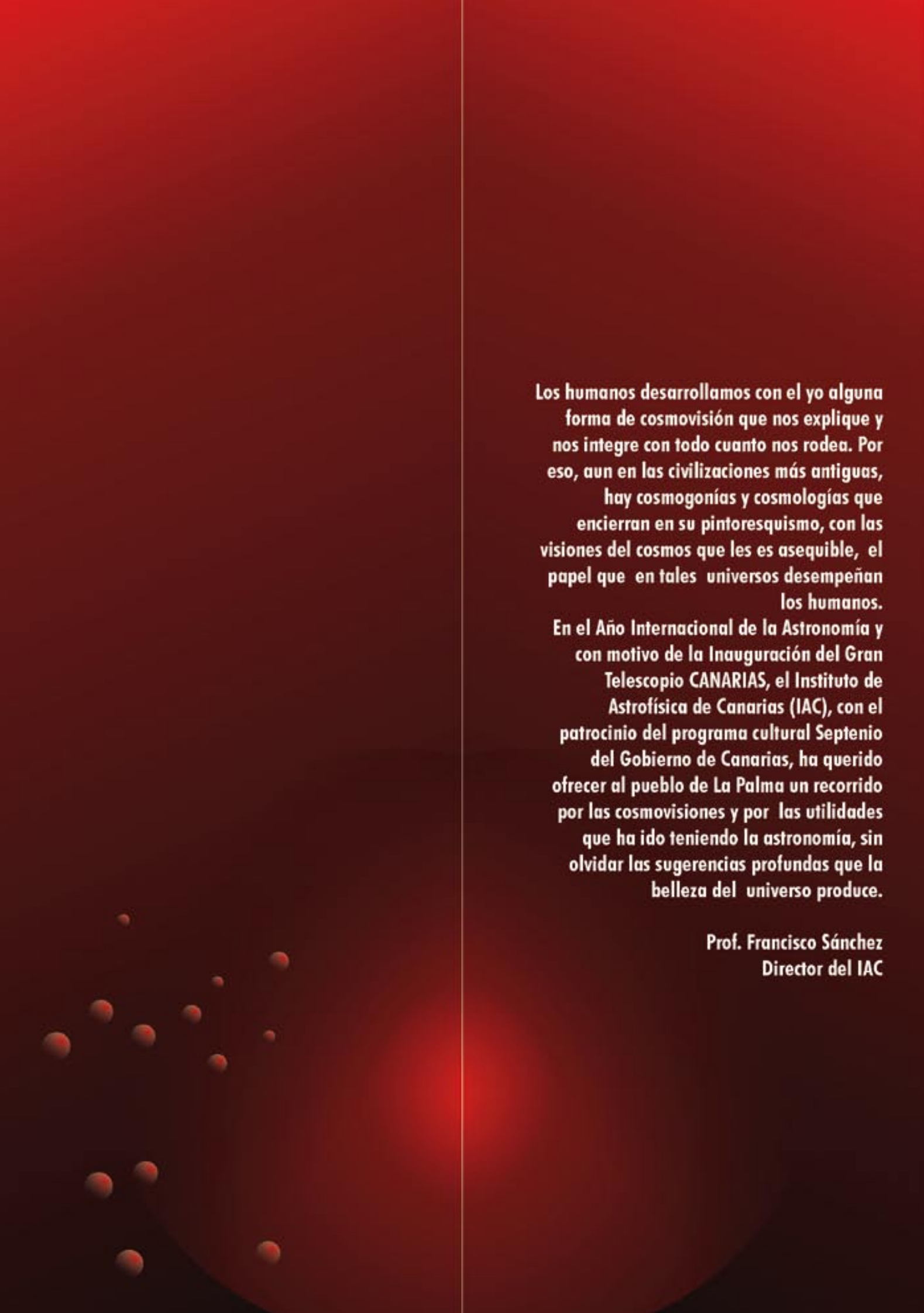


COSMOVISIONES

Una esférica
visión del Cosmos





Los humanos desarrollamos con el yo alguna forma de cosmovisión que nos explique y nos integre con todo cuanto nos rodea. Por eso, aun en las civilizaciones más antiguas, hay cosmogonías y cosmologías que encierran en su pintoresquismo, con las visiones del cosmos que les es asequible, el papel que en tales universos desempeñan los humanos.

