gio. Berardino Rastelli, 1574

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

TEXTO COMPLETO







9. Johannes de Sacro Bosco

Uberrimum Sphere mundi comme[n]tum / intersertis etia[m] questionibus domini Petri de Aliaco … ; [Johannis de Sacro Busto anglici ... una cum textualibus optimisq[ue] additionibus ac vberrimo commentario Petri Ciruelli ...]

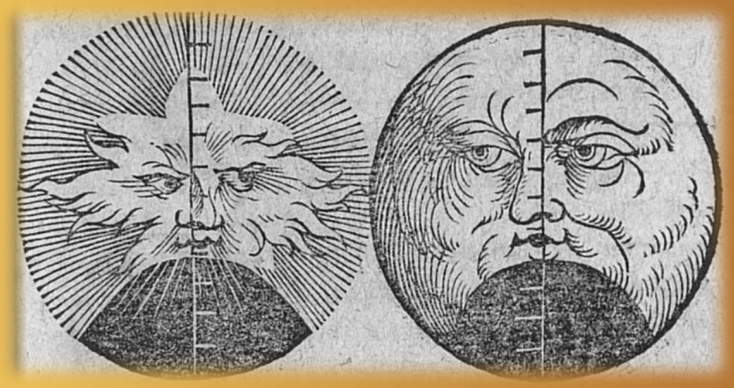
Impressum est ... Parisius : impensis Iohannis Petit ..., 1508 in mense augusti

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

TEXTO COMPLETO

La construcción del saber astronómico

Renovación de la enseñanza astronómica



Grabados en *Theoricae nouae planetarum,* de Georg von Peurbach. 1591

La vuelta al saber clásico que se produce en el Renacimiento (siglos XV-XVI) tiene en la astronomía un marcado interés práctico. La expansión marítima de potencias como Portugal y España hizo que el conocimiento astronómico adquiriera una enorme importancia estratégica. La orientación en mar abierto lejos de la costa, el cálculo de la latitud, la mejora de las tablas astronómicas, y el desarrollo de nuevos instrumentos como el astrolabio náutico hicieron que la navegación y la astronomía crecieran juntas.

Las nuevas necesidades marítimas que precisaban observaciones fiables de los astros impulsaron avances en la matemática celeste, la cartografía y el utillaje científico.

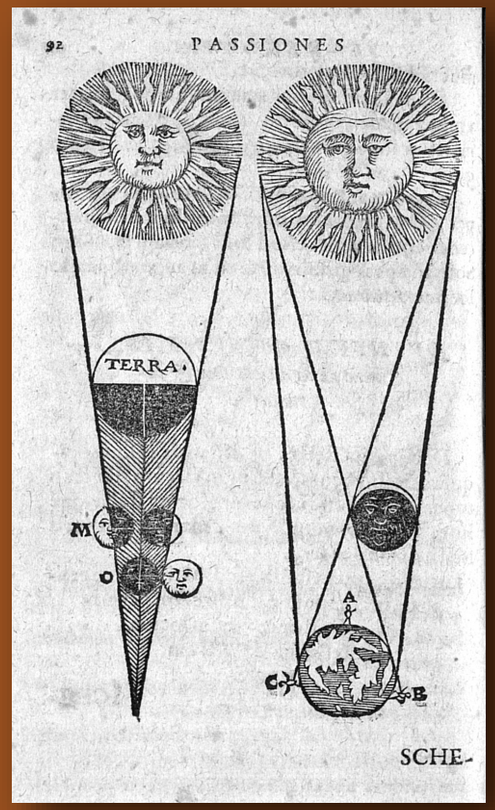
Se revisaron las obras de la tradición grecolatina y árabe como el *Almagesto* de Ptolomeo, y sus primeras traducciones latinas como la *Sphaera* de Sacro Bosco. La irrupción de la imprenta hizo proliferar ediciones de ambas obras, que humanistas y matemáticos comentaron, sirviendo de inspiración para crear otras nuevas.

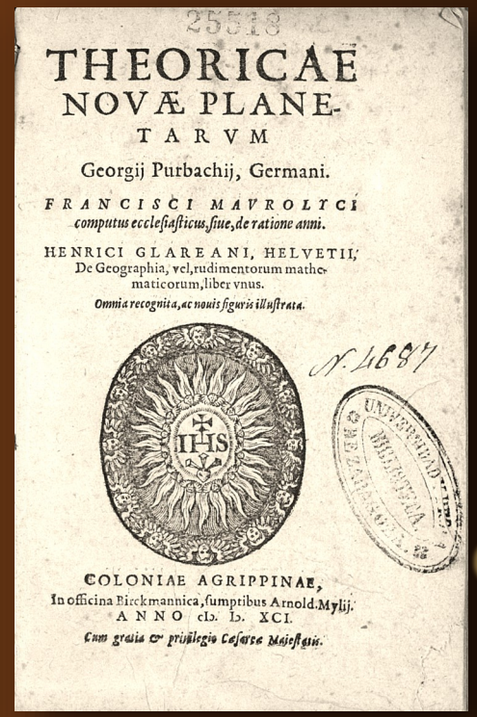
La construcción del saber astronómico

Renovación de la enseñanza astronómica

Theoricae nouae planetarum, escrita en 1472 por Georg von Peurbach (1423-1461), profesor de humanidades y astronomía en la Universidad de Viena, desplazó parcialmente a *De sphaera mundi* como libro de texto en la enseñanza avanzada de la astronomía, conviviendo ambos durante varios siglos. Para realizar una introducción sistemática a la obra de Ptolomeo, mejorando las versiones del griego al árabe y del árabe al latín que arrastraban numerosos errores con las sucesivas traducciones, se planteó el ambicioso proyecto de traducir su obra directamente a partir de los códices bizantinos que habían comenzado a llegar masivamente a Europa, principalmente a Italia, tras el debilitamiento y caída del Imperio Bizantino en 1453.

Su conocimiento matemático le permitió elaborar unas precisas tablas de senos de ángulos, gracias al uso de la numeración arábiga. Fue uno de los precursores del heliocentrismo en Europa, influyendo con su obra en la formación de Nicolás Copérnico.





10. Peurbach, Georg von

Theoricae nouae planetarum / Georgii Purbachij ...

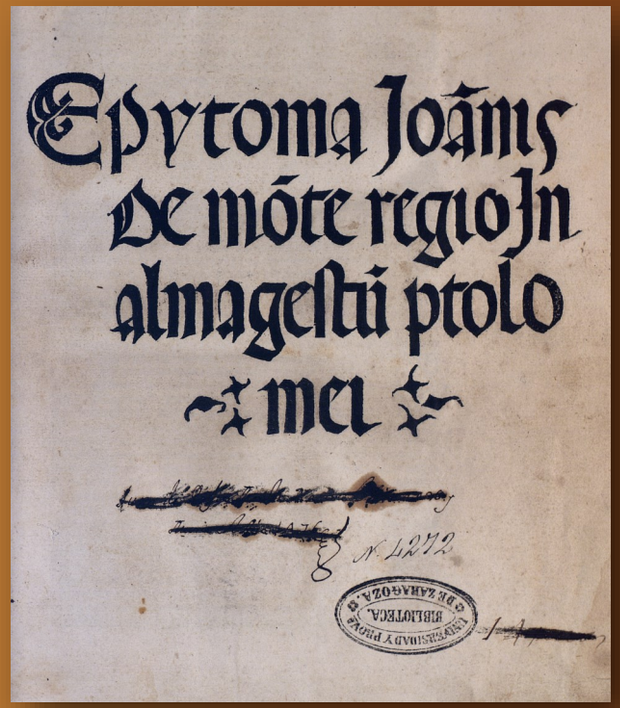
Coloniae Agrippinae : in officina Birckmannica, sumptibus Arnold Mylij, 1591 (Typis Godofredi Kempensis)

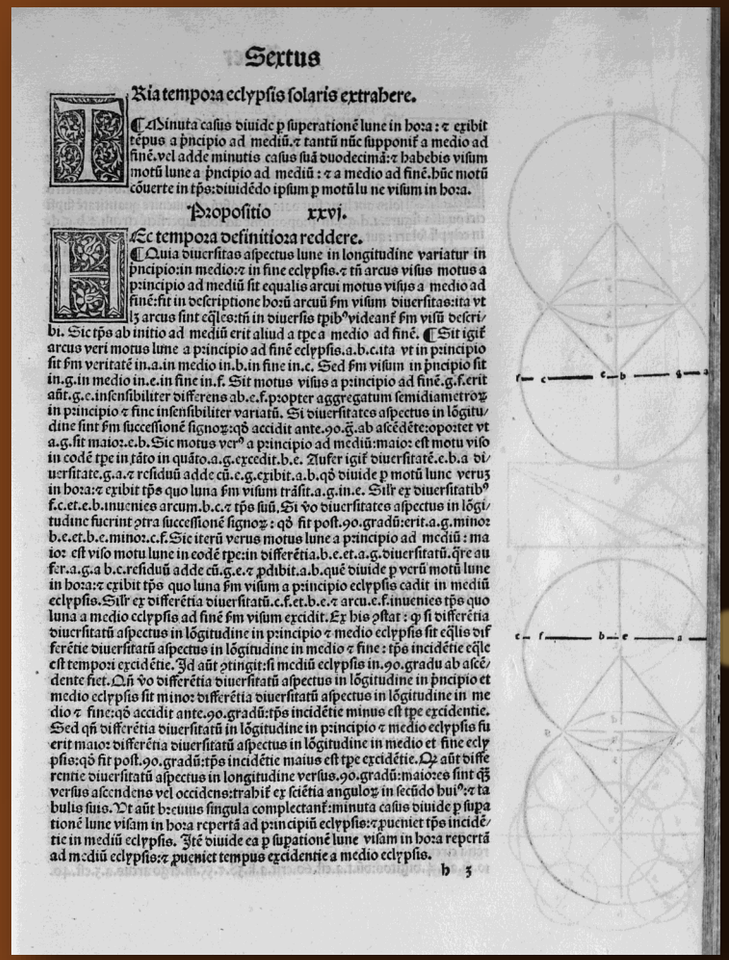
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

La construcción del saber astronómico

Renovación de la enseñanza astronómica

Epitoma in Almagestum Ptolomaei, publicado en 1496, fue iniciado por Peurbach (concretamente los 6 primeros libros) y terminado por su alumno Johann Müller "Regiomontano" (1436-1476) hasta el libro 13. Mejoró el *Almagesto*, introduciendo nuevas observaciones y matemáticas astronómicas para sustituir la parte de la tradición medieval más confusa. Regiomontano fundó en Nüremberg su propia imprenta en 1471, siendo posiblemente el primer impresor de literatura científica. Publicó numerosas obras de astronomía y los primeros calendarios completos con datos sobre las posiciones del Sol y de la Luna, eclipses y fiestas móviles. Su *Kalendarium* y *Ephemerides* fueron fundamentales en las expediciones de los navegantes Cristóbal Colón y Américo Vespucio.





11. Regiomontanus, Johannes

Epytoma Joa[n]nis De mo[n]te regio In almagestu[m] Ptolomei

Venetiis : Johannes Hamman de Landoia : impensis Casparis Grossch et Stephani Roemer, 1496

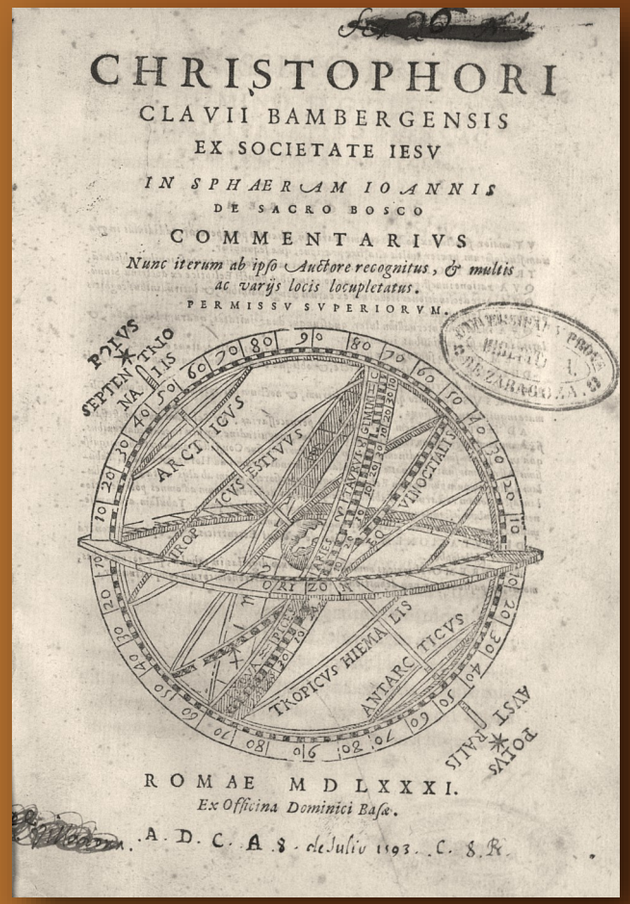
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

TEXTO COMPLETO

La construcción del saber astronómico

Renovación de la enseñanza astronómica

El papel del jesuita Christoph Clavius (1537-1612), matemático y astrónomo alemán, fue también muy importante en la enseñanza de la astronomía. El eclipse total que observó el 21 de agosto de 1560 en Coimbra como joven estudiante despertó su vocación astronómica y se convirtió en el mayor comentarista renacentista del sistema ptolomeico. Las anotaciones a la *Sphaera* de Sacro Bosco consagraron la defensa del modelo geocéntrico en el sistema educativo oficial de la Compañía de Jesús. Con algunas correcciones sobre la obra original, sus textos fueron de uso constante en el ámbito universitario durante siglos.



12. Clavius, Christoph

Christophori Clauii ... ex Societate Iesu In Sphaeram Ioannis de Sacro Bosco commentarius

Romae : ex Officina Dominici Basae, 1581 (apud Franciscum Zanettum)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

Christoph Clavius. Grabado de E. de Boulonnois, 1682

Imagen: Wellcome Collection (Licencia: Marca de Dominio Público)

La construcción del saber astronómico

Gráficos y libros mecánicos

A lo largo del siglo XVI, la imprenta no solo mejoró la calidad de sus tipos y la claridad de la impresión, sino que también incorporó de forma cada vez más sistemática recursos visuales. Entre estos avances, y específicamente para ciertos libros científicos, destacó la incorporación de grabados, diagramas y, en algunos casos, elementos móviles, que convertían el libro en un recurso más interactivo y didáctico, incluso para la realización de los cálculos de eclipses.

Un ejemplo especialmente importante es la *Cosmographia* de Pedro Apiano (1495-1552). Fue impresa por primera vez en 1524, y hasta 1609 contó con cuarenta y siete ediciones en varias lenguas, entre ellas latín, holandés, francés y español. Se trata de una obra basada en la concepción astronómica de Ptolomeo, que contiene nociones de astronomía, geografía, topografía, navegación, meteorología, proyecciones cartográficas e instrumentos matemáticos. En algunas ediciones se añadieron las famosas "volvelles" o ruedas móviles de papel, que permitían realizar cálculos astronómicos y geográficos de manera práctica.

Estas piezas estaban compuestas por discos superpuestos que el lector podía girar para calcular posiciones de astros, fases lunares o datos de navegación. En particular, permitía determinar la alineación entre el Sol, la Tierra y la Luna, aspecto fundamental para comprender tanto los eclipses solares como los lunares.

13. Apianus, Petrus

Petri Apiani cosmographia / per Gemmam Phrysium ... restituta ; additis de adem re ipsius Gemmae Phry. libellis, vt sequens pagina docet

Vaeneunt Antuerpiae : in pingui gallina Arnoldo Berckma[n]no, 1539 (per Aegidium Coppenium)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza.

Original expuesto.

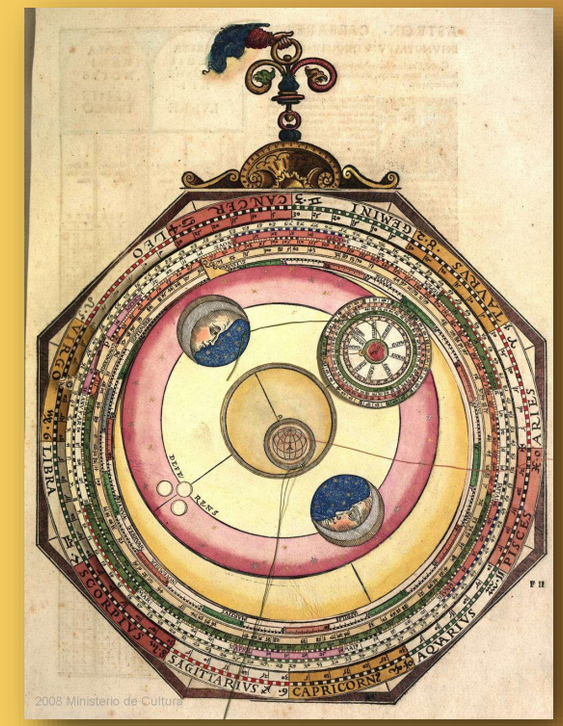
TEXTO COMPLETO

En la exposición se muestra una edición de la *Cosmographia* de 1539, que fue completada con las aportaciones de Regnier Gemma Frisius (1508-1555), astrónomo y matemático neerlandés, famoso por su habilidad en la construcción de instrumentos de medida que ayudaron a la navegación marítima.

La construcción del saber astronómico

Gráficos y libros mecánicos

Pedro Apiano fue nombrado matemático del emperador Carlos V, a quien dedicó en agradecimiento una de las obras que más fama le proporcionó, el *Astronomicum Caesareum* (1540). Esta verdadera obra de arte, notable por el cuidado de su impresión, el valor de sus ilustraciones y los elaborados sistemas de discos móviles de hasta seis niveles, contiene algunas ideas que pueden ser consideradas como novedades científicas, como la propuesta de usar los eclipses de Sol para determinar la longitud y la descripción de cinco cometas (entre ellos el paso del cometa Halley de 1531).



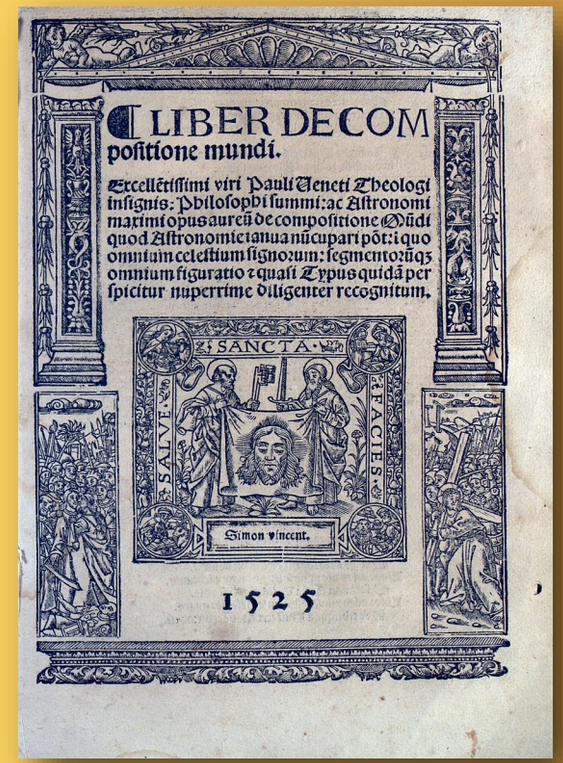
Retrato de Pedro Apiano, del grabador Cornelis Galle. Hacia 1597. Imagen: Rijks Museum (Licencia PDM 1.0)

Ruedas móviles en *Astronomicum Caesareum*, de Pedro Apiano. 1540.

Imagen: Real Instituto y Observatorio de la Armada / Biblioteca Virtual de Defensa (Licencia: CC BY 4.0)

La construcción del saber astronómico

Gráficos y libros mecánicos



El filósofo, teólogo, lógico y metafísico agustino Paolo Veneto (1369-1429) compuso entre aproximadamente 1408 y 1410 el *Liber de compositione mundi*, un breve tratado de astronomía y cosmología que presenta la estructura del cosmos, el zodiaco, las constelaciones y los fenómenos astronómicos. La primera edición se publicó en Venecia en 1476, pero la que más fama alcanzó fue la de Lyon de 1525, aquí expuesta, con cerca de 50 grabados en madera que muestran diagramas celestes, el zodiaco, planetas y constelaciones y, por supuesto, eclipses.

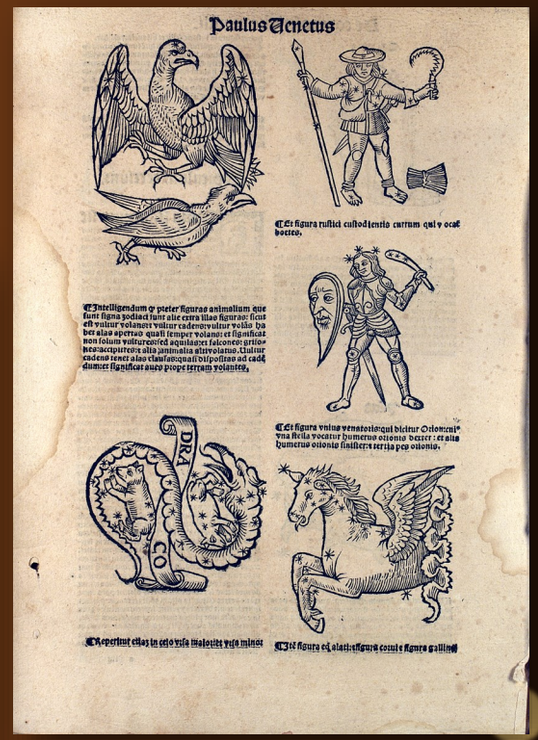
14. Paolo Veneto

Liber de compositione mundi ... Pauli Veneti ... : opus aureu[m] de compositione mu[n]di quod astronomie ianua nu[n]cupari ...

Lugduni : Simon Vincentius : in edibus Antonij du Ry, 1525

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza.

Original expuesto.



La construcción del saber astronómico

Gráficos y libros mecánicos

En el siglo XVI, dos relevantes científicos aragoneses coetáneos realizaron importantes aportaciones a la instrumentación astronómica y matemática, ofreciendo una aplicación práctica del modelo ptolemaico que dieron a conocer gráficamente en sendos libros.

Francisco Martínez Zarzoso, nacido en Cella (Teruel), diseñó un ecuatorio que resolvía la posición de los planetas, el Sol y la Luna. En su obra *In aequatorem planetarum* (1526) describe paso a paso la construcción de esta herramienta, de la que el Museo de Historia de la Ciencia de la Universidad de Oxford conserva un ejemplar en latón en la parte trasera de un astrolabio, datado a finales del siglo XVI y elaborado a partir de las indicaciones de Zarzoso. Simon de Colines imprimió en exclusividad durante un tiempo para la Universidad de París, donde Zarzoso estudiaba, y su producción destaca por su cuidada tipografía, composición de los textos y precisos grabados de carácter científico.

FRANCISCI SARZOSI CELLANI ARAGONEI, IN æquatorem planetarum, libri duo.

Prior, fabricam æquatoris cõplectitur. Posterior, vsum atq; vtilitatem, hoc est veros motus, ac passiones in zodiaci decursu cõtingentes, æquatoris ministerio inuestigare docet.

PARISIIS
Apud Simonem Colinæũ.
1526

Ecuatorio. Finales del siglo XV, Francia
Imagen: Inv. 49847 © History of Science Museum, University of Oxford

Zarzoso, Francisco M.
Francisci Sarzosi Cellani Aragonei In æquatorem planetarum libri duo …
Parisiis : apud Simonem Colinaeu[m]
Imagen: Biblioteca Nacional de Austria (Licencia CC BY-NC 1.0)

Martín Cortés de Albacar, nacido en Bujaraloz (Zaragoza), menciona por vez primera en *Breue compendio de la sphera y de la arte de nauegar,* (1551) el nocturlabio o reloj de las estrellas. Este instrumento permitía conocer la hora nocturna tomando como referencia la Estrella Polar. Su obra alcanzó gran popularidad como tratado de navegación tanto en España como en Inglaterra.

Breue compendio de la sphera y de la arte de nauegar, con nueuos instrumentos y reglas, exemplificado con muy subtiles demonstraciones: compuesto por Martin Cortes natural de burjaloz en el reyno de Aragon y de presente vezino de la ciudad de Cadiz: dirigido al inuictissimo Monarcha Carlo Quinto Rey de las Hespañas etc. Señor Nuestro.

Ad maximum fortissimum inuictissimumq; Carolum Cæsarem huius nominis quintum illephonsus de sanabria episc. Astureñ. disticon.

Cæsareos olim iactabat Roma triumphos.
Definedat maius Carolus imperium.

Cortés Albácar, Martín
Breue compendio de la sphera y de la arte de nauegar, con nueuos instrumentos y reglas, exemplificado con muy subtiles demonstraciones
Seuilla : en casa de Anton Aluarez …, 1551
Imagen: Repositorio documental Gredos. Universidad de Salamanca (Licencia CC BY-NC-ND 4.0)

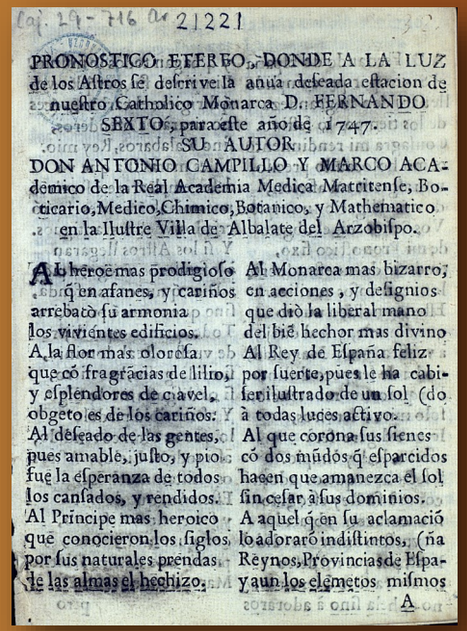
La construcción del saber astronómico

Lunarios y almanaques

Los lunarios y almanaques pueden considerarse un género propio como vehículos de popularización de la ciencia. El asentamiento de la imprenta durante el siglo XVI permitió grandes tiradas y una difusión masiva de estos libritos que supusieron una globalización del saber y de la fortuna.

Comúnmente denominados lunarios, repertorios de los tiempos o pronósticos, estas publicaciones ofrecían nociones básicas de astronomía y del cómputo de tiempo junto con contenidos de la astrología zodiacal. Su formato pequeño y relativamente económico favoreció una amplia circulación entre comerciantes, navegantes, médicos, agricultores y lectores urbanos. Incorporaba información útil para las labores agrícolas como la siembra o la recolección, para las de pesca, la navegación, o la salud, incluyendo la identificación de hierbas con finalidad terapéutica.

Aunque ya conocidos desde el siglo XII, los almanaques o libros de pronósticos tuvieron una amplia repercusión durante los siglos XVII, XVIII y XIX, a modo de folletos de literatura popular. Si bien estos calendarios constituyeron un buen negocio editorial y ayudaban a aumentar los ingresos de autores e imprentas, su carácter efímero es causa de la escasez de los ejemplares conservados. Se vendían en librerías, pero también en puestos ambulantes de ferias y mercados, y algunas veces eran anunciados a viva voz por ciegos y mendigos. Heredero de esta tradición es el *Calendario Zaragozano*, iniciado en 1840 por el aragonés Mariano Castillo y Ocsiero, que todavía puede encontrarse en los quioscos.


PRONOSTICO ETEREO, DONDE A LA LUZ de los Astros se descrive la anua deseada estacion de nuestro Catholico Monarca D. FERNANDO SEXTO, para este año de 1747. SU AUTOR DON ANTONIO CAMPILLO Y MARCO ACAdemico de la Real Academia Medica Matritense, Boticario, Medico, Chimico, Botanico, y Mathematico en la Ilustre Villa de Albalate del Arzobispo.

Al heroe mas prodigioso
q̃ en afanes, y cariños
arrebatò su armonia
los viviẽntes edificios.
A la flor mas olorosa
que cõ fragrãcias de lirio,
y esplendores de clavel,
obgeto es de los cariños:
Al deseado de las gentes,
pues amable, justo, y pio
fue la esperanza de todos
los cansados, y rendidos.
Al Principe mas heroico
que conocieron los siglos
por sus naturales prendas,
de las almas el hechizo.

Al Monarca mas bizarro,
en acciones, y designios
que diò la liberal mano
del biẽ hechor mas divino
Al Rey de España feliz
por suerte, pues le ha cabi-
ser ilustrado de un sol (do
à todas luces activo.
Al que corona sus sienes
cõ dos mũdos q̃ esparcidos
hacen que amanezca el sol
sin cesar à sus dominios.
A aquel q̃ en su aclamaciõ
lo adoraró indistintos, (ña
Reynos, Provincias de Espa-
y aun los elemẽtos mismos
A

15. Campillo y Marco, Antonio

Pronostico etereo, donde a la luz de los Astros se descrive la anua deseada estacion de nuestro Catholico Monarca D. Fernando Sexto para este año de 1747 / su autor Don Antonio Campillo y Marco ...

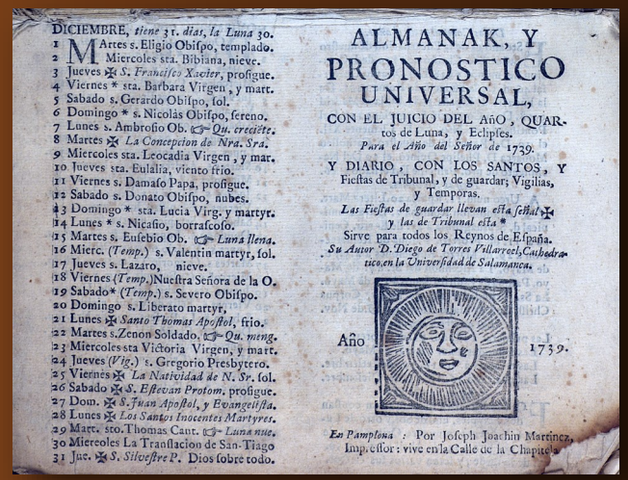
En Zaragoza : En la Imprenta de Francisco Revilla ..., 1746

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza.

Original expuesto.

TEXTO COMPLETO

Según las creencias más sólidamente asentadas en los siglos pasados, el ciclo vital humano estaba claramente condicionado por las posiciones astrales. Solo hay que recordar que monarcas, nobles y gobernadores competían por los servicios de los astrónomos más famosos en su labor de astrólogos. La astrología era un saber legítimo y una ciencia reconocida, que se plasmaba con toda puntualidad en estas publicaciones periódicas de carácter anual, que atravesaban fronteras políticas y lingüísticas.


DICIEMBRE, *tiene 31. dias, la Luna 30.*
1 M Artes s. Eligio Obispo, templado.
2 Miercoles sta. Bibiana, nieve.
3 Jueves ✠ *S. Francisco Xavier*, profigue.
4 Viernes * sta. Barbara Virgen, y mart.
5 Sabado s. Gerardo Obispo, sol.
6 Domingo * s. Nicolàs Obispo, sereno.
7 Lunes s. Ambrosio Ob. ☞ *Qu. crecẽte.*
8 Martes ✠ *La Concepcion de Nra. Sra.*
9 Miercoles sta. Leocadia Virgen, y mar.
10 Jueves sta. Eulalia, viento frio.
11 Viernes s. Damaso Papa, profigue.
12 Sabado s. Donato Obispo, nubes.
13 Domingo * sta. Lucia Virg. y martyr.
14 Lunes * s. Nicasio, borrascoso.
15 Martes s. Eusebio Ob. ☞ *Luna llena.*
16 Miercoles (*Temp.*) s. Valentin martyr, sol.
17 Jueves s. Lazaro, nieve.
18 Viernes (*Temp.*) Nuestra Señora de la O.
19 Sabado * (*Temp.*) s. Severo Obispo.
20 Domingo s. Liberato martyr,
21 Lunes ✠ *Santo Thomas Apostol*, frio.
22 Martes s. Zenon Soldado. ☞ *Qu. menguante.*
23 Miercoles sta Victoria Virgen, y mart.
24 Jueves (*Vig.*) s. Gregorio Presbytero.
25 Viernes ✠ *La Natividad de N. Sr.* sol.
26 Sabado ✠ *S. Estevan Protom.* profigue.
27 Dom. ✠ *S. Juan Apostol, y Evangelista.*
28 Lunes ✠ *Los Santos Inocentes Martyres.*
29 Mart. sto. Thomas Cant. ☞ *Luna nue.*
30 Miercoles La Translacion de San Tiago
31 Jue. ✠ *S. Silvestre P.* Dios sobre todo.

ALMANAK, Y PRONOSTICO UNIVERSAL, CON EL JUICIO DEL AÑO, QUARtos de Luna, y Eclipses. *Para el Año del Señor de 1739.* Y DIARIO, CON LOS SANTOS, Y Fiestas de Tribunal, y de guardar; Vigilias, y Temporas. *Las Fiestas de guardar llevan esta señal* ✠ *y las de Tribunal esta* * Sirve para todos los Reynos de España. *Su Autor D. Diego de Torres Villarroel, Cathedratico en la Universidad de Salamanca.*

Año 1739.

En Pamplona : Por Joseph Joachin Martinez, Impressor: vive en la Calle de la Chapitela.

16. Torres Villarroel, Diego de

Almanak, y pronostico universal, con el juicio del año, quartos de luna, y eclipses. para el año ... 1739 y diario con los santos y fiestas de tribunal y de guardar, vigilias y temporas ... : sirve para todos los Reynos de España / su autor D. Diego de Torres Villarroel …

En Pamplona : Por Joseph Joachin Martinez, 1739

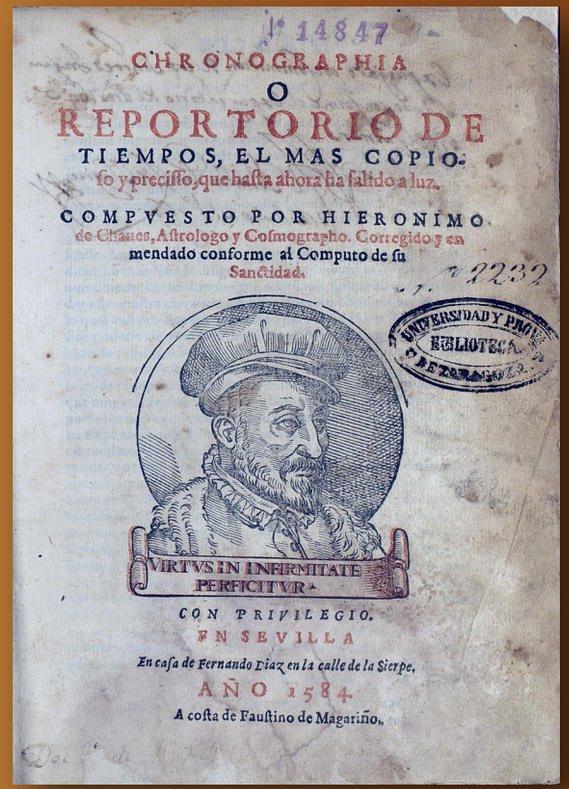
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto: hojas de guarda que refuerzan la encuadernación de un misal del mismo año. Evidencia la naturaleza perecedera de estas publicaciones.

La construcción del saber astronómico

Lunarios y almanaques

Jerónimo de Chaves (1523-1574), erudito español del siglo XVI, poeta, matemático, cosmógrafo, astrólogo, historiador y traductor de obras científicas, fue el primer catedrático cosmógrafo de la Casa de Contratación de Sevilla, en 1552. Su primera obra publicada seguía la estela del saber astronómico medieval, mejorado y rectificado por los continuadores de la *Esfera* de Sacro Bosco. Fue también autor del primer mapa impreso de La Florida en 1570, que sirvió de base al elaborado por Ortelius en su internacionalmente divulgado *Theatrum Orbis Terrarum* ese mismo año. Pero sería la *Chronographia o Reportorio de los tiempos* su obra de mayor difusión.

Se divide en cuatro partes. La primera trata del tiempo y sus divisiones, mientras que la segunda presenta el universo ptolemaico y los argumentos habituales sobre la inmovilidad de la tierra. La tercera está dedicada al cálculo del año eclesiástico e incluye la explicación de los eclipses, el listado de los visibles desde Sevilla entre 1560 y 1600 e instrucciones sobre cómo construir un sistema de visualización para poder disfrutar del eclipse de Sol. La cuarta parte trata sobre la astrología y su influencia en la medicina.


CHRONOGRAPHIA
O
REPORTORIO DE
TIEMPOS, EL MAS COPIO-
so y precisso, que hasta ahora ha salido a luz.
COMPVESTO POR HIERONIMO
de Chaues, Astrologo y Cosmographo. Corregido y en
mendado conforme al Computo de su
Sanctidad.
VIRTVS IN INFIRMITATE
PERFICITVR.
CON PRIVILEGIO.
EN SEVILLA
En casa de Fernando Diaz en la calle de la Sierpe.
AÑO 1584.
A costa de Faustino de Magariño.

17. Chaves, Jerónimo

Chronographia o Reportorio de tiempos,... / compuesto por Hieronimo de Chaues ...

En Sevilla : en casa de Fernando Diaz ... :

a costa de Faustino de Magariño, 1584

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza.

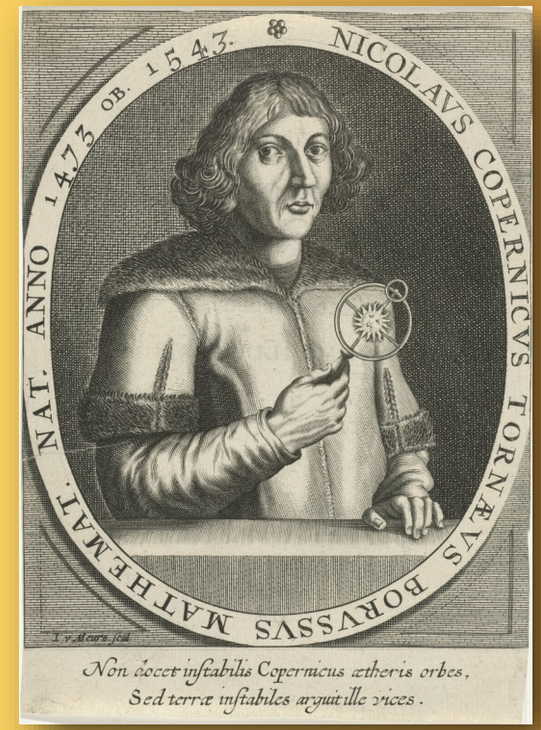
Original expuesto.

TEXTO COMPLETO

TRACTADO
FIGVRA DEL ECLIPSE
Solar.

La construcción del saber astronómico

Copérnico: la revolución cosmológica

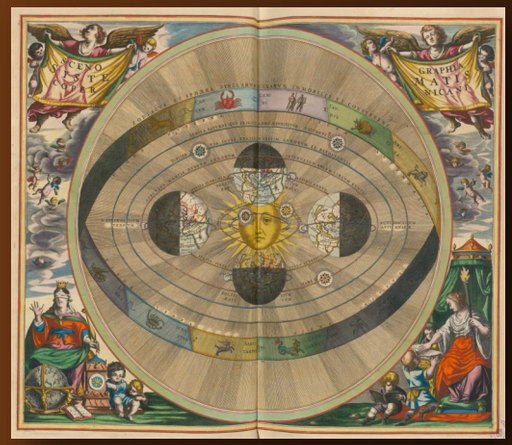


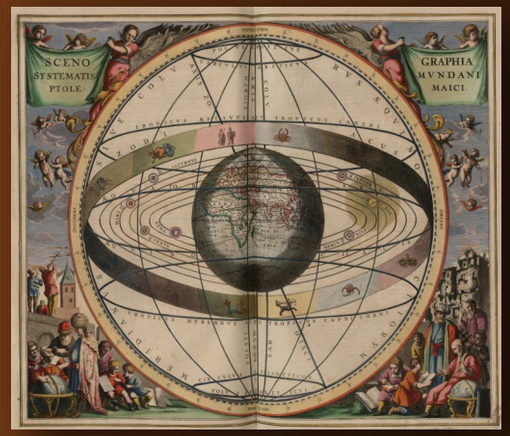
Retrato de Copérnico. Grabado de Jacob van Meurs. 1655. Imagen: Rijks Museum (Licencia PDM 1.0)

El cambio de mentalidad de la Edad Media hacia la Edad Moderna en la cultura occidental alcanzó su máxima expresión en el ámbito científico con la publicación de *De revolutionibus orbium coelestium* en 1543, el mismo año en que murió su autor, Nicolás Copérnico. El pensamiento y el método científico se convertían en las herramientas esenciales para interpretar la realidad, en particular la naturaleza, sin estar sujeto al principio de autoridad. Copérnico elaboró su teoría heliocéntrica durante décadas de estudio, partiendo de la propuesta del griego Aristarco de Samos (c. 310 - c. 230 a.n.e.), que siglos atrás había propuesto un sistema heliocéntrico.

Copérnico enunció su modelo tras haber estudiado concienzudamente el Almagesto de Ptolomeo, cuyas teorías corrigió y rebatió. *De revolutionibus* contiene una elaborada teoría matemática donde las observaciones astronómicas le permiten derivar los parámetros físicos para ajustar su modelo y predecir las posiciones futuras de estrellas y planetas. El libro cuarto está dedicado íntegramente al estudio de la Luna y los eclipses. Explica los nodos lunares (los puntos donde la órbita de la Luna se cruza con la de la Tierra) y detalla que es en la vecindad de estos nodos donde ocurren los eclipses de Sol y Luna. Además, menciona la observación del eclipse (u ocultación) de la estrella Aldebarán por la Luna el 9 de marzo de 1487, realizada en compañía de su mentor, el astrónomo Domenico Maria Novara (1454-1504), que ya había criticado previamente el sistema ptolemaico. Esto sirvió a Copérnico para cuestionar y refutar las distancias y dimensiones del modelo de Ptolomeo.

La llegada de las teorías copernicanas a España fue lenta y parcial. En los siglos XVI y XVII se produjo un debate sobre el heliocentrismo y su compatibilidad con las doctrinas de la Iglesia.



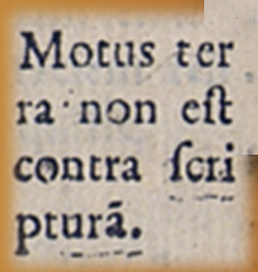


Mapas de Copérnico (arriba) y de Ptolomeo (abajo), en *Harmonia macrocosmica*, de Andreas Cellarius. 1661. Imagen: Biblioteca Nacional de España (Licencia: CC BY 4.0)

La construcción del saber astronómico

Copérnico: la revolución cosmológica

Copérnico nunca trató de polemizar con el estamento eclesiástico, y muchos autores creyeron firmemente que la defensa de estos nuevos postulados no entraba en conflicto con la fe. Entre ellos, el teólogo agustino Diego de Zúñiga (1536-1598), quien declaró en la obra *In Iob Commentaria* (1584) que el movimiento de la Tierra no contradecía las Sagradas Escrituras, con la sentencia *Motus terra non est contra Scripturam* basada en el pasaje bíblico 9:6 de Job que afirma: "Él mueve la tierra de su lugar, y sus columnas tiemblan". Aunque inicialmente la Iglesia toleró las nuevas teorías, finalmente Zúñiga y Copérnico fueron incluidos en el *Índice de Libros Prohibidos* del 5 de marzo de 1616, pues su pensamiento no se ajustaba a la cosmovisión cristiana. El ejemplar expuesto muestra tachados los párrafos alusivos expurgados.



18. Zúñiga, Diego de

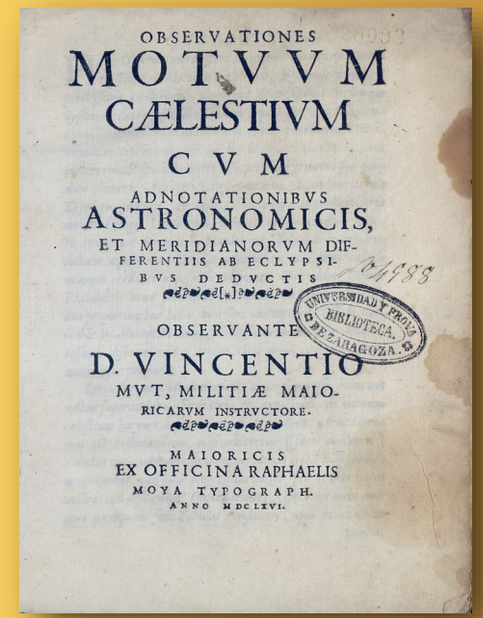
Didaci a Stunica Salmanticensis eremitae Augustiniani In Iob commentaria : quibus triplex eius editio vulgata Latina, Hebraea, & Graeca septuaginta interpretum, nec non & Chaldaea explicantur ...

Toleti : excudebat Ioannes Rodericus suis expensis, 1584

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

La construcción del saber astronómico

Vicente Mut (1614-1687), astrónomo, historiador, ingeniero y militar español, fue una figura del pensamiento barroco. Formaba parte del grupo de los novatores, intelectuales que abogaban por una renovación del conocimiento científico de España a finales del XVII y comienzos del XVIII. Defendían la observación, la experimentación y las matemáticas frente a la tradición escolástica. Sus *Obseruationes motuum caelestium* (1666) reúnen más de veinte años de observaciones astronómicas, incluidos eclipses lunares y solares, mencionando explícitamente al Padre Zaragoza, otro de los grandes nombres de la ciencia barroca.


OBSERVATIONES
MOTVVM
CÆLESTIVM
CVM
ADNOTATIONIBVS
ASTRONOMICIS,
ET MERIDIANORVM DIFFERENTIIS AB ECLYPSIBVS DEDVCTIS
OBSERVANTE
D. VINCENTIO
MVT, MILITIÆ MAIORICARVM INSTRVCTORE.
MAIORICIS
EX OFFICINA RAPHAELIS
MOYA TYPOGRAPH.
ANNO MDCLXVI.