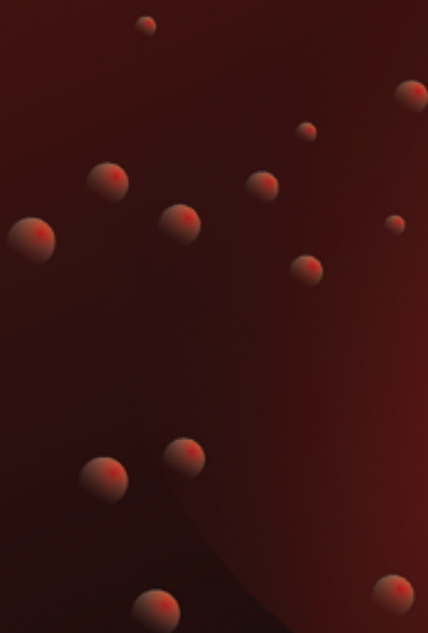
En el Año Internacional de la Astronomía y con motivo de la Inauguración del Gran Telescopio CANARIAS, el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), con el patrocinio del programa cultural Septenio del Gobierno de Canarias, ha querido ofrecer al pueblo de La Palma un recorrido por las cosmovisiones y por las utilidades que ha ido teniendo la astronomía, sin olvidar las sugerencias profundas que la belleza del universo produce.

Prof. Francisco Sánchez
Director del IAC

Cuando, tras la Gran Explosión, se puso en marcha el Universo, se hicieron realidad también el espacio y el tiempo. Sin embargo, nadie había vivo para contemplar este prodigio. Tuvieron que pasar miles de millones de años para que surgiera sobre la faz de la Tierra el homo sapiens y, con él, los por ahora unos ojos inteligentes dispuestos a observar, a hacerse preguntas y a buscar respuestas. Hasta ese momento, el Cosmos fue ciego e incapaz de mirarse a sí mismo para conocerse mejor.

Ya con el hombre sobre la Tierra, durante siglos y siglos esa maravillosa bóveda estrellada se mostró con todo su poder de fascinación, pero tan lejana como inasequible. Con el hombre había surgido un algo nuevo que ya no pararía en su deseo de saberlo todo, de conocer lo que realmente ocurre, el porqué ocurre y cuáles son sus reglas. Con el hombre, el Universo se dotó de una conciencia de sí mismo y de un observador implacable. Y todo ello ocurrió en un modesto planeta, compañero de otros modestos planetas que giran todos prisioneros de una modesta estrella llamada Sol.

Espoleado por su naturaleza, el homo sapiens comenzó primero a contemplar extasiado la bóveda celeste, intentando saber su influencia en su vida y su futuro, después a observarla con mirada analítica y, por último, a buscar de qué manera desentrañar las leyes que se esconden bajo el comportamiento de los fenómenos observados. Y todo ello, utilizando como única herramienta sus ojos. Reducido a su mirada como único instrumento, tan natural



como limitada, e ignorando aún aquello del bello mentir de las estrellas, interpretó la realidad basándose únicamente en lo aparente, construyendo teorías y modelos que lo afincaban en el centro de lo existente. Así, casi sin querer, se convirtió en el eje único en torno al cual todo giraba como una enorme y armónica esfera. El Sol y la Luna, las estrellas fijas y las vagabundas, se sucedían día tras día y noche tras noche en un rutinario devenir ante la atenta mirada de unos y de otros.