19. Mut, Vicente

Obseruationes motuum caelestium cum adnotationibus astronomicis, et meridianorum differentiis ab eclypsibus deductis / observante D. Vicentio Mut ...

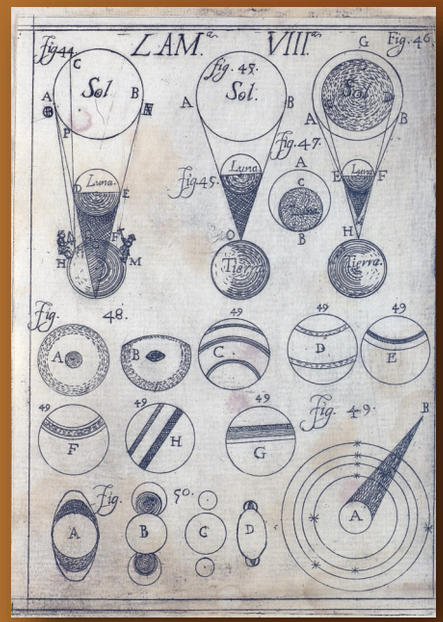
Maioricis : Ex officina Raphaelis Moya typograph., 1666

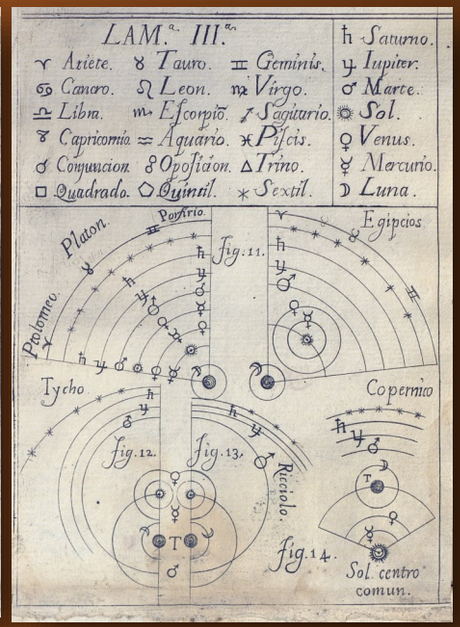
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

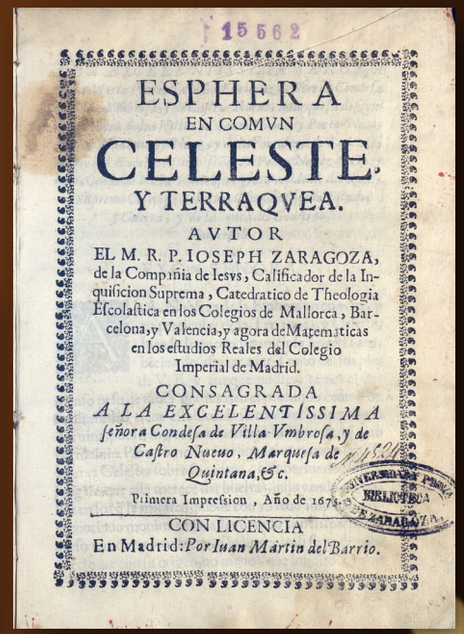
TEXTO COMPLETO

Copérnico: la revolución cosmológica

José Zaragoza y Vilanova (1627-1679) fue un matemático y astrónomo jesuita, conocedor de las obras de Copérnico, Kepler, Galileo y Tycho Brahe, los cuales cita en su *Esphera en comun celeste y terraquea* de 1675. Consideró el copernicanismo como una "hipótesis matemática" útil para el cálculo astronómico. La proposición XXV de esta obra está dedicada a los eclipses de Sol y luna.






ESPHERA
EN COMVN
CELESTE,
Y TERRAQVEA.
AVTOR
EL M. R. P. IOSEPH ZARAGOZA, de la Compañia de Iesvs, Calificador de la Inquisicion Suprema, Catedratico de Theologia Escolastica en los Colegios de Mallorca, Barcelona, y Valencia, y agora de Matematicas en los estudios Reales del Colegio Imperial de Madrid.
CONSAGRADA
A LA EXCELENTISSIMA señora Condesa de Villa Vmbrosa, y de Castro Nueuo, Marquesa de Quintana, &c.
Primera Impression, Año de 1675.
CON LICENCIA
En Madrid: Por Iuan Martin del Barrio.

20. Zaragoza, José de

Esphera en comun celeste y terraquea / autor ... Ioseph Zaragoza, de la Compañia de Iesus

En Madrid : por Iuan Martin del Barrio, 1675

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

La construcción del saber astronómico

Newton y d'Alembert: orden en el universo

La publicación de los *Philosophiae naturalis principia mathematica* de Isaac Newton (1643-1727) en 1687 supuso un cambio radical en la astronomía. Mientras que los autores anteriores como Copérnico o Kepler se limitaban a describir la trayectoria de los cuerpos celestes, Newton fue el primero en ofrecer explicación matemática y unificada del movimiento de los cuerpos tanto terrestres como celestes: la fuerza de la gravedad.

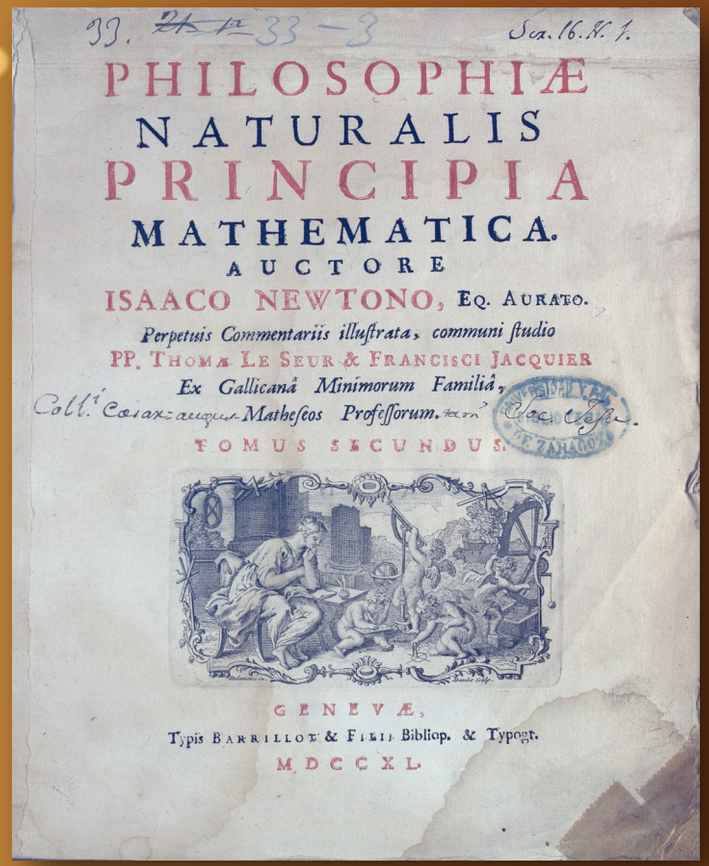
Las mismas leyes físicas rigiendo todo el universo, desde las órbitas de los planetas, lunas y cometas a las mareas o la caída de los objetos. En el "Sistema del mundo" (libro III de sus *Principia*) Newton incorpora los eclipses, sobre todo los lunares, para comprobar la precisión de la mecánica celeste y validar sus cálculos orbitales.

21. Newton, Isaac

Philosophiae naturalis principia mathematica / auctore Isaaco Newtono ... ; commentariis illustrata, communi studio PP. Thomae Le Seur & Francisci Jacquier ... ; tomus secundus

Genevae : Typis Barrillot & Filii bibliop. & typogr., 1740

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.


PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.
AUCTORE
ISAACO NEWTONO, EQ. AURATO.
Perpetuis Commentariis illustrata, communi studio
PP. THOMÆ LE SEUR & FRANCISCI JACQUIER
Ex Gallicanâ Minimorum Familiâ,
Matheseos Professorum.
TOMUS SECUNDUS.
GENEVÆ,
Typis BARRILLOT & FILII Bibliop. & Typogr.
MDCCXL.

Utilizando las leyes de gravedad y de movimiento de Newton, el astrónomo londinense Edmund Halley (1656-1742) logró predecir con gran precisión y éxito la trayectoria y el horario exacto del eclipse solar que tendría lugar el 3 de mayo de 1715. La banda de totalidad que cruzó gran parte de Inglaterra dejó a Londres muy cerca del centro de la trayectoria. El cielo se oscureció durante unos minutos y se observaron estrellas y planetas no visibles durante el día. Fue conocido como "el eclipse de Halley".

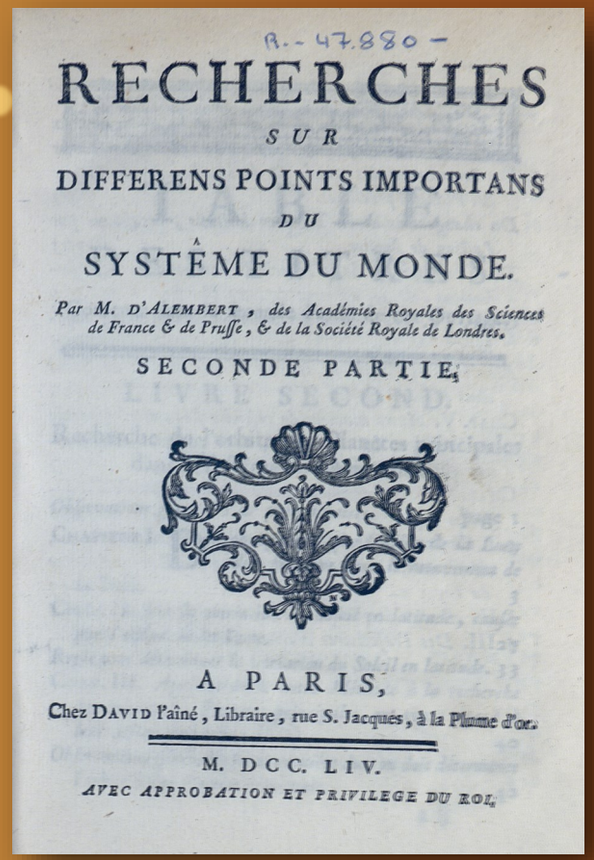
Anteriormente, en 1691, Halley había redescubierto, gracias a las leyes newtonianas, el denominado ciclo de Saros. Este es un periodo de tiempo de 223 lunas (o mes sinódico), lo que equivale a 18 años, 11 días y 8 horas aproximadamente, tras el cual la Luna, la Tierra y el Sol regresan aproximadamente a la misma posición, y los eclipses pueden repetirse. Por ejemplo, el eclipse del 12 de agosto de 2026 pertenece al ciclo de Saros 126, al igual que el del 28 de mayo de 1900.

La construcción del saber astronómico

Newton y d'Alembert: orden en el universo

Recherches sur différens points importants du systême du monde (1754–1756) de Jean le Rond d'Alembert (1717-1783) es una obra clave dentro del desarrollo de la mecánica teórica del siglo XVIII. En esencia, este conjunto de trabajos forma parte del esfuerzo de d'Alembert por consolidar una física matemática rigurosa para explicar el movimiento de los cuerpos celestes y los sistemas mecánicos. Aunque la mecánica newtoniana ya estaba establecida, todavía había problemas importantes en su formulación y en su aplicación a sistemas complejos (como sistemas con múltiples cuerpos o problemas de dinámica más general).

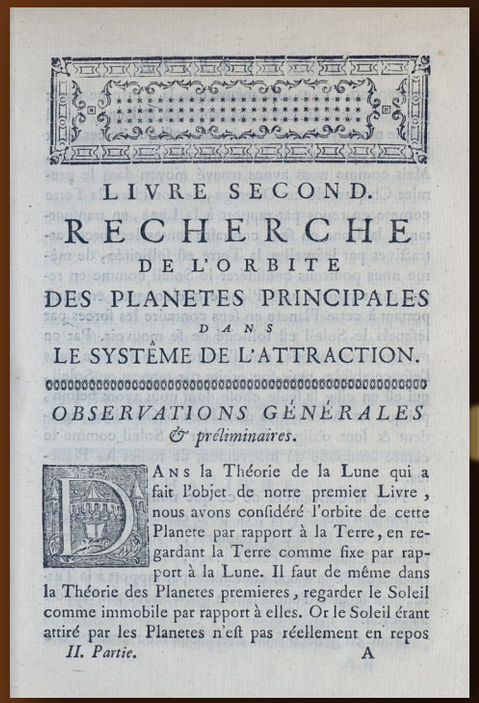
D'Alembert desarrolló ecuaciones más finas para la órbita lunar, incorporando perturbaciones gravitatorias (principalmente del Sol) que alteran la velocidad lunar y afectan a la línea de nodos. Esto es clave, ya que los eclipses de Sol y Luna dependen de la posición exacta de la Luna. Mejorar el conocimiento de la órbita lunar significa mejorar la predicción de los eclipses. Estos volvían a servir como dato observacional crítico: si el modelo fallaba en los eclipses, fallaba la teoría orbital.


R.- 47.880 –

RECHERCHES
SUR
DIFFERENS POINTS IMPORTANS
DU
SYSTÊME DU MONDE.
Par M. D'ALEMBERT, des Académies Royales des Sciences de France & de Prusse, & de la Société Royale de Londres.
SECONDE PARTIE.

A PARIS,
Chez DAVID l'aîné, Libraire, rue S. Jacques, à la Plume d'or.
M. DCC. LIV.
AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROI.

Este estudio consolida al autor, uno de los principales pensadores de la Ilustración francesa y coeditor junto con Diderot de la famosa *Encyclopédie*, como una figura central en la astronomía del siglo XVIII.


LIVRE SECOND.
RECHERCHE
DE L'ORBITE
DES PLANETES PRINCIPALES
DANS
LE SYSTÊME DE L'ATTRACTION.
OBSERVATIONS GÉNÉRALES
& préliminaires.

DANS la Théorie de la Lune qui a fait l'objet de notre premier Livre, nous avons considéré l'orbite de cette Planete par rapport à la Terre, en regardant la Terre comme fixe par rapport à la Lune. Il faut de même dans la Théorie des Planetes premieres, regarder le Soleil comme immobile par rapport à elles. Or le Soleil étant attiré par les Planetes n'est pas réellement en repos

II. Partie. A

22. Alembert, Jean Le Rond d'
Recherches sur differens points importans du systême du monde / par M. D'Alembert ; seconde partie
A Paris : chez David l'aine ..., 1754 (de l'imprimerie d'Antoine Boudet ...)
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

Expediciones y eclipses

Durante el reinado de los primeros Borbones, surgió en España un clamor en las élites intelectuales que reclamaba una cultura científica y técnica nacional. Fueron grupos diversos, entre ellos los novatores o las Sociedades Económicas de Amigos del País, quienes la impulsaron.

En este siglo XVIII, España participó en una de las expediciones científicas más relevantes de la historia: la medición del meridiano terrestre (1735-1744), organizada por la Académie des Sciences de París. Los tenientes de navío Jorge Juan (1713-1773) y Antonio de Ulloa (1716-1795) se unieron a los franceses dirigidos por Louis Godin y Charles-Marie de La Condamine, cuyo principal objetivo era medir el grado del meridiano terrestre en la línea del ecuador. Este cálculo serviría para determinar la forma exacta de la Tierra, que se debatía entre dos postulados: un planeta achatado por los polos, u oblato, propuesto por la corriente inglesa de Newton y Huygens o, por el contrario, alargado por los polos o prolato, defendido por la escuela de París de Cassini.

RELACION HISTORICA
DEL VIAGE
A LA AMERICA MERIDIONAL
HECHO
DE ORDEN DE S. MAG.
PARA MEDIR ALGUNOS GRADOS DE MERIDIANO Terrestre, y venir por ellos en conocimiento de la verdadera Figura, y Magnitud de la Tierra, con otras varias Observaciones Astronomicas, y Phisicas:
Por DON JORGE JUAN, Comendador de Aliaga, en el Orden de San Juan, Socio correspondiente de la Real Academia de las Ciencias de Paris, y DON ANTONIO DE ULLOA, de la Real Sociedad de Londres: ambos Capitanes de Fragata de la Real Armada.
PRIMERA PARTE, TOMO PRIMERO.
IMPRESSA DE ORDEN DEL REY NUESTRO SEÑOR
EN MADRID
Por ANTONIO MARIN, Año de M.DCC.XLVIII.

23. Juan, Jorge

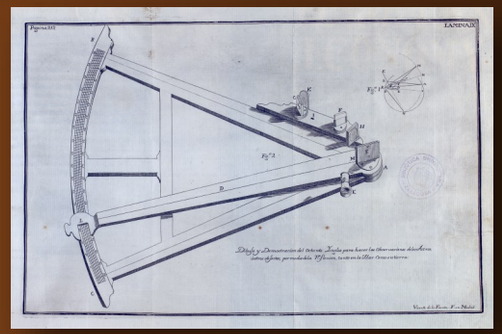
Relacion historica del viage a la America Meridional hecho … para medir algunos grados de meridiano terrestre … / por D. Jorge Juan ... y D. Antonio de Ulloa; Primera parte, Tomo primero

En Madrid : por Antonio Marin, 1748

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

A su vuelta, en 1748, Jorge Juan y Antonio de Ulloa publicaron de forma simultánea dos grandes textos: *la Relacion historica del viage a la America meridional* (de contenido narrativo, social y geográfico) y las *Observaciones astronomicas y phisicas hechas de orden de S. Mag. en los reynos del Perú* (dedicado estrictamente a la ciencia). Ambos libros recogen observaciones de eclipses.

En el primero se comentan las reacciones, supersticiones o terror que provocaban estos fenómenos astronómicos entre las poblaciones locales de la Sudamérica colonial. También se señala cómo las densas y perpetuas nieblas en la cordillera de los Andes arruinaban constantemente los intentos por observar eclipses lunares o los eclipses de las lunas de Júpiter.

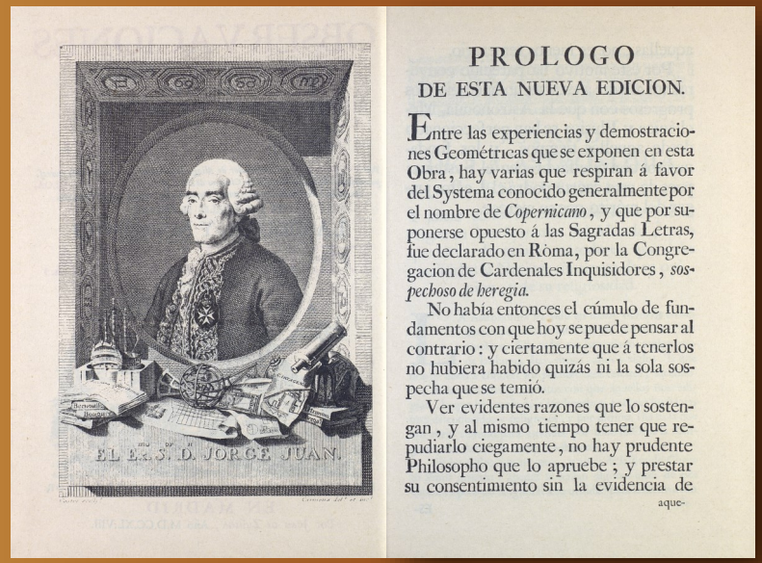


La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

Expediciones y eclipses

El libro III de *Observaciones astronomicas y phisicas* contiene capítulos enteros dedicados formalmente a las observaciones de los eclipses de luna. Estos fenómenos se registraban minuciosamente, ya que observar el momento exacto de un eclipse en América y contrastarlo con la hora a la que ocurría en Europa servía para calcular con precisión absoluta la longitud geográfica (distancia este-oeste) de las nuevas tierras. El interés de Jorge Juan y Antonio de Ulloa por la astronomía, y en particular por los eclipses, continuó tras este viaje. A propuesta de Jorge Juan se crearon los observatorios astronómicos de San Fernando en Cádiz, en 1753, y el Real Observatorio Astronómico de Madrid, en 1790.

En 1778, durante una travesía marítima, Ulloa observó un eclipse total de sol desde el barco que capitaneaba. Aunque el instrumental era limitado, dejó uno de los primeros registros de la corona solar y de un punto luminoso sobre la Luna, conocido hoy como el "efecto Ulloa", en *El eclipse de Sol con el anillo refractorio de sus rayos: la luz de este astro, vista a través del cuerpo de la Luna, ó antorcha solar en su disco* (1779).



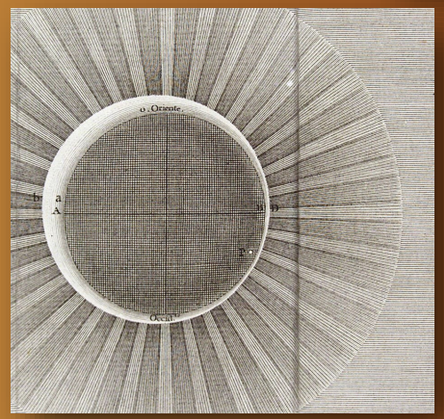
24. Juan, Jorge

Observaciones astronómicas y físicas hechas en los reinos del Perú / Jorge Juan, Antonio de Ulloa ; introducción y edición de José P. Merino Navarro y Miguel M. Rodríguez San Vicente

Madrid : Fundación Universitaria Española, 1978

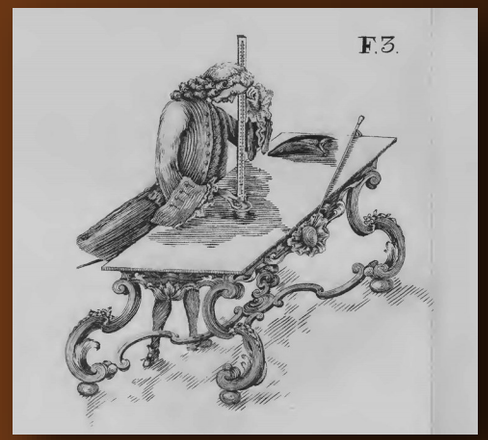
Reprod. facs. de la ed. de: Madrid : por Juan de Zuñiga, 1748

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.



Punto P luminoso sobre la Luna, en *El eclipse de sol con el anillo refractorio de sus rayos: la luz de este astro vista a través del cuerpo de la luna*, de Antonio de Ulloa. 1779.

Imagen: Maresía: Prensa digitalizada y Patrimonio documental de la ULL (Licencia: CC BY-SA 4.0)



La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

Fotografiando el eclipse

La invención de la fotografía en el segundo cuarto del siglo XIX tuvo un impacto extraordinario en el desarrollo de la astronomía. La primera toma fotográfica permanente que se conserva: *Vista desde la ventana en Le Gras*, se debe al ingeniero e inventor francés Joseph Nicéphore Niepce, quien la tomó con cámara oscura tras más de ocho horas de exposición desde su finca Le Gras, en 1826. Su colaborador Louis Daguerre presentó en 1839 el daguerrotipo, considerado el primer sistema fotográfico comercial.

Tres años más tarde, el 8 de julio de 1842, el físico, astrónomo y daguerrotipista milanés Gian Alessandro Majocchi realizó los primeros intentos de fotografiar un eclipse. Según testimonios de la época, logró obtener imágenes de algunas de sus fases, pero no consiguió registrar la totalidad ni la corona solar. Ninguna de las placas originales se conserva.
Este eclipse fue plasmado en las obras pictóricas de Ippolito Caffi, *Eclipse solar en Venecia,* y de Johann Christian Schoeller, *Eclipse solar, 8 de julio 1842,* en Viena.

En la *Gaceta de Madrid* (convertida más tarde en el actual *Boletín Oficial del Estado*) se publicó el 15 de julio una crónica del eclipse firmada por el director del Observatorio de Madrid, Jerónimo del Campo.

Eclipse solar, 8 de julio 1842. Acuarela de Johann Christian Schoeller. 1842.
Imagen: Wien Museum (Licencia: CC0)

SALE TODOS LOS DIAS.

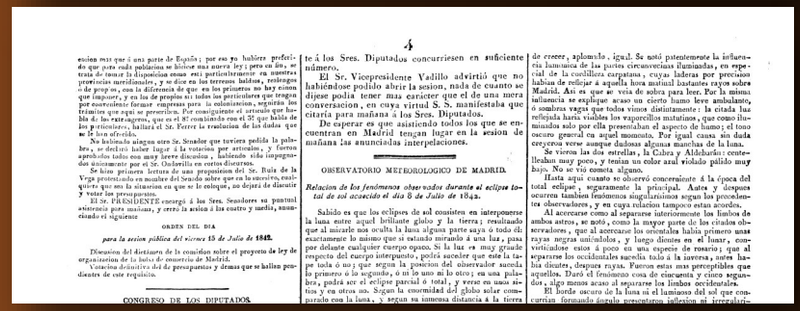
Se suscribe en Madrid en el despacho de la Imprenta Nacional, y en las provincias en todas las Administraciones de Correos.

PRECIOS DE SUSCRIPCION.

MADRID: 200, un año: 150, medio: 65, tres meses: 22, un mes: EN LAS PROVINCIAS respectivamente, 360—180—90. CANARIAS Y BALEARES, 400—200—100. INDIAS, 440—220—110.

GACETA DE MADRID.

N.º 2835. VIERNES 15 DE JULIO DE 1842. DIEZ CUARTOS.



4

sesion mas que á una parte de España; por eso no habiéndose preferido que pues cada poblacion se hiciese una nueva ley; pero en fin, se trata de tomar la disposicion como está particularmente en nuestras provincias meridionales, y se dice en los terrenos baldíos, realengos o de propios, con la diferencia de que en los primeros no hay colonos que imponer, y en los de propios si todos los particulares que tengan por conveniente formar empresas para la colonizacion, seguirán los trámites que aquí se prescriben. Por consiguiente el artículo que habla de los extranjeros, que en el 87 combinado con el 92 que habla de los prisioneros, hallará el Sr. Ferrer la resolucion de las dudas que se le han ofrecido.

No habiendo ningun otro Sr. Senador que tuviera pedida la palabra, se declaró haber lugar á la votacion por artículos, y fueron aprobados todos con muy breve discusion, habiendo sido impugnados únicamente por el Sr. Ondovilla en cortos discursos.

Se hizo primera lectura de una proposicion del Sr. Ruiz de la Vega proponiendo en nombre del Senado sobre que en la sesion, cualquiera que sea la situacion en que se le coloque, no dejará de discutir y votar los presupuestos.

El Sr. PRESIDENTE encargó á los Sres. Senadores su puntual asistencia para mañana, y levantó la sesion á las cuatro y media, anunciando el siguiente

ORDEN DEL DIA

para la sesion pública del viernes 15 de Julio de 1842.

Discusion del dictámen de la comision sobre el proyecto de ley de organizacion de la bolsa de comercio de Madrid.

Votacion definitiva del de presupuestos y demas que se hallan pendientes de este requisito.

CONGRESO DE LOS DIPUTADOS.

te á los Sres. Diputados concurriesen en suficiente número.

El Sr. Vicepresidente Yadillo advirtió que no habiéndose podido abrir la sesion, nada de cuanto se dijese podia tener mas carácter que el de una mera conversacion, en cuya virtud S. S. manifestaba que citaria para mañana á los Sres. Diputados.

De esperar es que asistiendo todos los que se encuentran en Madrid tengan lugar en la sesion de mañana las anunciadas interpelaciones.

OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE MADRID.

Relacion de los fenómenos observados durante el eclipse total de sol acaecido el dia 8 de Julio de 1842.

Sabido es que los eclipses de sol consisten en interponerse la luna entre aquel brillante globo y la tierra; resultando que al mirarle nos oculta la luna alguna parte suya ó todo él, exactamente lo mismo que si estando mirando á una luz, pasa por delante cualquier cuerpo opaco. Si la luz es muy grande respecto del cuerpo interpuesto, podrá suceder que este la tape toda ó no; que segun la posicion del observador suceda lo primero ó lo segundo, ó no lo uno ni lo otro; en una palabra, podrá ser el eclipse parcial ó total, y verse en unos sitios y en otros no. Segun la enormidad del globo solar comparado con la luna, y segun su inmensa distancia á la tierra de crecer, aplomada, igual. Se notó patentemente la influencia lumínica de las partes circunvecinas iluminadas, en especial de la cordillera carpatana, cuyas laderas por precision habian de reflejar á aquella hora matinal lozanísimos rayos sobre Madrid. Así es que se veia de sobra para leer. Por la misma influencia se explique acaso un cierto humo leve ambulante, ó sombras vagas que todos vimos distintamente: la citada luz reflejada haria visibles los vaporcillos matutinos, que como iluminados solo por ella presentaban el aspecto de humo; el tono oscuro general en aquel momento. Por igual causa sin duda creyeron verse aunque dudosas algunas manchas de la luna.

Se vieron las dos estrellas, la Cabra y Aldebaran: centellearon muy poco, y tenian un color azul violado pálido muy bajo. No se vió cometa alguno.

Hasta aquí cuanto se observó concerniente á la época del total eclipse, seguramente la principal. Antes y despues ocurrieron tambien fenómenos singularísimos segun los procedentes observadores, y en cuya relacion tampoco estan acordes.

Al acercarse como al separarse interiormente los limbos de ambos astros, se notó, como la mayor parte de los citados observadores, que al acercarse los orientales habia primero unas rayas negras unicuidos, y luego dimos en el lunar, convirtiéndose estos á poco en una especie de rosario; que al separarse los occidentales sucedia todo á la inversa, notes hasta dientes, despues rayas. Fueron estas mas perceptibles que aquellos. Duró el fenómeno cosa de cincuenta y cinco segundos, algo menos acaso al separarse los limbos occidentales.

El borde oscuro de la luna ni el luminoso del sol que concurrian formando ángulo presentaron inflexion ni irregularidad

25. Campo, Jerónimo del

Relacion de los fenómenos observados durante el eclipse total de sol acaecido el día 8 de Julio de 1842

En: *Gaceta de Madrid*, n. 2835 (15 jul. 1842)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza.

Reproducción expuesta.

La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

Fotografiando el eclipse

La primera fotografía de un eclipse durante la fase total se realizó el 28 de julio de 1851. Este hito fue conseguido por Julius Berkowski, experto daguerrotipista, tomada desde el Observatorio Real de Königsberg, con 84 segundos de exposición. La placa de esta histórica imagen, obtenida con un pequeño telescopio refractor de 6 cm, se conserva en el archivo del Observatorio de la Universidad de Jena.

Las pinturas *Eclipse solar en Feodosia* del pintor ruso Ivan Aïvazovskïi y *El eclipse solar total de 1851* del sueco Bengt Nordenberg recogen otros acercamientos a este fenómeno.

26. Berkowski, Julius

Daguerrotipo del eclipse solar del 28 de julio 1851.

Imagen: Friedrich-Schiller-Universität: Historische Sammlungen zur Naturwissenschaft / Jan Peter Kasper (Licencia CC BY-NC-SA)

Reproducción expuesta.

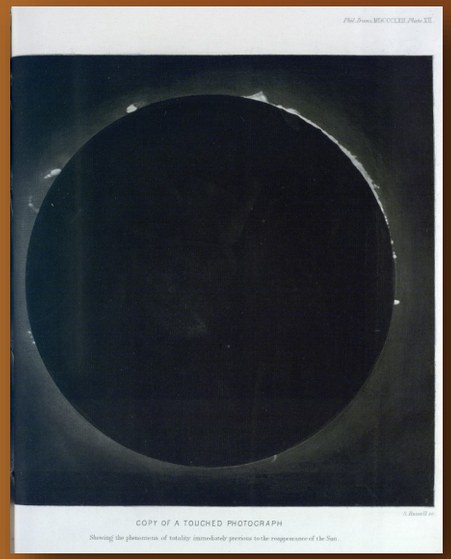
La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

Fotografiando el eclipse

El eclipse total de sol del 18 de julio de 1860 convirtió a nuestro país en destino de varias expediciones científicas, al ser el único de Europa donde fue visible. Angelo Secchi, director del Observatorio del Collegio Romano, eligió el Desierto de las Palmas (Castellón) como su lugar de observación, mientras que el equipo ruso llegó hasta Pobes (Álava) y el alto de Santa Lucía, en Vitoria.

La expedición extranjera más numerosa fue la británica, formada por más de 60 personas y dirigida por el astrónomo y matemático Sir George Biddell Airy, director del Observatorio de Greenwich. Se conoció como la "Expedición Himalaya", nombre del buque que los trajo desde Plymouth a Bilbao. El grupo se instaló en Rivabellosa, cerca de Miranda de Ebro. Las fotografías tomadas por el astrónomo Warren de La Rue confirmaron el origen solar de las protuberancias visibles alrededor del Sol. Para ello, diseñó el fotoheliógrafo, un telescopio fabricado por el óptico londinense Andrew Ross, pensado para tomar 40 fotografías durante los 3'y 15''que duró la fase total.

Warren de La Rue plasmó los resultados de la observación en el artículo "On the total solar eclipse of July 18th, 1860, observed at Rivabellosa, near Miranda de Ebro in Spain", publicado en el volumen 152 de la revista *Philosophical Transactions*, en 1862. La relevancia de esta investigación le valió el reconocimiento de la Royal Society, que la seleccionó como "Bakerian Lecture", su conferencia anual más distinguida.

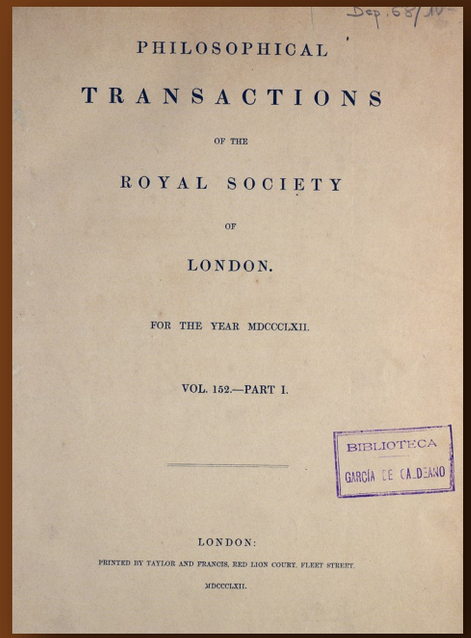


27. La Rue, Warren de

The Bakerian Lecture.—On the Total Solar Eclipse of July 18th, 1860, observed at Rivabellosa, near Miranda de Ebro, in Spain

En: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, vol. 152, part I (1862)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.


PHILOSOPHICAL
TRANSACTIONS
OF THE
ROYAL SOCIETY
OF
LONDON.
FOR THE YEAR MDCCCLXII.
VOL. 152.—PART I.
LONDON:
PRINTED BY TAYLOR AND FRANCIS, RED LION COURT, FLEET STREET.
MDCCCLXII.

BIBLIOTECA GARCÍA DE CALDERÓN

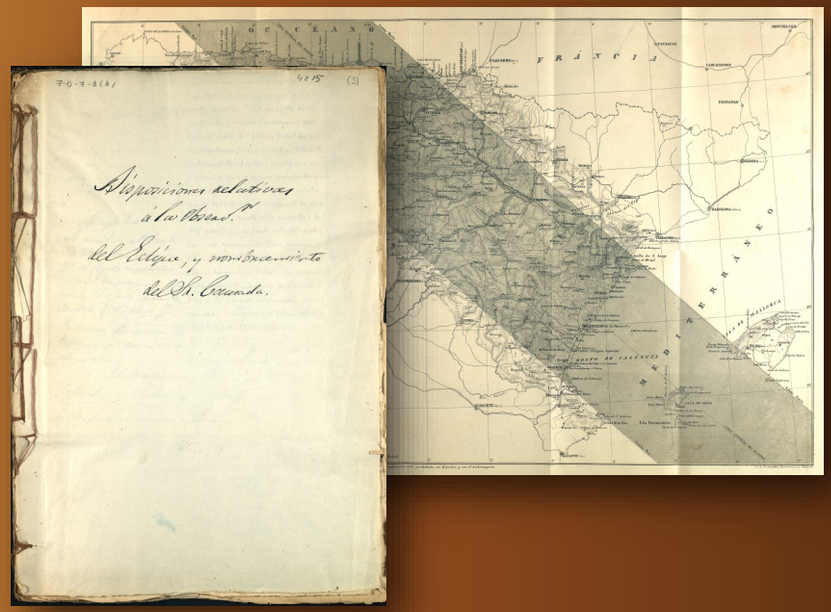
La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

El eclipse de 1860 en el Moncayo

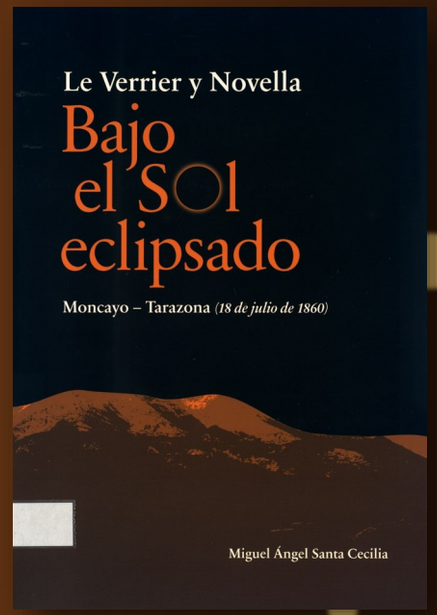
Para facilitar la llegada de las expediciones extranjeras, así como el trabajo de las propias en la observación del eclipse del 18 de julio de 1860, el Ministerio de Fomento dictó varias instrucciones públicas. Quedó exento de pago en aduanas el instrumental científico necesario para el evento; se requirió a gobernadores y autoridades locales que prestasen auxilio en las tareas necesarias; y se pidió a los rectores de las universidades de Barcelona, Valencia, Zaragoza, Valladolid y Oviedo que comisionasen a un catedrático para acompañar a las delegaciones.

La principal expedición española estaba dirigida por el astrónomo del Observatorio de Madrid, Eduardo Novella Contreras (1818-1865), quien eligió el monte Moncayo para la observación. Esta decisión estuvo motivada por su gran altitud, su posición estratégica en el centro de la franja de totalidad y su previsible cielo despejado, lo que garantizaba una visión nítida y libre de nubes. El catedrático de Física Valero Causada y Labastida (1819-1862), director del primer Observatorio Astronómico y Meteorológico de Zaragoza, fue el elegido para acompañar a Novella. A ellos se unió, entre otros, una notable representación francesa encabezada por Urbain Le Verrier (director del Observatorio de Paris), el físico Léon Foucault y la astrónoma Émilie Gautier, una de las pocas mujeres dedicadas profesionalmente a la astronomía en el siglo XIX.

Pese al estudio meteorológico previo, la zona sufrió intensas tormentas eléctricas en los días anteriores, y el mismo día del eclipse apareció, además, una capa de nubes altas, lo que obligó a trasladar los instrumentos portátiles a otro lugar. Afortunadamente, las condiciones de observación fueron favorables en general, considerándose un éxito.



28. ***Disposiciones relativas a la observación del eclipse y nombramiento del Sr. Causada***
1860-1862.
Archivo de la Universidad de Zaragoza.
Original expuesto.



29. Santa Cecilia, Miguel Ángel
Bajo el sol eclipsado : Le Verrier y Novella : Moncayo - Tarazona (18 de julio de 1860) / Miguel Ángel Santa Cecilia
[Tarazona (Zaragoza)] : Fundación Tarazona Monumental, [2026]
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

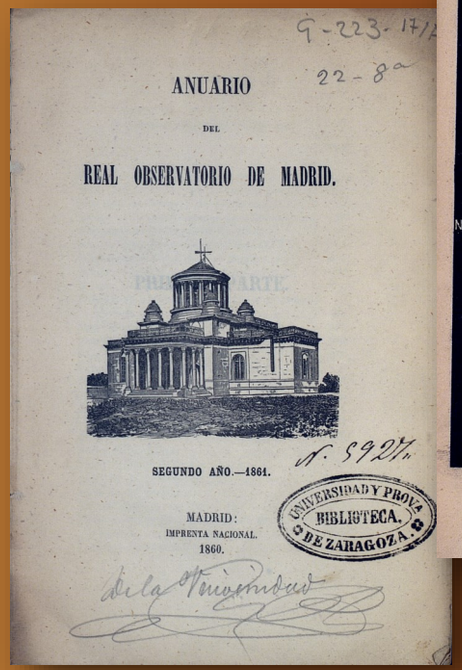
La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

El eclipse de 1860 en el Moncayo

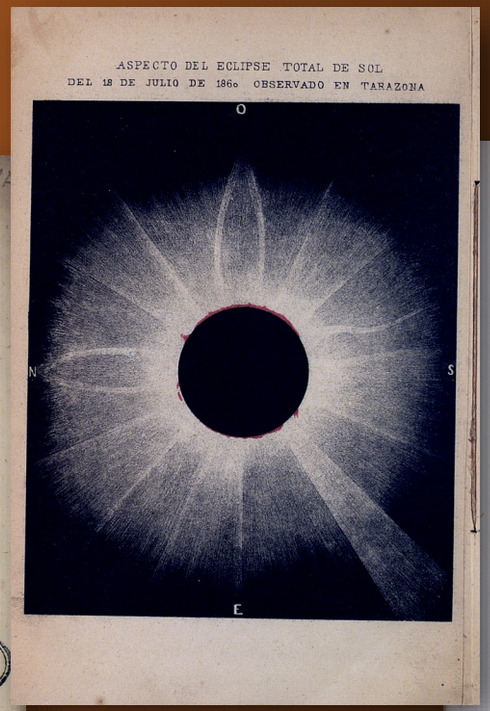
En 2017, el historiador Manuel Palencia localizó en una columna del Monasterio de Veruela un grafiti que atestigua la presencia de la expedición de 1860 por la zona. No es el único testimonio de un eclipse recogido en piedra en Aragón. En un sillar de los arcos de la Plaza del Ayuntamiento de Sos se lee *Anno domini MCCC : L : IIII XVII die septembris : hora prima obscurauit sol* ("En la hora prima del 17 de septiembre del año del Señor de 1354 se oscureció el sol").

Se conservan varios relatos de este eclipse en la prensa y en diversas monografías, como la del escritor Pedro Antonio de Alarcón, que le dedicó un capítulo en su libro *Viajes por España*. También el *Anuario del Observatorio de Madrid* recogió este evento astronómico como uno de los más importantes del siglo XIX en España. A estos se suma el manuscrito firmado por Braulio Foz, encabezado con el título *El eclipse de 1860 y fenómenos que se observaron*, aquí expuesto.
Incluso Ramón y Cajal, en su autobiografía *Recuerdos de mi vida*, evoca el episodio del eclipse cuando tenía ocho años y residía en Ayerbe:

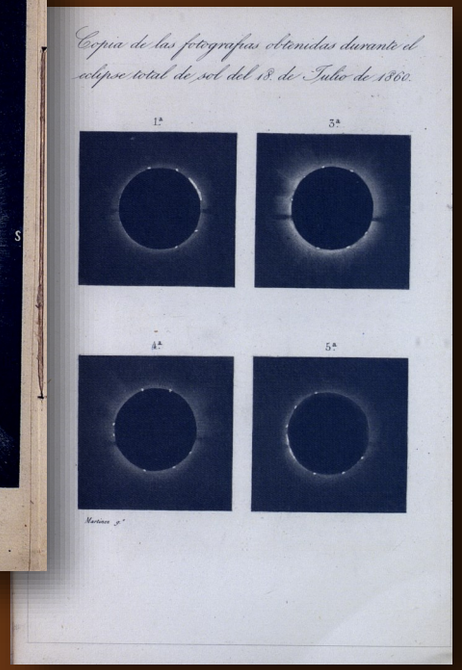
El tercer acontecimiento que me produjo también efecto moral importante fue el eclipse de sol del año 60. Anunciado por los periódicos, esperábase ansiosamente en el pueblo, en el cual muchas personas, protegidos los ojos con cristales ahumados, acudieron a cierta colina próxima, desde la cual esperaban observar cómodamente el sorprendente fenómeno.



30. Anuario del Real Observatorio de Madrid, segundo año (1861).
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza



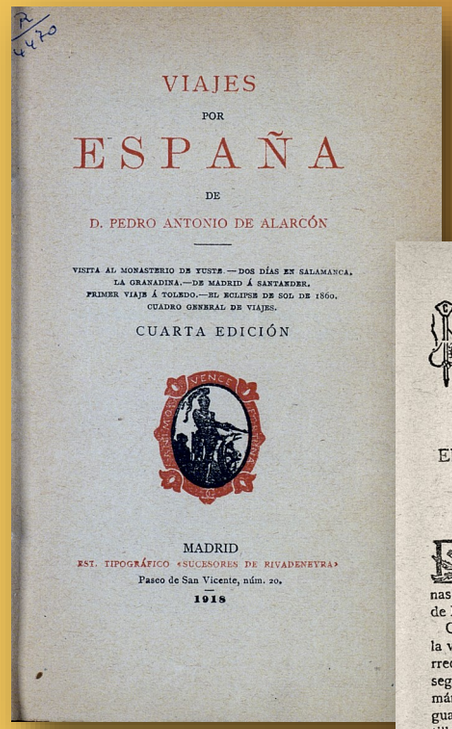
"Aspecto del eclipse total de sol del 18 de julio de 1860 observado en Tarazona". Original expuesto.



"Copia de las fotografías obtenidas durante el eclipse total de sol del 18 de julio de 1860".

La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

El eclipse de 1860 en el Moncayo



VIAJES

POR

ESPAÑA

DE

D. PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN

VISITA AL MONASTERIO DE YUSTE.—DOS DÍAS EN SALAMANCA. LA GRANADINA.—DE MADRID Á SANTANDER. PRIMER VIAJE Á TOLEDO.—EL ECLIPSE DE SOL DE 1860. CUADRO GENERAL DE VIAJES.