Pero pasaron más siglos y los modelos fueron incapaces de sostener las realidades. Unas teorías fueron sustituidas por otras. Los paradigmas intocables dieron paso a otros mejor capacitados para explicar lo que ya no tenía explicación. Porque, ya entonces, la proverbial inquietud humana había hecho posible el desarrollo de un instrumento con el que acercarse al cielo sin abandonar nuestro suelo terrenal. Lo inalcanzable se fue acercando. Ese ser inquieto había dirigido el telescopio al cielo y proyectado nuevas ideas reveladoras. Todo ello le dio las fuerzas y la valentía necesarias para abandonar las viejas ideas y con ellas el centro del Universo para situarse, con humildad, en su verdadero lugar. El Sol ocupó su sitio y fue entonces cuando todo comenzó a encajar. A partir de ese momento, la progresión en el conocimiento del Universo ha sido una aventura imparable lograda gracias al conjunto de instrumentos que el ingenio del ser humano ha sabido desarrollar.

“Cosmovisiones” muestra esas maneras de interpretar el Universo visible hechas arte por ilustradores que llenaron de láminas tantos y tantos maravillosos códices que son el tesoro de nuestras bibliotecas. Nunca estaremos tampoco suficientemente agradecidos a aquellos humildes copistas que han hecho posible que el arte, la filosofía y la ciencia más antigua lleguen hasta nuestros días.

La muestra ha querido exponer también un ejemplo de cómo el saber de astronomía fue siempre útil y, en concreto, clave para el arte de navegar. Como simples botones de muestra, se exponen las ilustraciones de dos libros, la Suma de Cosmographia del sevillano Pedro de Medina, y el Astronomicum Caesareum de Petrus Apianus, maravillas ambas pertenecientes a los fondos de la Biblioteca Nacional de España.

Hubiese quedado incompleta esta muestra si no hubiésemos dedicado una Sala a proyectar las imágenes de cómo vemos hoy en día el Universo cuando nos acercamos a él con los más modernos telescopios y de cómo esta apasionada historia del ser humano por comprender el Universo, del que sólo somos una insignificante chispa inteligente, es también el relato de la evolución de su mejor herramienta para hacerlo: el telescopio.

Nuestro agradecimiento más sincero a cuanta personas e instituciones han hecho posible esta Exposición.

Luis Martínez
Jefe del Gabinete del IAC

**Circunferencias,
círculos, esferas...**

**La simetría circular
es la forma matemática
más frecuente en la
naturaleza.**

**La circunferencia es el perímetro
más corto que encierra una
superficie plana.**

**La esfera es la menor superficie
que encierra un volumen.**

El círculo protege, rueda, mueve.

**Es perfección y armonía;
orden y belleza.**

**¿Qué forma
tiene el Universo?**

**El cielo parece una esfera
de estrellas fijas rodeando
la Tierra.**

**El Universo finge reflejar en él
la perfección de la esfera
y el movimiento de un círculo.**

**Figura y movimiento parecen
darle armonía.**

**Pocas visiones han seducido
tanto a la ciencia y el arte.**

**El círculo, la esfera, son una
metáfora en sí mismos,
un símbolo a través del cual
el hombre ha tratado de
entender los misterios del
Universo.**

De sphaera mundi

La divina geometría

"La figura y el movimiento del mundo contribuyen a darle armonía; la figura, porque siendo esférica y semejante a sí misma en todos sentidos puede encerrar en sí todas las demás figuras regulares; el movimiento, porque describe eternamente un círculo."

Platón (s. IV a. C)

Fue la escuela griega quien dio a la astronomía una verdadera importancia científica.

Los filósofos griegos tenían una concepción geocéntrica del mundo. Propusieron un modelo en el que los planetas, además de la Luna y el Sol, giraban en torno de la Tierra, el centro del Universo, describiendo círculos a velocidad constante. Esta idea estaba de acuerdo con un sentido de lo que parecía bello y elegante. El círculo era la forma más perfecta, sin principio ni final. Y el movimiento circular era, sin duda, el más apropiado para cuerpos tan sublimes como los celestes.