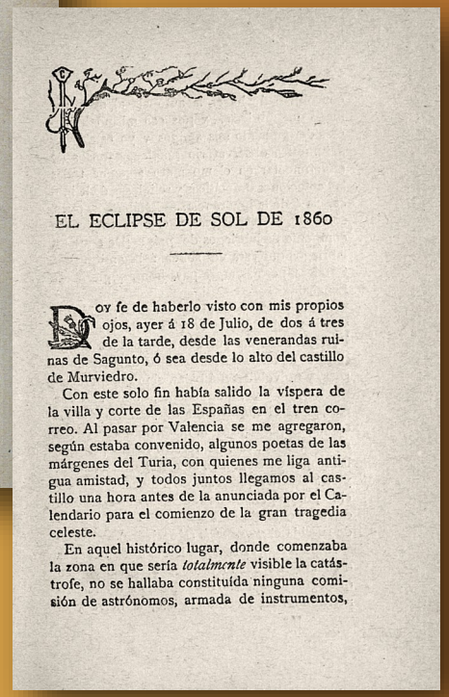
CUARTA EDICIÓN

MADRID

EST. TIPOGRÁFICO «SUCESORES DE RIVADENEYRA»

Paseo de San Vicente, núm. 20.

1918



EL ECLIPSE DE SOL DE 1860

Doy fe de haberlo visto con mis propios ojos, ayer á 18 de Julio, de dos á tres de la tarde, desde las venerandas ruinas de Sagunto, ó sea desde lo alto del castillo de Murviedro.

Con este solo fin había salido la víspera de la villa y corte de las Españas en el tren correo. Al pasar por Valencia se me agregaron, según estaba convenido, algunos poetas de las márgenes del Turia, con quienes me liga antigua amistad, y todos juntos llegamos al castillo una hora antes de la anunciada por el Calendario para el comienzo de la gran tragedia celeste.

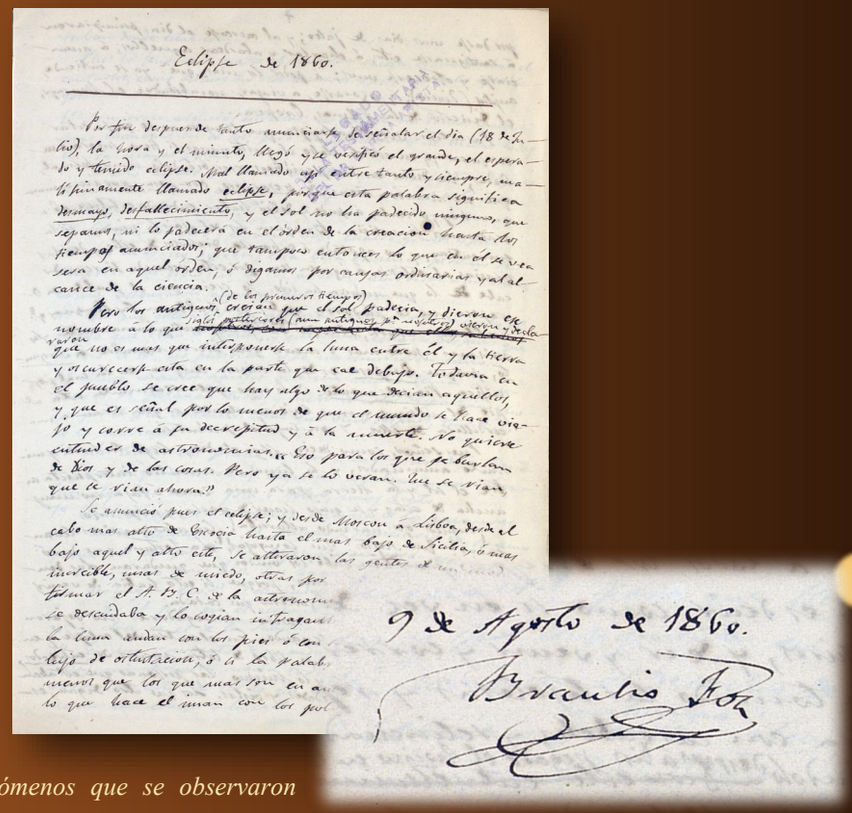
En aquel histórico lugar, donde comenzaba la zona en que sería *totalmente* visible la catástrofe, no se hallaba constituída ninguna comisión de astrónomos, armada de instrumentos,

31. Alarcón, Pedro Antonio de

Viajes por España / de Pedro Antonio de Alarcón

Madrid : Sucesores de Rivadeneyra, 1918

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.



Eclipse de 1860.

Por fin después de tanto anunciado, se señaló el día (18 de Julio), la hora y el minuto, llegó ya ese gran, el esperado y temido eclipse. Así llamado así entre tanto y siempre, malévolamente llamado eclipse, porque esta palabra significa daños, desfallecimiento, y el Sol no ha padecido ninguno, que sepamos, ni lo padecerá en el orden de la creación hasta los tiempos anunciados, que tampoco entonces lo que en él se vea será en aquel orden, ó digamos por causas ordinarias y de al cance de la ciencia.

Pero los antiguos creían que el Sol padecía, y dieron ese nombre á lo que ~~[illegible]~~ (de los primeros tiempos) [illegible] que no es mas que interponerse la luna entre él y la tierra y ocurrir esto en la parte que cae debajo. Todavía en el pueblo se cree que hay algo de lo que decían aquellos, y que es señal por lo menos de que el mundo se hace viejo y corre á su decrepitud y á la muerte. No quiere entender de astronomías. Eso para los que se burlan de Dios y de las cosas. Pero ya se lo verán. Que se vian que le vian ahora.

Se anunció pues el eclipse; y desde Moncon á Lisboa, desde el cabo mas alto de Galicia hasta el mas bajo de Sicilia, ó mas invisible, unas de miedo, otras por tomar el A. B. C. de la astronomía se descuidaba y lo cogían in fraganti la luna ciudad con los pies ó con lejos de astrónoma, ó á la gadab. menos que los que mas son en a lo que hace el imán con los pol

9 de Agosto de 1860.

Braulio Foz

32. Foz, Braulio

El Eclipse de 1860 y fenómenos que se observaron [Manuscrito] / [Braulio Foz]

1860

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

TEXTO COMPLETO

La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

"Vulgarizadores" de la ciencia

A finales del siglo XIX, paralelo al avance imparable y a la profesionalización de los académicos, la cultura científica se extendía más allá de los límites de las instituciones. Los llamados "vulgarizadores" de la ciencia, equivalentes a los actuales divulgadores científicos, desempeñaron una labor notable en la comunicación de la ciencia, en particular de la astronomía y meteorología.

Esta vulgarización científica reunió a una gran variedad de autores muy heterogénea, tanto por sus orígenes como por la calidad y la relevancia de sus contribuciones. El francés Camille Flammarion (1842-1925) fue uno de ellos, mundialmente famoso por sus obras de popularización de la astronomía, de la atmósfera y del clima. Cuando en 1879 publicó *Astronomie populaire*, aún no había cumplido los 40 años y ya era famoso, convirtiéndose en un personaje aclamado por el público.

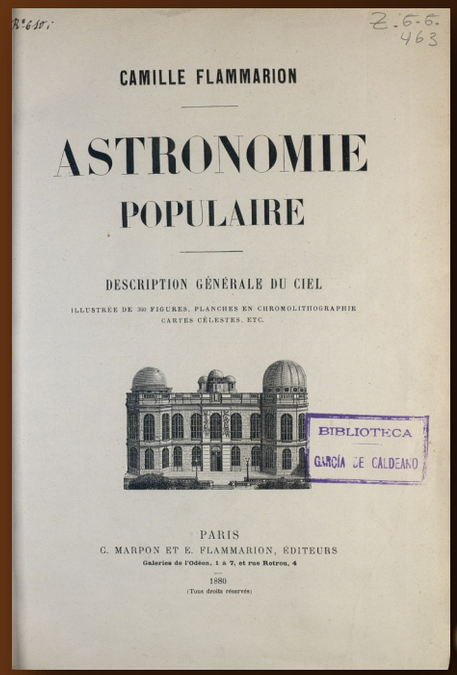
La obra, con una extensión de 800 páginas y 360 ilustraciones, le valió en 1880 el premio Montyon, otorgado por la Academia Francesa y la Academia de Ciencias de Francia, con la convicción de ser "el libro que ha prestado el mayor servicio a la Humanidad".

En el eclipse de sol total del 28 de mayo de 1900, Flammarion encabezó la expedición francesa que se estableció en Elche. En esa misma visita a España, recibió la Gran Cruz de la Orden de Isabel la Católica, galardón que unía al título de Gran Oficial de la Orden de Carlos III, concedido en 1896. La escritora Emilia Pardo Bazán, en la revista *La Ilustración Artística*, lo describía así: *A estas horas no se habla más que del eclipse y de la cáfila de sabios que se han venido a verlo; sabios entre los cuales descuella Camilo Flammarion [...]. Flammarion, concedo que es un ingenioso novelista, una especie de Julio Verne del espacio, que pone la astronomía al servicio de la ficción, recuérdese su Lumen. Historia de un cometa. En las narraciones de que consta este libro, se ve de cuerpo entero al ameno vulgarizador, al escritor que posee el don de interesar divirtiendo.*

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Fotografía de Camille Flammarion, de Prudent René-Patrice Dagron. 1884.

Imagen: gallica.bnf.fr / BnF (Licencia: Dominio público)



33. Flammarion, Camille

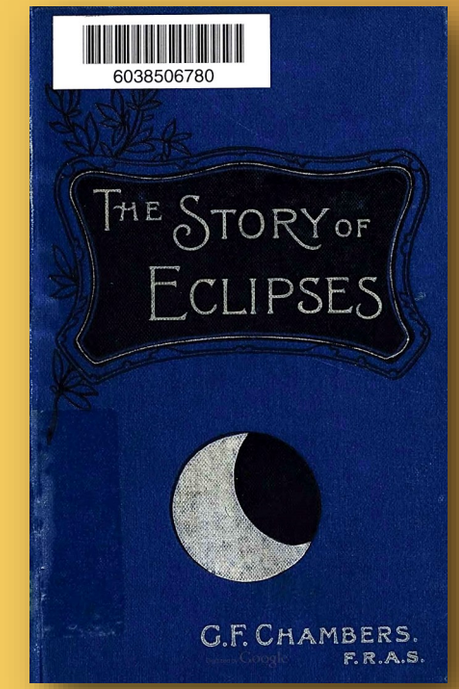
Astronomie populaire: description générale du ciel / Camille Flammarion

Paris: C. Marpon et E. Flammarion, 1880 (Imp. Gauthier-Villars)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

"Vulgarizadores" de la ciencia



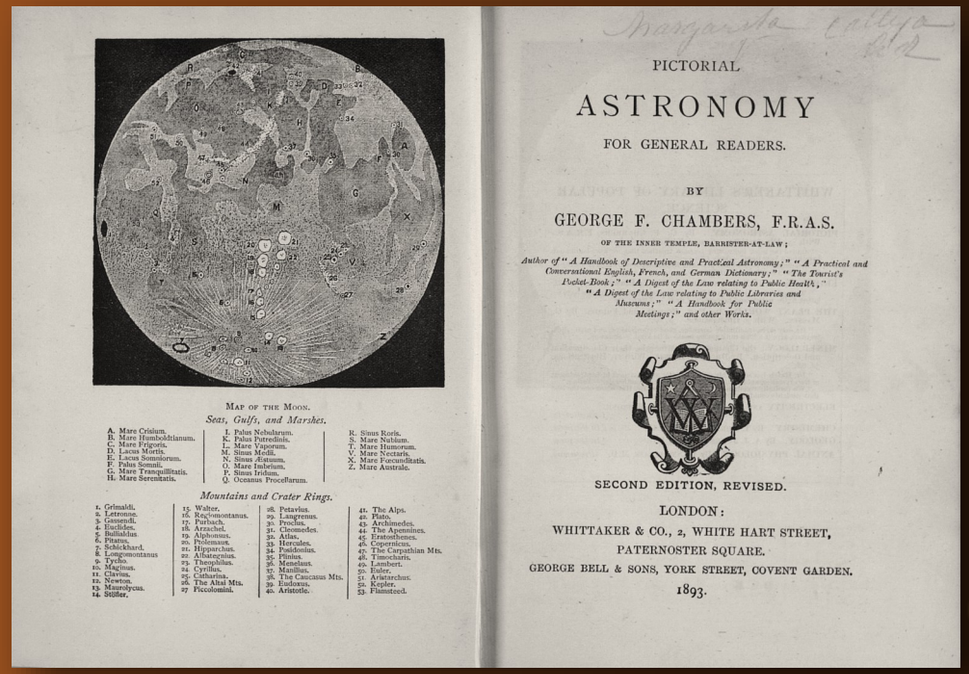
The story of eclipses, de George F. Chambers. 1899.

Imagen: Bodleian library (Licencia: Dominio público)

Otro divulgador de renombre fue George Frederick Chambers (1841-1915), abogado defensor británico, astrónomo amateur, y escritor de éxito de libros científicos. Cuando solo tenía 19 años publicó *A Handbook of Descriptive and Practical Astronomy*, que ofrecía una visión general de la astronomía a lo largo de 600 páginas.

Sus libros más populares fueron la serie *The Story of the Solar System, The Story of the Stars, The Story of Comets* y *The Story of Eclipses*. La publicación de este último en 1899 fue motivada por el eclipse solar del año siguiente.

Resulta especialmente atractivo el detallado mapa de la Luna que muestra en *Pictorial astronomy for general readers* (1891). La obra contiene numerosas ilustraciones y diagramas con el propósito de hacer la astronomía accesible a la sociedad victoriana inglesa de finales del siglo XIX.



34. Chambers, George F.
Pictorial astronomy for general readers / by George F. Chambers
London : Whittaker & Co., 1893
Colección particular Pedro J. Miana.
Original expuesto.

La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

"Los eclipses españoles": 1900

Los eclipses totales de sol de 1900, 1905 y 1912 son conocidos internacionalmente como "los eclipses españoles". Nuestro país fue considerado como uno de los mejores lugares de toda Europa para observarlos, circunstancia que aprovecharon de nuevo científicos del mundo entero para visitarnos y colaborar en el desarrollo de la astronomía española.
Se actualizaron equipos de observación y se abrieron nuevos observatorios como el de La Cartuja de Granada en 1902, el de Fabra (Barcelona) y el de Roquetas (Tarragona) en 1904.

El eclipse de sol del 28 de mayo de 1900 fue total en una estrecha franja que cruzaba la península ibérica de noroeste a sureste. Abarcaba Oporto, Plasencia (localidad elegida por la representación del Observatorio de Madrid y por astrónomos irlandeses), Manzanares (escogida por una expedición de la Asociación Astronómica Británica), Elche (donde se estableció Camille Flammarion con la expedición francesa) y Argamasilla de Alba, que conserva un retrato del astrónomo francés Henri A. Deslandres realizado por el pintor Salvador Azpiazu Imbert.

El Real Observatorio Astronómico de Madrid publicó en 1899 la *Memoria sobre el Eclipse Total de Sol del día 28 de mayo de 1900.* En la Introducción, su director Francisco Íñiguez afirmaba: "Los eclipses totales de Sol constituyen quizá los acontecimientos astronómicos más notables que en la historia de un país es dado registrar".

La memoria, de 108 páginas, contiene cálculos detallados del eclipse, predicción de la trayectoria de la sombra sobre España, horas de contacto, duración y mapas de la franja de totalidad, así como instrucciones y datos para organizar observaciones científicas.

35. Memoria sobre el eclipse total de sol del día 28 de mayo de 1900.
Madrid : Estab. Tipog. de los sucesores de Cuesta, 1899
Colección particular Pedro J. Miana. Original expuesto.

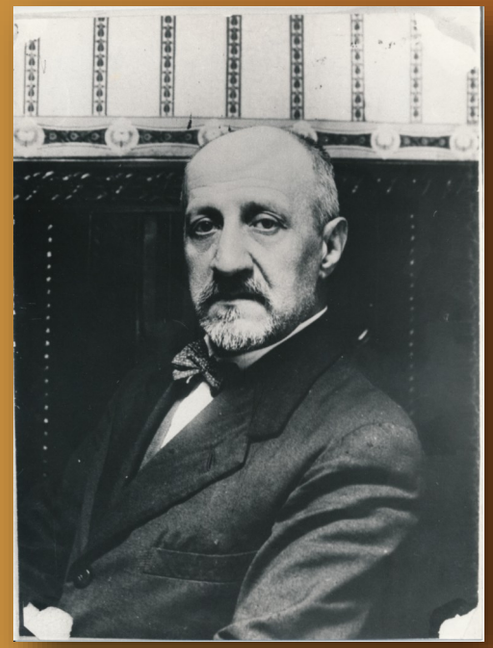
"El eclipse de sol en Argamasilla de Alba". Dibujo de Salvador Azpiazu, en *La Ilustración española y americana*, n. XXII (15 jun. 1900)
Imagen: Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

"Los eclipses españoles": 1900

Posteriormente, el Real Observatorio publicó *Instrucciones para la observación del eclipse total de Sol de 28 de mayo de 1900*. Su finalidad era orientar a observadores profesionales y aficionados sobre qué fenómenos debían observar y cómo registrarlos durante los pocos minutos de totalidad. Las recomendaciones incluían cómo determinar con precisión las horas de los contactos, cómo observar, fotografiar y describir la corona solar o registrar las protuberancias solares durante la totalidad.

Aunque Aragón quedaba fuera de la franja de totalidad, los académicos de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, en particular el catedrático de Astronomía y Geodesia Gabriel Galán Ruiz (1869-1938), se volcaron con el evento astronómico. Se impartieron conferencias, los diarios publicaron crónicas científicas y en el Observatorio Astronómico de la Facultad, instalado en el tercer piso del actualmente denominado Edificio Paraninfo, se vivió una frenética actividad.



36. Retrato de Gabriel Galán Ruiz

Imagen: © Archivo Fundación Mariano Benlliure, Madrid. Reproducción expuesta.

Este eclipse es el primero del que se conserva una filmación. Fue realizada por el ilusionista e inventor británico John Nevil Maskelyne en Carolina del Norte, y puede disfrutarse en la red.

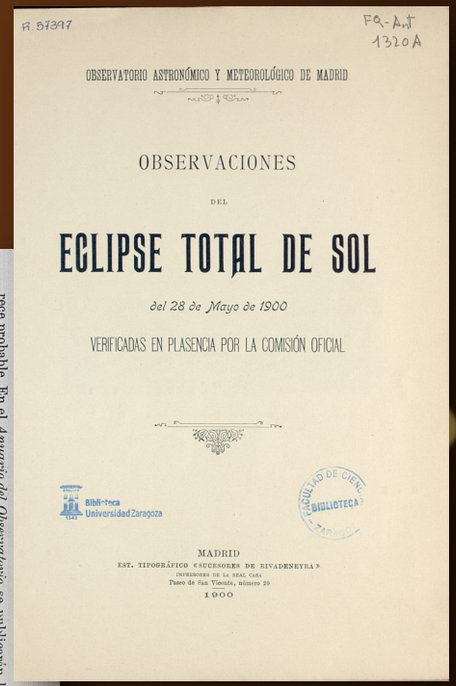
37. Observaciones del eclipse total de sol del 28 de mayo de 1900

Madrid : Est. Tipográfico "Sucesores de Rivadeneyra", 1900

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

Las Comisiones irlandesa y española en el Berrocalillo.

rece probable. En el *Anuario del Observatorio* se publicarán los resultados definitivos.



B. 57397

FQ-A,J 1320A

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO Y METEOROLÓGICO DE MADRID

OBSERVACIONES

DEL

ECLIPSE TOTAL DE SOL

del 28 de Mayo de 1900

VERIFICADAS EN PLASENCIA POR LA COMISIÓN OFICIAL

Biblioteca Universidad Zaragoza

FACULTAD DE CIENCIAS BIBLIOTECA ZARAGOZA

MADRID

EST. TIPOGRÁFICO «SUCESORES DE RIVADENEYRA»

IMPRESORES DE LA REAL CASA

Paseo de San Vicente, número 29

1900

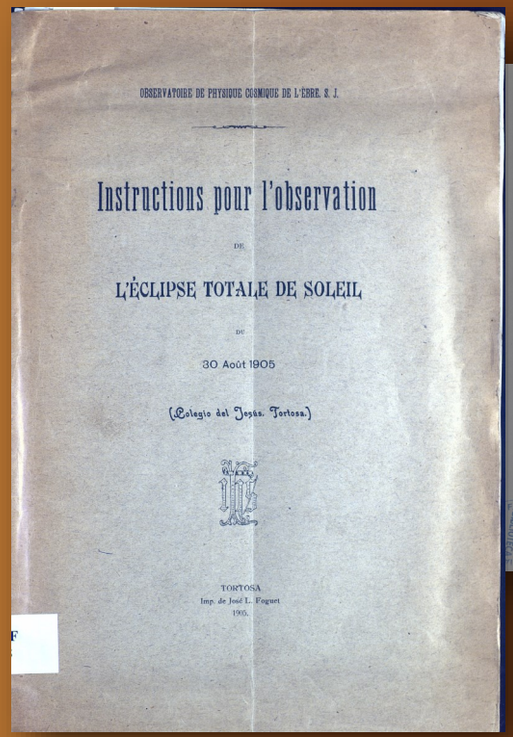
La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

"Los eclipses españoles": 1905

El eclipse solar total del 30 de agosto de 1905 fue un evento histórico que cruzó España de noroeste a sureste. La sombra de la luna comenzó su recorrido en Canadá y cruzó el Atlántico, llegando a España, para continuar por el norte de África y terminar en Arabia. Entre las ciudades españolas situadas dentro o muy cerca de la zona de totalidad estuvieron Logroño, Burgos, León, Palma y Zaragoza.

Aunque la franja de oscuridad total es muy parecida a la del eclipse del 12 de agosto de 2026, difieren ambos en la hora y duración. En 1905, Zaragoza alcanzó su máximo de oscuridad a las 14:07, durando 3 minutos y medio, mientras que en 2026 fue a las 20:29 durante 1 minuto y 25 segundos.

En 1905, España volvió a convertirse en el centro mundial de la astronomía, atrayendo a multitud de científicos internacionales. La expedición de la British Astronomical Association y del Royal Observatory de Greenwich se instaló en Castellón de la Plana, dirigida por Sir William Christie. Alcalà de Xivert (Castellón) acogió al grupo francés del Observatoire de Paris y de la Sociéte Astronomique de France, encabezada por Aymar de la Baume Pluvinel. En esta ocasión, Camille Flammarion eligió Almazán (Soria) desde donde dedicó un autógrafo a *Heraldo de Aragón*, publicado en la edición del mismo día del eclipse. Burgos fue sede de la expedición del Real Observatorio, adonde se desplazó el monarca Alfonso XIII.


OBSERVATOIRE DE PHYSIQUE COSMIQUE DE L'EBRE. S. J.

Instructions pour l'observation

DE

L'ÉCLIPSE TOTALE DE SOLEIL

DU

30 Août 1905

(Colegio del Jesús. Tortosa.)

TORTOSA
Imp. de José L. Foguet
1905.

38. Instructions pour l'observation de l'éclipse totale de soleil du 30 août 1905

Tortosa : Colegio del Jesús, 1905 (Imp. de José L. Foguet)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

"Elevación de globos en las fiestas celebradas con motivo del eclipse solar". Burgos, 1905.

Imagen: Archivo del Ayuntamiento de Burgos (Licencia: Dominio público)

La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

"Los eclipses españoles": 1905

A Aragón llegaron dos expediciones diferentes procedentes de EEUU. Los miembros del Observatorio Naval de EEUU se instalaron en Daroca, en un pequeño campamento militar que contenía laboratorios, dormitorios, y zonas de guardia para proteger el costoso material, del que destacaba el instrumento principal: una descomunal cámara fotográfica de estructura horizontal de 12 metros de largo. El astrónomo L.G. Hoxton logró siete fotografías de gran formato de la corona solar durante los minutos que duró la ocultación total.

La delegación científica que se instaló en Alhama de Aragón pertenecía al Observatorio Lick de California y estuvo dirigida por los célebres astrónomos William Wallace Campbell y Charles Dillon Perrine.

"U.S. Naval Observatory Total Solar Eclipse Expedition to Daroca, Spain. August 30, 1905. Exposure No. 3."

Imagen: United States Naval Observatory (Licencia: Dominio público)

"Eclipse party at Daroca", en *The Popular science monthly*, v. 68 (1906)

Imagen: MBLWHOI Library (Licencia: Dominio público -BHL-)

La expansión de la ciencia (siglos XVIII-XIX-XX)

"Los eclipses españoles": 1905

Por parte de la Universidad de Zaragoza, científicos de la Facultad de Ciencias también realizaron observaciones durante el eclipse en dos instalaciones diferentes. En el Jardín Botánico de la Universidad, localizado en la huerta de Santa Engracia, se instalaron tres cámaras fotográficas sobre un soporte expresamente diseñado para este evento, con presencia de los catedráticos José Ruiz Castizo, Gabriel Galán y el decano Paulino Savirón, entre otros. El segundo emplazamiento fue la terraza de la Facultad de Medicina y Ciencias, actual Paraninfo, ocupada por los catedráticos José Rius y Casas, Gonzalo Calamita, Graciano Silván y Juan Moneva, con sus correspondientes instrumentales científicos. Ambos grupos mostraron sus resultados en sendas publicaciones.

Facultad de Ciencias de Zaragoza.

OBSERVACIONES

DEL

ECLIPSE TOTAL DE SOL

DE

30 de Agosto de 1905.

ZARAGOZA,
1905.

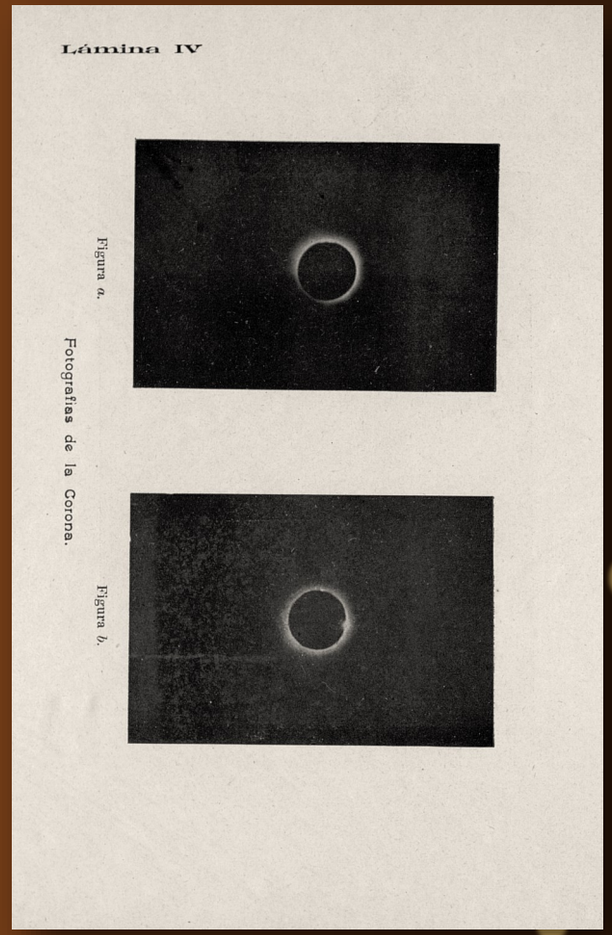


Lámina IV

Figura a.

Figura b.

Fotografías de la Corona.

39. Observaciones del eclipse total de sol de 30 de agosto de 1905

Separata de: *Revista trimestral de matemáticas*, año V (1905)

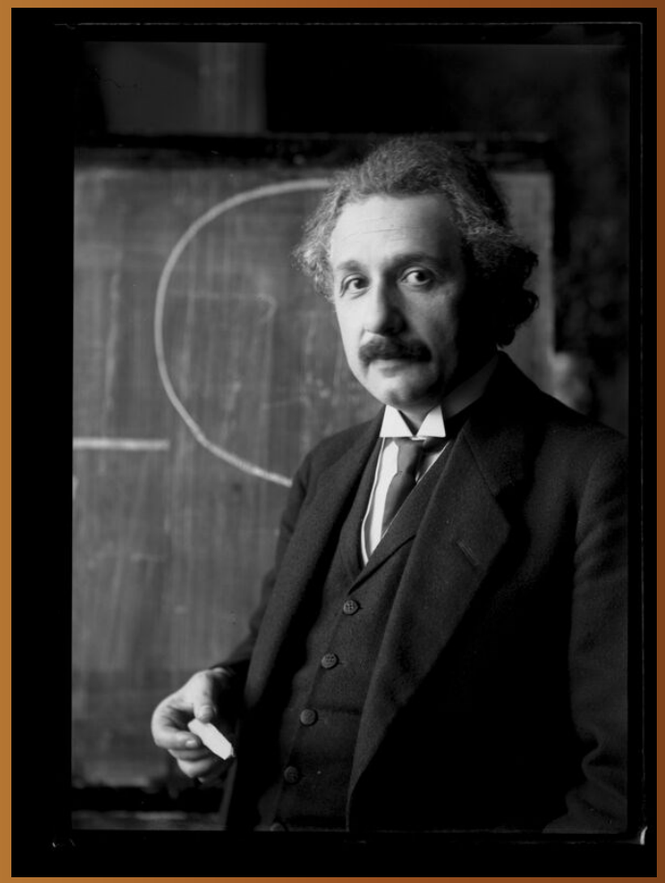
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

Astronomía en evolución

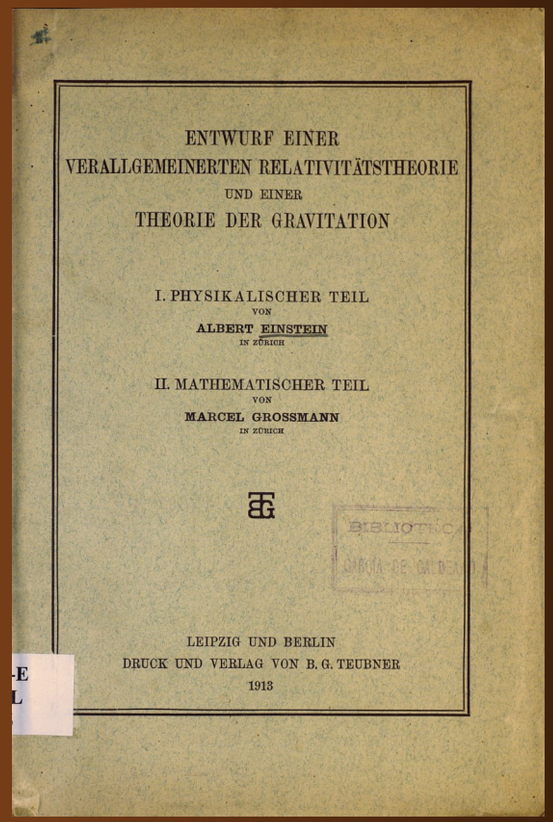
El eclipse que consagró a Einstein

Los eclipses han sido fundamentales para la historia de la astronomía y de la ciencia.
Al bloquear el brillo del Sol, permiten a los científicos estudiar la tenue corona solar, analizar atmósferas estelares, detectar posibles objetos cercanos al Sol e incluso comprobar teorías científicas universales.
Estos descubrimientos han transformado nuestra comprensión del universo. El eclipse total del 8 de julio de 1842, visible en gran parte de Europa, fue uno de los primeros en el que numerosos científicos observaron cuidadosamente la corona solar. Esto ayudó a establecer que la corona era una característica real del Sol y no un efecto producido por la atmósfera terrestre.

El helio fue descubierto durante el eclipse solar total del 18 de agosto de 1868. Observado en la región de Guntur (India), el astrónomo francés Pierre Janssen estudió el espectro de las protuberancias solares y detectó una línea amarilla brillante que no coincidía con ningún elemento químico conocido. Poco después, el astrónomo británico Norman Lockyer observó la misma línea y concluyó que debía pertenecer a un elemento desconocido. Lo llamó “helio”, derivado del griego *Helios* (Sol), siendo el primer elemento identificado antes en el Sol que en la Tierra. El helio fue aislado en la Tierra por primera vez en 1895 por el químico William Ramsay.



Albert Einstein. Fotografía de Ferdinand Schmutzer. 1921
Imagen: ÖNB / Schmutzer (Licencia: Dominio público para uso académico no comercial)



ENTWURF EINER
VERALLGEMEINERTEN RELATIVITÄTSTHEORIE
UND EINER
THEORIE DER GRAVITATION

I. PHYSIKALISCHER TEIL
VON
ALBERT EINSTEIN
IN ZÜRICH

II. MATHEMATISCHER TEIL
VON
MARCEL GROSSMANN
IN ZÜRICH

LEIPZIG UND BERLIN
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER
1913

40. Einstein, Albert
Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation / Albert Einstein, Marcel Grossmann
Leipzig [etc.] : B. G. Teubner, 1913
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

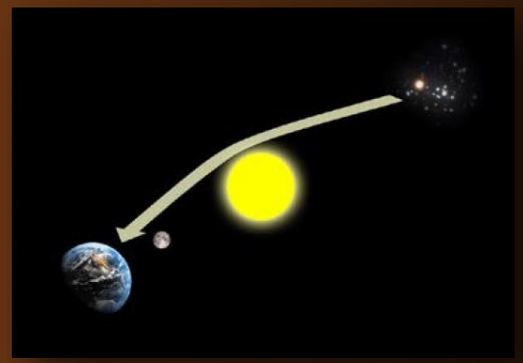
Astronomía en evolución

El eclipse que consagró a Einstein

Uno de los principales objetivos de las expediciones científicas que nos visitaron en los eclipses de 1860, 1900 y 1905 fue demostrar la existencia del planeta intramercurial Vulcano.

En 1859, el astrónomo francés Le Verrier observó anomalías en la órbita de Mercurio. Para explicarlas, propuso la existencia de un planeta interior a Mercurio, bautizado como Vulcano. Anteriormente, en 1846, el propio Le Verrier había predicho la existencia de Neptuno utilizando únicamente las matemáticas de la mecánica celeste y las irregularidades en la órbita de Urano. Durante décadas, hubo observaciones dudosas que parecían apoyar la existencia de Vulcano, e incluso llegó a incluirse en libros y publicaciones astronómicas. Los eclipses de sol eran momentos excepcionales para poder detectarlo debido a su extrema cercanía al astro, que hacía imposible observarlo a plena luz. Tras una exhaustiva revisión de todas las fotografías tomadas en el eclipse de 1905, Campbell y Perrine concluyeron que Vulcano no existía.

La *Teoría de la Relatividad General* de Albert Einstein de 1915 fue la que explicó las anomalías de la órbita de Mercurio. Curiosamente, durante el eclipse del 29 de mayo de 1919, el astrónomo británico Arthur Eddington midió cómo la luz de estrellas distantes se desviaba al pasar cerca del Sol, comprobando así la curvatura del espacio-tiempo tal y como predecía la *Teoría*. En el artículo *Las teorías de Einstein, a prueba*, publicado en 1929 en la revista *Blanco y Negro*, el astrónomo John A. Miller confirmaba la validación de la teoría de Einstein con las observaciones realizadas.



Desviación de la trayectoria de la luz al pasar junto al Sol.

Imagen: *Eclipses de sol*. Observatorio Astronómico Nacional. 2025 (Licencia: acceso público -descargable en OAN-)

LETRAS, ARTES, CIENCIAS

El último eclipse solar.

LAS TEORÍAS DE EINSTEIN, A PRUEBA

Aunque han transcurrido varios meses desde el último eclipse total de sol, observado por la expedición Swarthmore en la isla de Sumatra, los hombres de ciencia que la acompañan no pueden pronunciar aún sus conclusiones sobre la teoría de Einstein, que se trata de comprobar en dicho eclipse.

Un estudio detallado de las fotografías que se tomaron entonces está a punto de descubrir observaciones de interés. El presente artículo, escrito exclusivamente para BLANCO Y NEGRO y la North American Newspaper Alliance, que patrocinó la expedición a Sumatra, describe cómo se están conduciendo los preliminares de esas observaciones.

Una parte importante de nuestro programa, durante los cuatro minutos y cincuenta y ocho segundos que duró el último eclipse total de sol del 9 de mayo, que observamos desde Takengon, en Sumatra, consistía en obtener y observar fotografías especiales, que pusieran a prueba las teorías sustentadas por el sabio profesor Einstein.

Para conseguirlo, dos operaciones fueron necesarias. La primera consistía en fotografiar las estrellas vecinas al sol, durante el eclipse, y la segunda, fotografiar ese mismo campo de estrellas cuando el astro rey no apareciera en él, sino en otro lugar del cielo, debido al movimiento de la tierra. Estas segundas fotografías son las que llamamos de comparación.

El centro del sol, en el día del eclipse, cubría cierta parte del campo estelar, que, desde luego, es el punto delatado en las instantáneas de comparación. Llamemos a este punto el "centro". La teoría de Einstein implica que cada estrella en este campo estará más lejos del centro, en la placa tomada el

PROMINENCIA DE 45.000 MILLAS DE ALTURA SOBRE LA SUPERFICIE DEL SOL, FOTOGRAFIADA POR LA EXPEDICIÓN ASTRONÓMICA SWARTHMORE, EN LA ISLA DE SUMATRA. LA PROMINENCIA SE COMPONE DE HIDRÓGENO, "HELIUM" Y GASES DE CALCIO

LETRAS, ARTES, CIENCIAS

FOTOGRAFÍA DE LA CORONA SOLAR EXHIBIENDO SUS RADIACIONES, LA MÁS ALTA DE LAS CUALES SE EXTIENDE 2.000.000 DE MILLAS, DESDE EL CENTRO DEL SOL.

noche del eclipse, empezamos a revelar las placas. Es preciso llegar al momento crítico para pensar en todo lo que no se ha hecho y en todo lo que debería haberse hecho. Es algo similar al agudo interés del cirujano que observa al paciente bajo los efectos del anestésico. Porque el astrónomo, como el cirujano, saben que las condiciones precisas en que actúan no volverán a repetirse. Pero, luego, ¡qué satisfacción para nosotros al observar cómo las figuras en blanco y en negro iban apareciendo!

Antes de abandonar el campamento de Takengon sabíamos, por la minuciosa observación que hicimos de muestras fotográfias y placas, que la labor fundamental había sido fructífera.

Y del otro aspecto que abarca el problema pendiente, producto de investigaciones basadas en cálculos complicados y esencialmente de laboratorio, hablaremos tan pronto como estemos capacitados para hacerlo.

John A. Miller.

Director del Observatorio Astronómico de Swarthmore.

41. Miller, John A.

Las teorías de Einstein, a prueba : el último eclipse solar

En: *Blanco y negro,* Año 39, n. 2012 *(*8 dic. 1929).

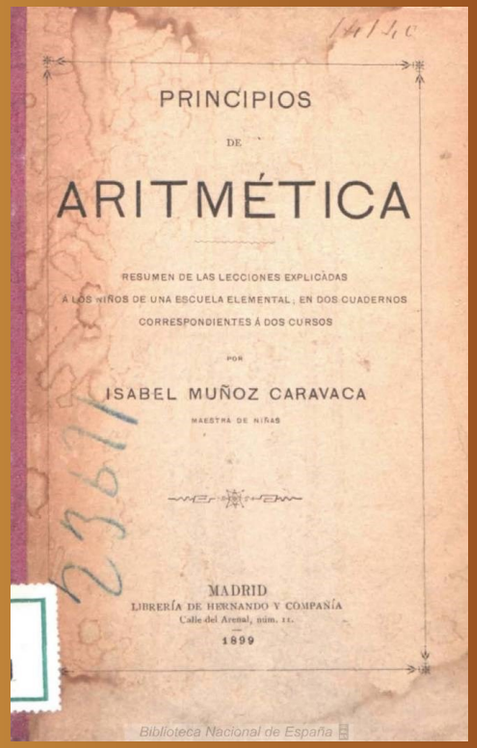
Colección particular Pedro J. Miana. Original expuesto

Astronomía en evolución

Pioneras de la astronomía en España

Las mujeres han contribuido al desarrollo y avance de la astronomía a lo largo de la historia. Sin embargo, en multitud de ocasiones su trabajo ha sido "eclipsado" por figuras masculinas y ha recibido escaso reconocimiento. Son necesarios trabajos de investigación rigurosos para recuperar las aportaciones realizadas y crear referentes para generaciones posteriores de astrónomas.

El testimonio más temprano podría corresponder a Fátima de Madrid, astrónoma andalusí del siglo X, de la que en 1924 la *Enciclopedia Espasa* incluyó una nota biográfica. Afirmaba que había trabajado con su padre, el célebre astrónomo Maslama al-Mayriti, en la corrección de las Tablas astronómicas de al-Khwarizmi, ajustándolas al meridiano que pasa por Córdoba, dando lugar a las llamadas "Correcciones de Fátima". Sin embargo, no existe consenso entre los historiadores sobre la existencia real de Fátima de Madrid al no encontrar fuentes anteriores a la ya mencionada.



Principios de aritmética, de Isabel Muñoz Caravaca. 1899.
Imagen: Biblioteca Nacional de España (Licencia: CC BY 4.0)

Verdadera pionera fue Isabel Muñoz de Caravaca (1848-1915) maestra, astrónoma, escritora, feminista y primera española en formar parte de la Sociéte Astronomique de France. Enviaba sus observaciones a las revistas *L'Astronomie* (1882-1894) y al *Bulletin de la Societé astronomique de France* (1895-1910), editadas ambas por Camille Flammarion. Fue Isabel Muñoz quien ejerció de anfitriona en Almazán para la expedición francesa, encabezada por Flammarion, cuando acudió a ver el eclipse de 1905.

Su figura fue satirizada en el semanario *Gedeón* del 3 de septiembre de 1905, pero su respuesta no se hizo esperar, publicada en *Flores y Abejas* el 24 de septiembre. Un mes después, en la misma revista escribió: "Progresará la Astronomía si a ella se dedican las mujeres, no por ser mujeres, no por una condición habitual de vencedoras; sencillamente sí, porque se aumentará el número de ojos que se dirijan al cielo".

Gedeón: semanario satírico, n. 510 (3 sept. 1905)
Imagen: Biblioteca Virtual de Prensa Histórica (Licencia: CC BY 4.0)

Astronomía en evolución

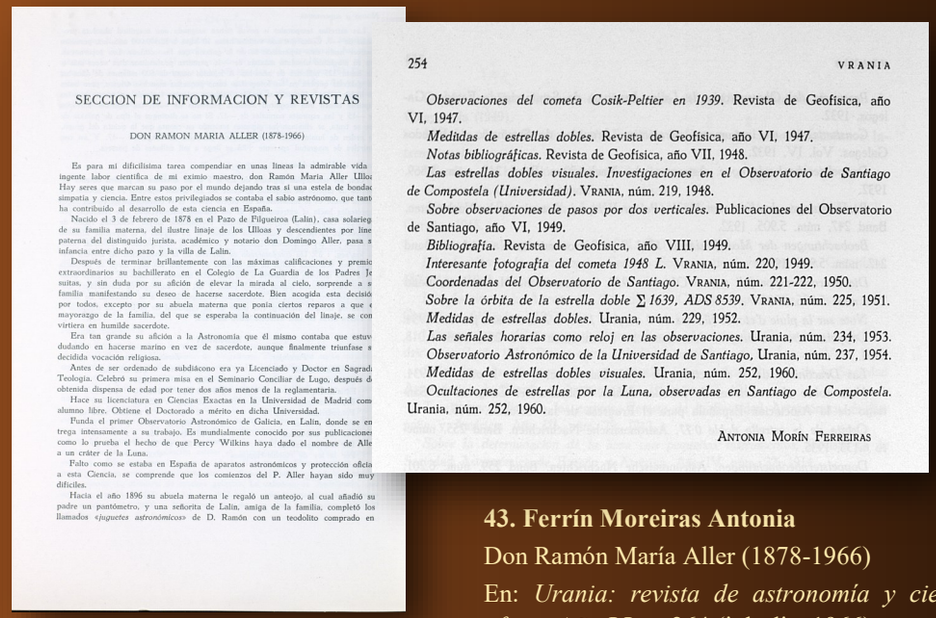
Pioneras de la astronomía en España

42. Antonia Ferrín Moreiras en su despacho del Observatorio de Santiago de Compostela

Imagen: © Álbum de Galicia-Consello da Cultura Galega

Antonia Ferrín Moreiras (1914-2009) fue la primera mujer en defender una tesis doctoral en Astronomía en España (1963), titulada *Observaciones de pasos por dos verticales* y dirigida por el prestigioso sacerdote y astrónomo, Ramón María Aller, fundador en 1943 del Observatorio Astronómico de la Universidad de Santiago de Compostela.

En 1964, Antonia Ferrín fue nombrada catedrática de matemáticas en la Escuela de Magisterio Santa María de Madrid, y durante más de veinte años compatibilizó este puesto con el de docente de Mecánica Celeste en la Universidad Central de Madrid, actual Complutense.



SECCION DE INFORMACION Y REVISTAS

DON RAMON MARIA ALLER (1878-1966)

Es para mí dificilísima tarea compendiar en unas líneas la admirable vida ingente labor científica de mi eximio maestro, don Ramón María Aller Ulloa Hay seres que marcan su paso por el mundo dejando tras sí una estela de bondad simpatía y ciencia. Entre estos privilegiados se contaba el sabio astrónomo, que tant ha contribuido al desarrollo de esta ciencia en España.

Nacido el 3 de febrero de 1878 en el Pazo de Filgueiroa (Lalín), casa solariego de su familia materna, del ilustre linaje de los Ulloas y descendientes por line paterna del distinguido jurista, académico y notario don Domingo Aller, pasa s infancia entre dicho pazo y la villa de Lalín.

Después de terminar brillantemente con las máximas calificaciones y premio extraordinarios su bachillerato en el Colegio de La Guardia de los Padres Je suitas, y sin duda por su afición de elevar la mirada al cielo, sorprende a s familia manifestando su deseo de hacerse sacerdote. Bien acogida esta decisió por todos, excepto por su abuela materna que ponía ciertos reparos a que mayorazgo de la familia, del que se esperaba la continuación del linaje, se con virtiera en humilde sacerdote.