El modelo geocéntrico de los griegos (aristotélico) fue ampliado por Claudio Ptolomeo en el siglo II d. C hasta constituir un modelo cosmológico completo. En el Universo de Ptolomeo, la Tierra estaba en el centro y la rodeaban ocho esferas concéntricas donde se engarzaban la Luna, Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter, Saturno, la esfera del Zodíaco y las estrellas fijas. Esta cosmología fue adoptada por la Iglesia cristiana como la imagen del Universo porque se ajustaba a las escrituras y constituyó el paradigma de la ciencia medieval hasta la revolución científica moderna.

EL PRIMER CIELO

Piedras del Sol

*Monolito de basalto del reino de Montezuma II, 1502 – 1520
Ciudad de México, Museo Nacional de Antropología*

Los pueblos de América Central alcanzaron un alto grado de conocimientos astronómico, similar al de babilonios, asirios y egipcios. Los aztecas desarrollaron la astronomía y el calendario, y construyeron lugares en los que realizaron observaciones muy precisas, hasta el punto de medir con gran exactitud los periodos orbitales del Sol, la Luna y los planetas Venus y Marte. La figura muestra un monolito circular con cuatro círculos concéntricos. En el centro se distingue el rostro del Dios Sol. Lo flanquean cuatro figuras de forma cuadrada que representan los cuatro soles. El círculo exterior está formado por 20 áreas que representan los días de cada uno de los 18 meses que constituían el calendario azteca.



De sphaera mundi

La divina geometría

El Universo como Tabernáculo

*Cosmo Endicopleuste, Topographia christiana
Código miniado, siglo XI
Firenze, Biblioteca Medicea Laurenziana, Plut. 9.28, c. 95v*

A pesar de sus contactos con los pueblos de la Mesopotamia, los hebreos no llegaron a tener grandes conocimientos astronómicos. Sus concepciones cosmogónicas reflejan un nivel bastante primitivo y son pocas sus observaciones sobre el Sol, la Luna y sus movimientos, así como sobre los eclipses y los planetas. Este modelo del Universo del siglo VI está inspirado en el tabernáculo hebreo. La bóveda de esta construcción representa el firmamento.

El mundo conocido está situado sobre un plano de forma rectangular y rodeado por el océano. De allí se eleva una montaña cónica que oculta el Sol provocando la noche. El disco rojo de la derecha representa el mismo Sol que sale y el de la izquierda el que se pone. Esta fantástica visión del Universo fue compartida por algunos de los padres de la Iglesia, pero completamente abandonada al final del milenio.

Podemos remontar la astronomía antigua hasta las primeras civilizaciones conocidas, de cuyos conocimientos tenemos alguna referencia gracias a la tradición o a grabados que han llegado hasta nosotros. La primera referencia es en Mesopotamia, cuarenta siglos antes de Cristo, cuyos conocimientos se difundieron por toda Asia, Europa y Egipto y, con mucha probabilidad, también por los pueblos de América Central. Los primeros conocimientos astronómicos se aplicaron, sobre todo, con fines religiosos y agrícolas.



LA OBRA DIVINA

La Tierra y los elementos

Hildegard von Bingen, *Sententiae Hildegardis Revelationes*
(*Liber Divinorum Operum*)
Código miniado, primera mitad del siglo XIII
Lucca, Biblioteca Estatal, Ms. 1942, c.38r

La figura representa esta visión donde la región elemental del Mundo, la zona sublunar, está formada por la Tierra y las esferas del Agua, del Aire y del Fuego. La región superior, el cielo cristalino, figura entre la esfera del Fuego y la del Agua donde, sobre un fondo azul, aparecen en rojo las estrellas.

En la parte superior, en oro, se encuentran alineados los siete planetas, entre ellos el Sol y la Luna.



De sphaera mundi

La divina geometría

Durante la Edad Media predominó el sistema ptolemaico geocéntrico. Este modelo estaba basado en la visión aristotélica en la que la Tierra se suponía inmóvil. Los cuatro elementos demostraban que el estado natural de todas las cosas sublunares era el reposo. La Tierra, el Agua y el Aire buscan su lugar hacia abajo donde son detenidos por el suelo. Y el Fuego trata de volar hacia arriba donde permanece en reposo bajo la esfera de la Luna. En el mundo sublunar todo movimiento es en línea recta. En cambio, la perfección de los cuerpos celestes hace que su movimiento natural sea circular y uniforme. Para Aristóteles y sus seguidores cristianos el mundo tenía mucho más sentido de esta forma.

El centro de la creación

Hildegard von Bingen, *Sententiae Hildegardis Revelationes*
(*Liber Divinorum Operum*), primera mitad del s. XIII
Lucca, Biblioteca del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial,
ms. S.L.3, f. 38v

El universo de Aristóteles fue adoptado como propio por la Iglesia porque era acorde con las Escrituras. En éstas la Tierra y el hombre son los centros de la creación divina. El cuerpo del hombre busca la Tierra porque está hecha de ella y por eso su peso es atraído hacia abajo. "Mi amor es mi peso" dijo San Agustín. Sin embargo, el peso del espíritu es ligero, más que el Fuego y el Aire, por lo que sube hacia su lugar de descanso natural, lejos del mundo sublunar. El Hombre, creado a imagen y semejanza de Dios, expresa en sus componentes materiales y espirituales una natural correspondencia con el Cosmos entero, resultado de la obra divina.

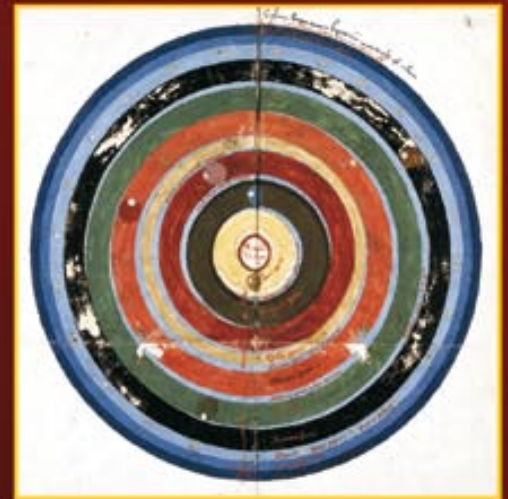


RUEDA DENTRO DE RUEDAS

El engranaje del Universo

John Tolhoff, *De Motibus Coelestium Movilium*
Código miniado, siglo XV
Roma, Biblioteca Apostólica Vaticana

Este esquema del mundo, representa el modelo matemático de Ptolomeo. Todos los planetas, a excepción del Sol, tienen epiciclos. Y la esfera de las estrellas fijas es concéntrica a la Tierra. También lo son las siete esferas, todas de color azul, que transmiten el movimiento a las esferas planetarias. Esta miniatura es por tanto una representación realista y no simplificada de la concepción del cielo en aquel tiempo.



De sphaera mundi La divina geometría

Los elementos del sistema Tolomaico

Johannes de Sacrobosco (John Holywood), *De sphaera mundi*
Código miniado, siglo XVI
Nueva York, The Pierpont Morgan Library/Art Resource, Ms. 722, f. 18v

El tratado *De Sphaera* de Sacrobosco es un clásico de la astronomía medieval y renacentista. Durante siglos fue el libro de astronomía más acreditado en las universidades europeas. *De Sphaera* trata con claridad muchas cuestiones astronómicas asumiendo como referencia el sistema ptolemaico, del cual la figura ilustra múltiples características: el círculo deferente, el punto ecuante y el epiciclo. Una decorativa representación del Zodíaco encierra los detalles de la parte más técnica de la imagen.

Los griegos suponían que el Universo giraba en torno a la Tierra describiendo círculos, ya que ésta era la forma más perfecta. Sin embargo, no explicaba por qué algunos planetas parecían describir bucles mientras avanzaban con respecto a las estrellas fijas. Debido a estos extraños cambios en su movimiento, a los planetas se les denominó "estrellas errantes". Para solucionar el problema, Ptolomeo ideó un ingenioso sistema en el cual la Tierra no estaba en el centro exacto (ecuante). Y los planetas giraban alrededor de su propia órbita (epiciclo), mientras describían un gran círculo (deferente). Los planetas no están sujetos directamente a las esferas, sino mediante una rueda excéntrica. Cuando la esfera gira, la rueda entra en rotación y los planetas rizan su trayectoria.