Era tan grande su afición a la Astronomía que él mismo contaba que estuv dudando en hacerse marino en vez de sacerdote, aunque finalmente triunfase s decidida vocación religiosa.

Antes de ser ordenado de subdiácono era ya Licenciado y Doctor en Sagrad Teología. Celebró su primera misa en el Seminario Conciliar de Lugo, después d obtenida dispensa de edad por tener dos años menos de la reglamentaria.

Hace su licenciatura en Ciencias Exactas en la Universidad de Madrid com alumno libre. Obtiene el Doctorado a mérito en dicha Universidad.

Funda el primer Observatorio Astronómico de Galicia, en Lalín, donde se en trega intensamente a su trabajo. Es mundialmente conocido por sus publicaciones como lo prueba el hecho de que Percy Wilkins haya dado el nombre de Alle a un cráter de la Luna.

Falto como se estaba en España de aparatos astronómicos y protección oficia a esta Ciencia, se comprende que los comienzos del P. Aller hayan sido muy difíciles.

Hacia el año 1896 su abuela materna le regaló un anteojo, al cual añadió su padre un pantómetro, y una señorita de Lalín, amiga de la familia, completó los llamados «*juguetes astronómicos*» de D. Ramón con un teodolito comprado en

254 VRANIA

Observaciones del cometa Cosik-Peltier en 1939. Revista de Geofísica, año VI, 1947.

Medidas de estrellas dobles. Revista de Geofísica, año VI, 1947.

Notas bibliográficas. Revista de Geofísica, año VII, 1948.

Las estrellas dobles visuales. Investigaciones en el Observatorio de Santiago de Compostela (Universidad). VRANIA, núm. 219, 1948.

Sobre observaciones de pasos por dos verticales. Publicaciones del Observatorio de Santiago, año VI, 1949.

Bibliografía. Revista de Geofísica, año VIII, 1949.

Interesante fotografía del cometa 1948 L. VRANIA, núm. 220, 1949.

Coordenadas del Observatorio de Santiago. VRANIA, núm. 221-222, 1950.

Sobre la órbita de la estrella doble ∑1639, ADS 8539. VRANIA, núm. 225, 1951.

Medidas de estrellas dobles. Urania, núm. 229, 1952.

Las señales horarias como reloj en las observaciones. Urania, núm. 234, 1953.

Observatorio Astronómico de la Universidad de Santiago, Urania, núm. 237, 1954.

Medidas de estrellas dobles visuales. Urania, núm. 252, 1960.

Ocultaciones de estrellas por la Luna, observadas en Santiago de Compostela. Urania, núm. 252, 1960.

ANTONIA MORÍN FERREIRAS

43. Ferrín Moreiras Antonia

Don Ramón María Aller (1878-1966)

En: *Urania: revista de astronomía y ciencias afines*, Año LI, n. 264 (jul.-dic. 1966)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza.

Original expuesto.

Astronomía en evolución

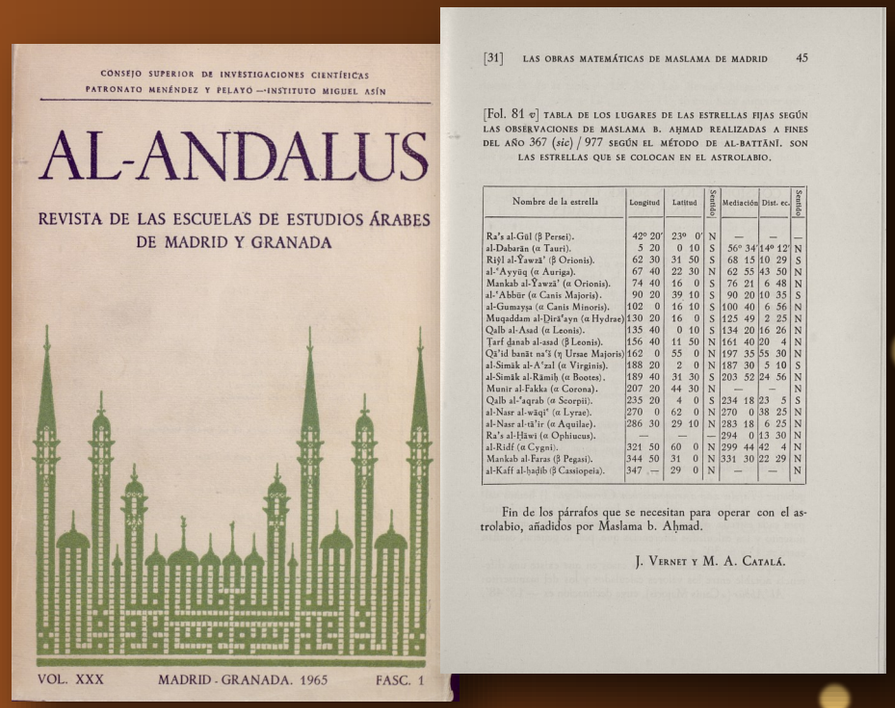
Pioneras de la astronomía en España

María Assumpció Català i Poch (1925-2009), matemática y astrónoma catalana, fue la primera mujer que obtuvo el doctorado en Matemáticas por la Universidad de Barcelona en 1970 con la tesis *Contribución al estudio de la dinámica de los sistemas estelares de simetría cilíndrica*.

Durante más de cuarenta años y hasta su jubilación, en 1991, fue profesora de Matemáticas y Astronomía en la misma universidad. Realizó observaciones sistemáticas de manchas solares durante más de treinta años y representó a España en la Unión Astronómica Internacional. Para conmemorar el centenario de su nacimiento, el Gobierno de la Generalitat de Cataluña declaró el año 2025 "Año María Assumpció Català i Poch".

45. M. Asunción Català colocando una placa fotográfica en la cámara del telescopio Grubb. Años 50.
Imagen: © Fons personal de M. Asunción Català Poch, CRAI Biblioteca de Física i Química de la Universitat de Barcelona

44. Vernet, J. y Català, M. A.
Las obras de matemáticas de Maslana de Madrid
En: *Al-Andalus: revista de las Escuelas de Estudios Árabes de Madrid y Granada*, vol. XXX, fasc. 1 (1965)
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza.
Original expuesto.



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
PATRONATO MENÉNDEZ Y PELAYO —INSTITUTO MIGUEL ASÍN

AL-ANDALUS

REVISTA DE LAS ESCUELAS DE ESTUDIOS ÁRABES DE MADRID Y GRANADA

VOL. XXX MADRID - GRANADA. 1965 FASC. 1

[31] LAS OBRAS MATEMÁTICAS DE MASLAMA DE MADRID 45

[Fol. 81 v] TABLA DE LOS LUGARES DE LAS ESTRELLAS FIJAS SEGÚN LAS OBSERVACIONES DE MASLAMA B. AḤMAD REALIZADAS A FINES DEL AÑO 367 (*sic*) / 977 SEGÚN EL MÉTODO DE AL-BATTĀNĪ. SON LAS ESTRELLAS QUE SE COLOCAN EN EL ASTROLABIO.

Nombre de la estrella	Longitud		Latitud		Sentido	Mediación		Dist. ec.		Sentido
Ra's al-Gūl (β Persei).	42º	20′	23º	0′	N	—		—		—
al-Dabarān (α Tauri).	5	20	0	10	S	56º	34′	14º	12′	N
Riŷl al-Ŷawzā' (β Orionis).	62	30	31	50	S	68	15	10	29	S
al-'Ayyūq (α Auriga).	67	40	22	30	N	62	55	43	50	N
Mankab al-Ŷawzā' (α Orionis).	74	40	16	0	S	76	21	6	48	N
al-'Abbūr (α Canis Majoris).	90	20	39	10	S	90	20	10	35	S
al-Gumaysa (α Canis Minoris).	102	0	16	10	S	100	40	6	56	N
Muqaddam al-Ḏirā'ayn (α Hydrae)	130	20	16	0	S	125	49	2	25	N
Qalb al-Asad (α Leonis).	135	40	0	10	S	134	20	16	26	N
Ṭarf ḏanab al-asad (β Leonis).	156	40	11	50	N	161	40	20	4	N
Qa'id banāt na'ś (η Ursae Majoris)	162	0	55	0	N	197	35	55	30	N
al-Simāk al-A'zal (α Virginis).	188	20	2	0	N	187	30	5	10	S
al-Simāk al-Rāmiḥ (α Bootes).	189	40	31	30	S	203	52	24	56	N
Munir al-Fakka (α Corona).	207	20	44	30	N	—		—		N
Qalb al-'aqrab (α Scorpii).	235	20	4	0	S	234	18	23	5	S
al-Nasr al-wāqi' (α Lyrae).	270	0	62	0	N	270	0	38	25	N
al-Nasr al-ṭā'ir (α Aquilae).	286	30	29	10	N	283	18	6	25	N
Ra's al-Ḥāwī (α Ophiucus).	—		—		—	294	0	13	30	N
al-Ridf (α Cygni).	321	50	60	0	N	299	44	42	4	N
Mankab al-Faras (β Pegasi).	344	50	31	0	N	331	30	22	29	N
al-Kaff al-ḫaḍīb (β Cassiopeia).	347	—	29	0	N	—		—		N

Fin de los párrafos que se necesitan para operar con el astrolabio, añadidos por Maslama b. Aḥmad.

J. VERNET Y M. A. CATALÁ.

Astronomía en evolución

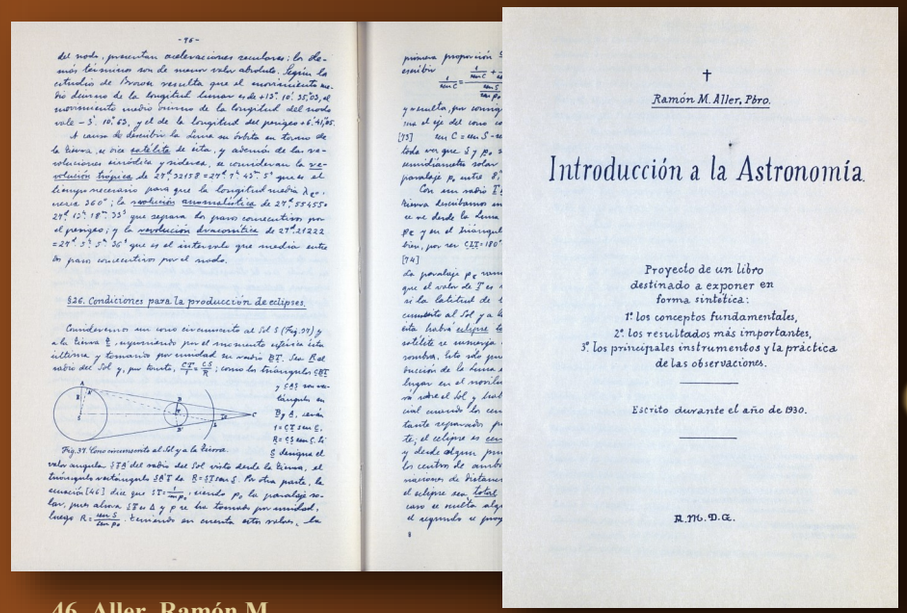
Astronomía en la facultad de Ciencias

En 1894, la Astronomía surgió tímidamente en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza con la llegada de Gabriel Galán Ruiz, catedrático de Astronomía Esférica y Geodesia, a quien se unió tres años más tarde Graciano Silván González, catedrático de Cosmografía. Durante la larga ausencia de Galán por excedencia (1910-1924), la enseñanza corrió a cargo de Esteban Vergés Galofre. Los tres docentes estuvieron más interesados en la Geometría Descriptiva necesaria para estas asignaturas que en la propia investigación.

La incorporación de José María Plans y Freyre como catedrático de Mecánica Racional en 1909 supuso un salto de calidad en el claustro de la Facultad, ya que fue uno de los primeros que introdujeron en España la Teoría General de la Relatividad. Le sucedió en 1922 José María Íñiguez Almech, cuya gran preocupación fue la enseñanza, lo que le llevó a escribir numerosos libros con gran rigor, claridad y profusión de ejercicios.

Pero la Astronomía no comenzó a despegar en Zaragoza hasta 1957 con la incorporación de Rafael Cid Palacios (1918-2004) en la cátedra de esta disciplina, si bien estuvo varios años antes como profesor auxiliar junto con Miguel Liso, compaginando la docencia con su trabajo de meteorólogo. Rafael Cid había realizado su tesis doctoral bajo la dirección de Ramón María Aller en Santiago de Compostela sobre órbitas de estrellas dobles, aunque su interés no era observacional, sino matemático, o más bien geométrico. Demostró que tres observaciones completas y una incompleta era el número necesario y suficiente para obtener la órbita de una binaria visual, trabajo que vio la luz en la revista *Astronomical Journal*, siendo el primer español que publicaba en ella.

Retrato de Rafael Cid Palacios. Años 60.
Imagen: © Archivo familiar de Rafael Cid



Ramón M. Aller, Pbro.

Introducción a la Astronomía

Proyecto de un libro destinado a exponer en forma sintética:
1.º los conceptos fundamentales,
2.º los resultados más importantes,
3.º los principales instrumentos y la práctica de las observaciones.

Escrito durante el año de 1930.

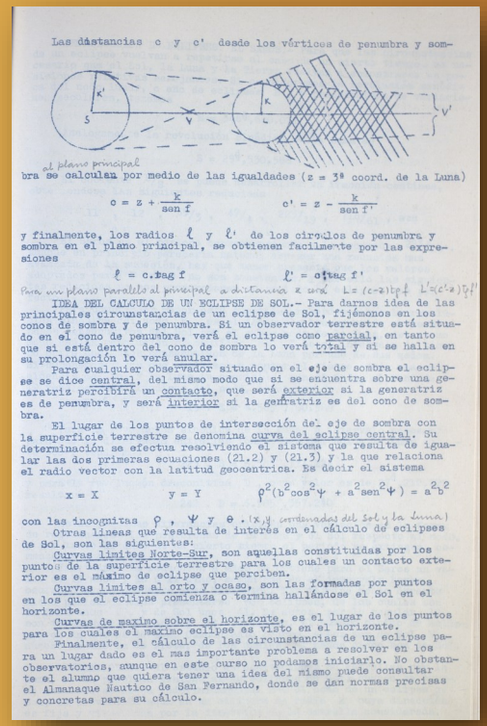
A. M. D. G.

46. Aller, Ramón M.
Introducción a la astronomía / Ramón M. Aller
[Santiago de Compostela]: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Santiago, 1985. Reprod. facs. del manuscrito original de 1930
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

Astronomía en evolución

Una preocupación constante de Cid Palacios fue la elaboración de apuntes para las asignaturas que impartía, a pesar de las pérdidas económicas que a menudo solía ocasionarle. Gracias a su iniciativa, el alumnado disponía de un texto adecuado a los contenidos de la materia, y se ofrecía un programa muy elaborado y autocontenido al profesorado que le sucedió.

Cuidaba mucho la presentación de su material docente. Mecanografiaba él mismo los textos con una máquina de doble teclado (latino y griego) y posteriormente con una máquina de escribir eléctrica de cabeza (y margarita) intercambiable. Algunos de sus apuntes fueron la base sobre la que elaboró magníficos libros de texto como *Mecánica Teórica* (1965) escrito con José María Íñiguez Almech, que incluía un tema muy actual por entonces: el problema del satélite artificial. El lanzamiento del Sputnik en 1957 supuso un reto científico en los cálculos necesarios para describir y predecir su trayectoria alrededor de la Tierra. Fue el punto de partida que desencadenó la carrera espacial entre la URSS y Estados Unidos.



Las distancias c y c' desde los vértices de penumbra y som-

al plano principal

bra se calculan por medio de las igualdades (z = 3ª coord. de la Luna)

$$c = z + \frac{k}{\operatorname{sen} f} \qquad c' = z - \frac{k}{\operatorname{sen} f'}$$

y finalmente, los radios ℓ y ℓ' de los círculos de penumbra y sombra en el plano principal, se obtienen facilmente por las expresiones

$$\ell = c.\operatorname{tag} f \qquad \ell' = c'\operatorname{tag} f'$$

Para un plano paralelo al principal a distancia z será $L = (c-z)\operatorname{tg} f$ $L' = (c'-z)\operatorname{tg} f'$

IDEA DEL CALCULO DE UN ECLIPSE DE SOL.- Para darnos idea de las principales circunstancias de un eclipse de Sol, fijémonos en los conos de sombra y de penumbra. Si un observador terrestre está situado en el cono de penumbra, verá el eclipse como parcial, en tanto que si está dentro del cono de sombra lo verá total y si se halla en su prolongación lo verá anular.

Para cualquier observador situado en el eje de sombra el eclipse se dice central, del mismo modo que si se encuentra sobre una generatriz percibirá un contacto, que será exterior si la generatriz es de penumbra, y será interior si la generatriz es del cono de sombra.

El lugar de los puntos de intersección del eje de sombra con la superficie terrestre se denomina curva del eclipse central. Su determinación se efectua resolviendo el sistema que resulta de igualar las dos primeras ecuaciones (21.2) y (21.3) y la que relaciona el radio vector con la latitud geocentrica. Es decir el sistema

$$x = X \qquad y = Y \qquad \rho^2(b^2\cos^2\psi + a^2\operatorname{sen}^2\psi) = a^2b^2$$

con las incognitas ρ, ψ y θ. (x,y coordenadas del Sol y la Luna)

Otras lineas que resulta de interés en el cálculo de eclipses de Sol, son las siguientes:

Curvas limites Norte-Sur, son aquellas constituidas por los puntos de la superficie terrestre para los cuales un contacto exterior es el máximo de eclipse que perciben.

Curvas limites al orto y ocaso, son las formadas por puntos en los que el eclipse comienza o termina hallándose el Sol en el horizonte.

Curvas de maximo sobre el horizonte, es el lugar de los puntos para los cuales el maximo eclipse es visto en el horizonte.

Finalmente, el cálculo de las circunstancias de un eclipse para un lugar dado es el mas importante problema a resolver en los observatorios, aunque en este curso no podamos iniciarlo. No obstante el alumno que quiera tener una idea del mismo puede consultar el Almanaque Nautico de San Fernando, donde se dan normas precisas y concretas para su cálculo.

Astronomía en la facultad de Ciencias

Publicó casi 50 artículos de investigación en revistas de prestigio y dirigió veinte tesis doctorales, formando a varias generaciones de investigadores que integran hoy importantes grupos de trabajo en distintas universidades, y en particular el grupo de Mecánica Espacial de la Universidad de Zaragoza.

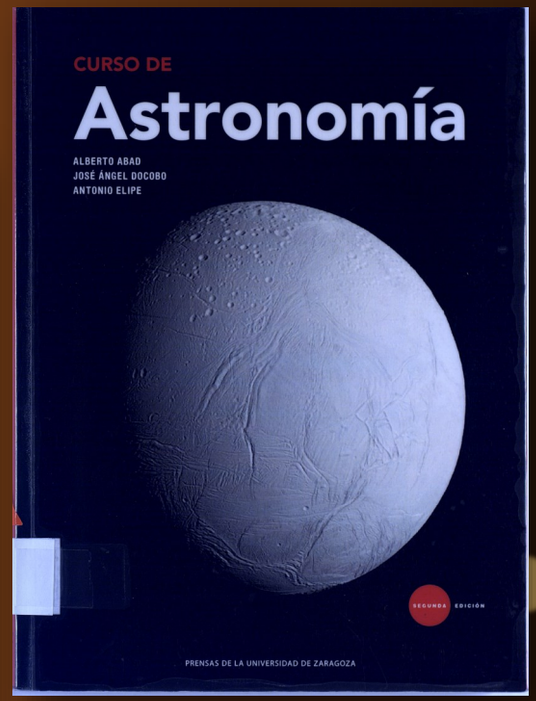
47. Orlín de la Facultad de Ciencias Exactas. Zaragoza 1936 Curso 1935-1936.

Archivo de la Universidad de Zaragoza. Reproducción expuesta

48. Cid Palacios, Rafael

Apuntes de astronomía de Rafael Cid Palacios

Colección particular Antonio C. Elipe Sánchez . Original expuesto



49. Abad, Alberto

Curso de astronomía / Alberto Abad, José Ángel Docobo, Antonio Elipe

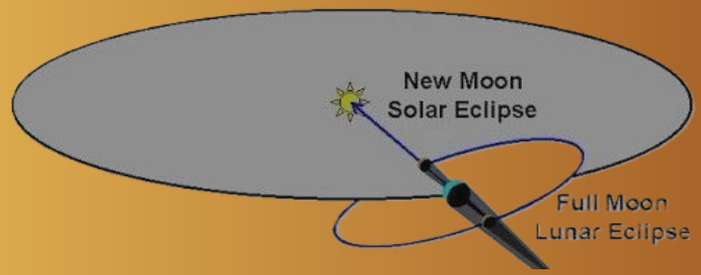
Zaragoza : Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2017

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

Astronomía en evolución

Los tres eclipses visibles en España: 2026, 2027 y 2028

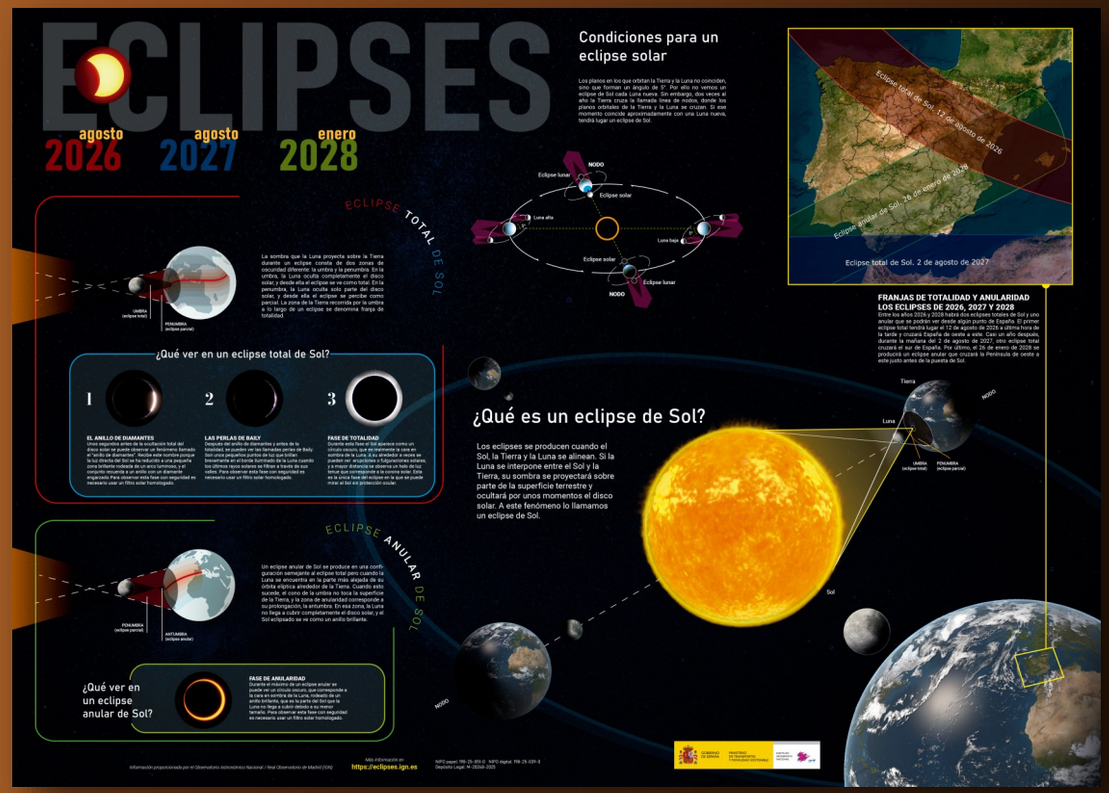
La fase de luna nueva siempre ocurre cuando la Luna está situada entre el Sol y la Tierra. El brillo del Sol impide su visibilidad, pero cuando la alineación entre los tres astros es perfecta, la Luna oculta al Sol produciendo un eclipse solar.



Los eclipses solares solo se originan cuando la luna nueva en su órbita, inclinada unos 5° respecto al plano orbital de la Tierra alrededor del Sol (la eclíptica), coincide con uno de los puntos (nodos) donde se cruza con la órbita terrestre.

Un eclipse solar total se percibe de forma distinta según la ubicación del observador: la totalidad solo puede apreciarse dentro de una estrecha franja de la superficie terrestre, mientras que en zonas más alejadas únicamente se observa como un eclipse parcial.
En un eclipse solar anular, la Luna no llega a cubrir por completo el disco solar porque se encuentra más alejada de la Tierra que en un eclipse total; por eso, el borde del Sol permanece visible y forma el característico anillo de luz alrededor de la Luna.

Normalmente, la sombra lunar pasa por otras regiones del planeta, pero entre 2026 y 2028 tres eclipses distintos tienen trayectorias que cruzan la península ibérica.
El Saros es un período de aproximadamente 18 años, 11 días y 8 horas (6585,3 días). Tras este intervalo, las posiciones entre el Sol, la Tierra y la Luna se repiten casi exactamente, de modo que ocurre un eclipse muy parecido al anterior. Sin embargo, debido a las 8 horas adicionales y a la rotación de la Tierra, el nuevo eclipse se observa unos 120° más al oeste que el anterior.



Infografía Eclipses 2026, 2027, 2028

Imagen: Instituto Geográfico Nacional (Licencia: acceso público -descargable en IGN-)

Astronomía en evolución

Los tres eclipses visibles en España: 2026, 2027 y 2028

Los eclipses de 2026, 2027 y 2028 pertenecen a series Saros diferentes. Lo excepcional es que, por una coincidencia temporal, las trayectorias de tres eclipses de distintas familias Saros atraviesan la península ibérica en años consecutivos.

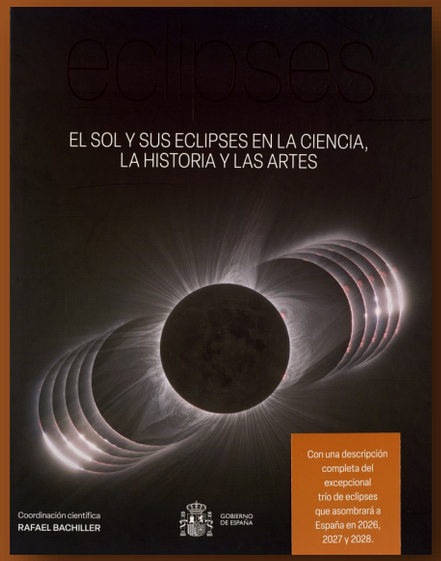
El 2 de agosto de 2027 tendrá lugar un nuevo eclipse total de sol visible desde la Península. La franja de totalidad cruzará el estrecho de Gibraltar de oeste a este, cubriendo las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla, casi la totalidad de la provincia de Cádiz, parte de la provincia de Málaga y las zonas más meridionales de las de Granada y Almería. Será en torno a las 10:50, por lo que la elevación del Sol facilitará la observación del eclipse.

50. ***Eclipses : el sol y sus eclipses en la ciencia, la historia y las artes*** / [coord. científica, Rafael Bachiller]

[Madrid etc.] : Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades : CSIC : Instituto de Astrofísica de Canarias : Instituto Geográfico Nacional : Planeta, 2025

Colección particular Pedro J. Miana.

Original expuesto



51. ***Eclipses de sol : los eclipses "españoles" de 2026, 2027 y 2028*** / [coord. de la edición, Rafael Bachiller]

Madrid : O. A. Centro Nacional de Información Geográfica, D.L. 2025

Colección particular Pedro J. Miana. Original expuesto

El eclipse del 26 de enero de 2028 será anular, cuya franja cruzará la Península desde el suroeste al noreste, cubriendo gran parte del territorio nacional. Podrá observarse en casi toda la comunidad de Andalucía, la parte sur de Extremadura, Castilla-La Mancha, algunas zonas de la Comunidad de Madrid, Aragón, Murcia, Comunidad Valenciana, parte de Cataluña y las islas más occidentales de Baleares. En el resto del país se disfrutará como eclipse parcial. Tendrá lugar poco antes del anochecer, por lo que la elevación del Sol será baja y dificultará su observación.

Curiosamente, con un enfoque estadístico se ha estimado la frecuencia media de un eclipse solar total y uno anular en un punto determinado de la superficie: una vez cada 373±7 años para el primer tipo y 226±4 años para el segundo.

Por supuesto, habrá más eclipses visibles desde España y sabemos cuándo serán. El 12 de septiembre de 2053 tendrá lugar un eclipse total, cuya franja de totalidad cruzará principalmente el estrecho de Gibraltar y el extremo sur de la península (muy similar al recorrido del eclipse de 2027). El eclipse solar total del 17 de noviembre de 2180 será de larga duración, alcanzando un máximo de 4 min y 3 s, y cruzará de forma generalizada nuestro territorio como el de 2026.

Navegación, instrumentos y astronomía

Teodolito

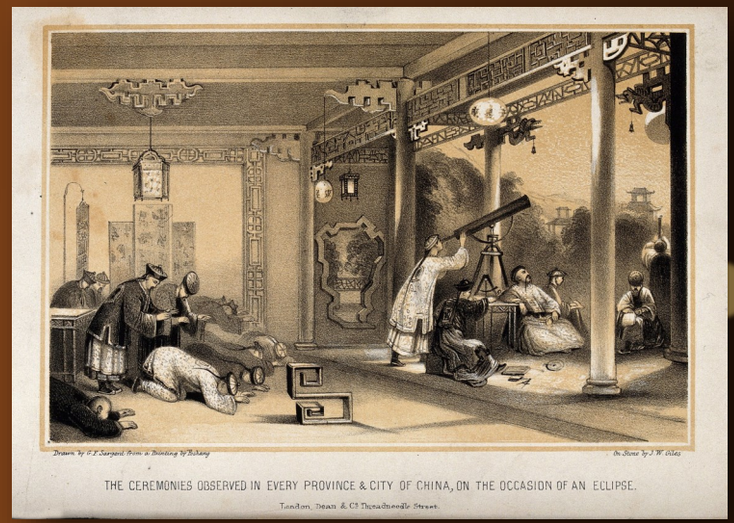
El cálculo de la posición, la navegación y la astronomía han estado unidas desde la antigüedad. Antes de la existencia del GPS, los navegantes se orientaban observando el Sol, la Luna y las estrellas para conocer su localización y encontrar el rumbo correcto. Para ello, se utilizaron diferentes instrumentos que hicieron posible la exploración del mundo.

El teodolito se emplea principalmente en topografía y geodesia y permite medir con precisión ángulos horizontales y verticales, siendo útil para realizar observaciones astronómicas y elaborar mapas. Una vez nivelado el instrumento sobre un trípode, el observador apunta el telescopio hacia distintos puntos del terreno y registra los ángulos correspondientes. Combinando estas mediciones con técnicas trigonométricas es posible determinar distancias, desniveles y coordenadas con gran exactitud.

El origen del teodolito deriva de los primeros instrumentos empleados en astronomía y agrimensura en las civilizaciones egipcia, griega y romana, como la groma, el dioptra y el astrolabio. Estos aparatos permitían medir direcciones y algunos ángulos, aunque su precisión era limitada. El término "theodolite" apareció por primera vez en 1571, en la obra *Pantometria* del matemático e instrumentista inglés Leonard Digges.
El teodolito expuesto, datado entre finales del siglo XIX y principios del XX, está construido en latón y acero pavonado, una combinación que ofrece resistencia a la corrosión y una alta precisión mecánica. Fue importado por el comercio zaragozano B. Pinilla Ibáñez, especialista en aparatos topográficos, geodésicos y científicos.

52. Teodolito
Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

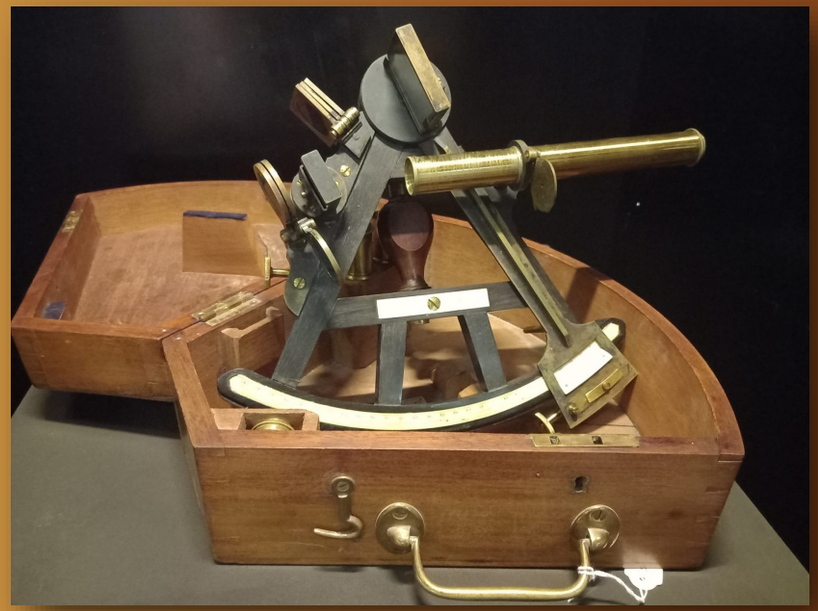
"Ceremonias observadas en las provincias y ciudades chinas con ocasión de un eclipse". Litografía de J.W. Giles; dibujo de F.G. Sargent basado en una pintura de Foshang. 1847. Imagen: Wellcome Collection (Licencia: Marca de Dominio Público)



Navegación, instrumentos y astronomía

Sextante

El sextante es un instrumento de precisión diseñado para medir el ángulo entre dos objetos visibles, generalmente entre un astro (el Sol, una estrella o un planeta) y el horizonte, lo que permite calcular la latitud (distancia al ecuador) con gran exactitud.
Durante más de dos siglos fue el instrumento fundamental de la navegación astronómica, permitiendo a los marinos determinar su posición en alta mar. El sextante moderno apareció en el siglo XVIII como evolución de instrumentos anteriores utilizados en navegación, en particular del octante. Su invención, hacia 1730, se atribuye casi simultáneamente al matemático inglés John Hadley y al inventor Thomas Godfrey, oriundo de las colonias británicas norteamericanas.



53. Sextante
Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

Debido al fenómeno de la doble reflexión, el ángulo máximo que puede medir el sextante es de 120°, el doble del recorrido de su brazo móvil, un sexto de la circunferencia completa; de ahí su nombre.

En el brazo principal de la pieza expuesta puede leerse la inscripción del fabricante "BROWNE & SON LTD”. La empresa *Henry Browne & Son Ltd.* fue fundada por Henry Browne (1842-1935) en Brightlingsea (Reino Unido). Posiblemente, este sextante náutico de reflexión salió de sus talleres entre 1905 y 1925.

“Plano de la bahía de Cartagena de las Yndias” en *Relacion historica del viage a la America meridional*, de Jorge Juan y Antonio de Ulloa. 1748.
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Original expuesto.

Navegación, instrumentos y astronomía

Reloj náutico

Diseñado para mantener una precisión horaria absoluta frente a las oscilaciones del mar, el cronómetro se ajustaba antes de zarpar, generalmente con la hora del Meridiano de Greenwich. Durante la travesía se mantenía en funcionamiento sin modificar su ajuste. El navegante calculaba la hora local mediante un sextante, observando el paso del Sol por el meridiano, y la comparaba con la del reloj. Como la Tierra gira 360° en 24 horas, cada hora de diferencia equivale a 15° de longitud. Gracias al relojero John Harrison (1693-1776), se resolvió uno de los mayores problemas de la navegación oceánica con este sencillo principio, que permitía calcular la posición este-oeste del buque con exactitud.

Para mantener su regularidad de marcha frente al oleaje, el mecanismo se aloja en un sistema de suspensión cardánica (gimbal) formado por dos anillos concéntricos, que mantiene el reloj siempre en posición horizontal independientemente de los movimientos del barco.

El cronómetro marino expuesto fue fabricado por la prestigiosa manufactura suiza Ulysse Nardin en 1848. Fundada en 1846 en Le Locle por el relojero del mismo nombre, se convirtió en uno de los principales proveedores de instrumentos de alta precisión a marinas militares y observatorios astronómicos de todo el mundo, y fue merecedor de numerosos premios en concursos internacionales.

54. Reloj náutico o cronómetro marino
Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza.
Original expuesto.

"Observando el eclipse solar, 6 abril, 1894" en *Farthest north*, de Fridtjof Nansen, 1897.
Imagen: MBLWHOI Library (Licencia: Dominio público -BHL-)

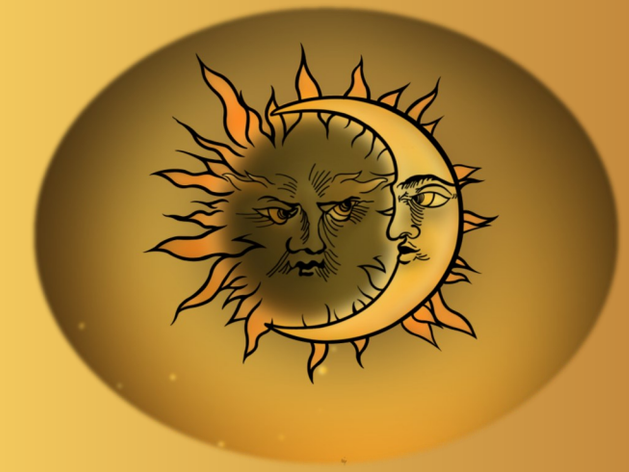
ÍNDICE DE NOMBRES

Abad, Alberto 51
Ailly, Pierre d' 14
Airy, George Biddell 34
Aïvazovskïi, Ivan Konstantinovich 33
Alarcón, Pedro Antonio de 36-37
Alembert, Jean Le Rond d' 29
Alfonso. XIII, Rey de España 42
Aliaco, Petri de *Véase* Ailly, Pierre d'
Aller, Ramón M. 48, 50
Álvarez, Antón (imp.) 22
Apianus, Petrus 19-20
Aristarco de Samos 25
Ayala, Juan de (imp.) 11
Azpiazu, Salvador 40
B. G. Teubner (ed.) 45
Bachiller, Rafael 53
Barrillot & fils (imp. y ed.) 28
Basa, Domenico (imp.) 18
Berkowski, Julius 33
Birckmann, Arnold (ed.) 19
Boudet, Antoine (imp.) 29
Boulonois, Edme de (grab.) 18
Brahe, Tycho 27
Browne, Henry 55
Caccini, Tommaso 5
Caffi, Ippolito 32
Calamita y Álvarez, Gonzalo 44
Campbell, William Wallace 43, 46
Campillo y Marco, Antonio 23
Campo, Jerónimo del 32
Carlos I, Rey de España 20
Cassini, Jacques 30
Castillo y Ocsiero, Mariano 23
Català Poch, M. Asunción 49
Causada y Labastida, Valero 35
Cellarius, Andreas 25
Centro Nacional de Información Geográfica (ed.) 53
Chambers, George Frederick 39
Chaves, Jerónimo 24
Christie, William Henry Mahoney 42
Cid Palacios, Rafael 50-51
Ciruelo, Pedro 12, 14
Clavius, Christoph 18
Colegio del Jesús. Tortosa (ed.) 42
Colines, Simon de (imp.) 22
Colón, Cristóbal 7, 8, 9, 17
Cook, John (ed.) 7
Copérnico, Nicolás 5, 12, 16, 25-28
Coppenius, Aegidius (imp.) 19
Cortés, Martín 22
Cuesta, sucesores de (imp.) 40
Dagron, Prudent René-Patrice 38
Daguerre, Louis-Jacques-Mandé 32
Dante de Rinaldi, Pier-Vincentio 14
David, Michel-Étienne [l'aîné] (ed.) 29
De La Rue, Warren 34
Deslandres, Henri A. 40
Díaz, Fernando (imp.) 24
Diderot, Denis 29
Digges, Leonard 54
Docobo, Ángel 51
Doré, Gustave (grab.) 6
Du Ry, Antoine (ed.) 21
Eddington, Arthur Stanley 46
Edward Cavendish Drake (seud.) (ed.) 7
Einstein, Albert 45-46
Elipe, Antonio 51
Euclides 11
Fátima de Madrid 47
Fernández de Navarrete, Martín 8
Ferrín Moreiras, Antonia 48
Flammarion, Camille 38, 40, 42, 47
Flammarion, Ernest (ed.) 38
Foguet, José L. (imp.) 42
Foshang (il.) 54
Foucault, Léon 35
Foz, Braulio 36-37
Fundación Tarazona Monumental (ed.) 35
Fundación Universitaria Española (ed.) 31
Fuscus, Dominicus 13
Galán Ruiz, Gabriel 41, 44, 50
Galilei, Galileo 5, 27
Galle, Cornelis (grab.) 20
Gama, Vasco de 7
Gautier, Émilie 35
Gauthier-Villars (imp.) 38
Gemma, Frisius 19
Gherardo da Cremona 13
Giles, John West 54
Godfrey, Thomas 55
Godin Des Odonais, Louis 30
González, J. Natalicio 8
Grignion, Charles (grab.) 7
Grisogono, Federico 11
Grasch, Gasparis (ed.) 17
Grossmann, Marcel 45
Hadley, John 55
Halley, Edmund 28
Hamman, Johann (imp.) 17
Harrison, John 56
Hergé (seud.) *Véase además* Remi, Georges 9
Heródoto 3
Hoxton, Llewellyn Griffith 43
Humphreys, Colin 6
Huygens, Christiaan 30
Íñiguez, Francisco 40
Íñiguez Almech, José María 50-51
Instituto de Astrofísica de Canarias (ed.) 53
Instituto Geográfico Nacional (ed.) 53
Jacquier, François 28
Janssen, Pierre 45
Johannes de Sacro Bosco 12-15, 18, 24
Juan, Jorge 30-31, 55
Kempen, Gottfried von (imp.) 16
Kepler, Johannes 27-28
Khuwārizmī, Muḥammad ibn Mūsá 47
La Baume Pluvinel, Aymar, de 42
La Condamine, Charles-Marie de 30
Le Verrier, Urbain 35, 46
Leseur, Thomas 28
Liso, Miguel 50
Lockyer, Norman 45
Lutero, Martín 5
Magariño, Faustino de (ed.) 24
Majocchi, Gian Alessandro 32
Majriti, Maslamah ibn Ahmad 47
Marín, Antonio (imp.) 30
Marpon, Charles (ed) 38
Martin, John 5
Martin del Barrio, Juan (imp.) 27
Martínez, José Joaquín (imp.) 23
Maskelyne, John Nevil 41
Méndez de Segura, Diego 7-8
Merino Navarro, José Patricio 31
Meurs, Jacob Van (grab.) 25
Miller, John Anthony 46
Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (ed.) 53
Moneva y Puyol, Juan 44
Monfort, Benito (imp.) 4
Moya y Tomás, Rafael (imp.) 27
Müller, Johann Véase Regiomontano
Muñoz Caravaca, Isabel 47
Mut, Vicente 27
Mylius Arnold (ed.) 16
Nansen, Fridtjof 56
Nardin, Ulysse 56
Newton, Isaac 28, 30
Niépce, Nicéphore 32
Nordenberg, Bengt 33
Novara, Domenico Maria 25
Novella, Eduardo 35
Ortelius, Abraham 24
Palencia, Manuel 36
Paolo Veneto 21
Pardo Bazán, Emilia, Condesa de 38
Pérez de Vargas, Bernardo 10-11
Perrine, Charles D. 43, 46
Petit, Jean (imp. y ed.) 14
Peurbach, Georg von 15-17
Pinilla Ibáñez, B. 54
Planeta (ed.) 53
Plans y Freyre, José María 50
Prensas de la Universidad de Zaragoza (ed.) 51
Ptolomeo, Claudio 10-16, 19, 25
Pulgar, Fernando del 4
Ramberg, Johann Heinrich (grab.) 3
Ramón y Cajal, Santiago 36
Ramsay, William 45
Rastelli, Giovanni Bernardino (imp.) 14
Regiomontano, Johannes 9, 17
Remi, Georges *Véase además* Hergé 9
Revilla, Francisco (imp.) 23
Rius y Casas, José 44
Rivadeneyra, sucesores de (imp.) 37, 41
Rodríguez, Juan (imp.) 26
Rodríguez San Vicente, Miguel María 31
Roemer, Stephani (ed.) 17
Ross, Andrew 34
Ruiz-Castizo Ariza, José 44
Santa Cecilia, Miguel Ángel 35
Sargent, G. F. 54
Savirón y Caravantes, Paulino 44
Schmutzer, Ferdinand 45
Schoeller, Johann Christian 32
Secchi, Angelo 34
Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Santiago (ed.) 50
Silván, Graciano 44, 50
Soardis, Lázaro de (imp.) 11
Tales de Mileto 3
Torres, Diego de 4
Torres Villarroel, Diego de 23
Ulloa, Antonio de 30-31, 55
Vergés Galofre, Esteban 50
Vernet, Juan 49
Vespucio, Américo 17
Vincent, Simon (imp.) 21
Waddington, Graeme 6
Whittaker & Co. (ed.) 39
Wilson, Robert 6
Zanetti, Francesco (ed.) 18
Zaragoza, José de 27
Zarzoso, Francisco M. 22
Zúñiga, Diego de 26
Zúñiga, Juan de (imp.) 31

Biblioteca General Histórica - Un espacio para el libro

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

biblioteca.unizar.es



Comisario:

Pedro J. Miana

Textos:

Pedro J. Miana

Alberto Abad

Edición:

Cruz Joven

Consuelo Marco

Diseño:

Violeta Soriano

Biblioteca Universidad Zaragoza — Organiza

Instituto Universitario de Investigación de Matemáticas y Aplicaciones Universidad Zaragoza

Patrocina — Vicerrectorado de Cultura y Patrimonio Universidad Zaragoza

Colabora: Facultad de Ciencias Universidad Zaragoza — Gobierno de Aragón — Real Academia de Ciencias de Zaragoza