LAS SAGRADAS ESCRITURAS

La Tierra y las esferas celestes

Les échecs amoureux
Código miniado, a principios del siglo XVI
Paris, Bibliothèque Nationale de France, fr. 143, f. 17

El Universo geocéntrico en la Europa Cristiana situaba la Tierra, con las aguas y los continentes, en el centro del Universo y rodeada de los círculos del Aire y del Fuego. En el exterior, se movían concéntricamente las esferas que contienen los planetas, el Sol y la Luna, así como las representaciones del zodiaco. Lo curioso de esta imagen es que las estrellas doradas, que se alinean verticalmente, son solo seis y no siete como el número de los planetas. Entre las estrellas fijas y la última franja que contiene el Zodiaco, está el Primum Mobile, que transmite el movimiento a todo el Universo.



De sphaera mundi

La divina geometría

El mundo superior

Hartman Schedel, Nuremberg Chronicle, Nuremberg 1493
Padua, Biblioteca Universitaria

En esta representación del Universo las esferas son descritas a la perfección. Circundan la Tierra las esferas del Agua, el Aire y el Fuego. Tras las esferas de los planetas, el firmamento, donde se localizan las estrellas fijas. Siguiendo a Ptolomeo, la cosmología medieval añadió una novena esfera, Crystallinum, que comunica el movimiento a la esfera interior (primum mobile) transmitiéndose a las otras esferas. Por último, el Empíreo, esfera inmóvil de luz purísima y morada de los santos.

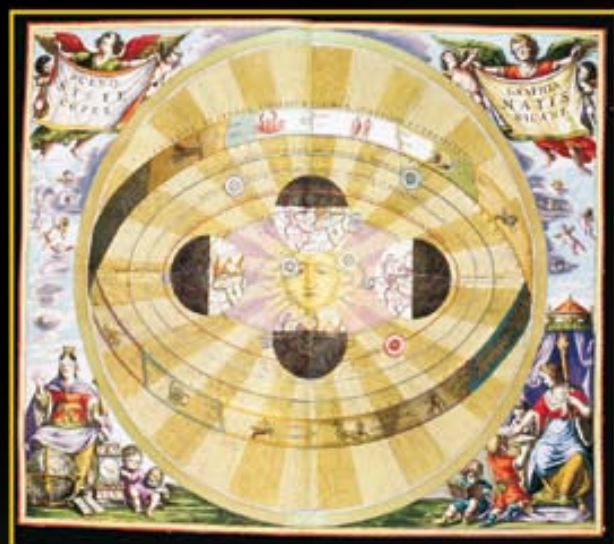
La Iglesia cristiana no tuvo problemas para aceptar y abrazar el modelo geocéntrico ptolemaico. Además, presentaba la gran ventaja de dejar más allá de la esfera de las estrellas fijas una enorme cantidad de espacio para acomodar nuevas esferas transparentes e invisibles. La más externa fue denominada Empíreo, donde los ángeles, santos y bienaventurados gozaban de la presencia de Dios. Por debajo se encontraba el Primum Mobile ('primer motor'), una fuerza mística encargada de transmitir el movimiento a las demás esferas. El mundo era así más perfecto y más adecuado a como Dios, obviamente, debía de haberlo creado.



Ptolomeo

versus

Copérnico



De revolutionibus

La revolución cosmológica

Conforme avanzaban los siglos y los astrónomos realizaban observaciones cada vez más precisas, el sistema de Ptolomeo se manifestaba incapaz de explicar los fenómenos celestes del Sistema Solar. En 1543, Nicolás Copérnico publicó una hipótesis totalmente diferente y reveladora que proponía al Sol, y no a la Tierra, como el centro del Universo. Copérnico tardó 25 años en desarrollar su modelo heliocéntrico. Su obra *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (De las Revoluciones de las Esferas Celestes) se considera el inicio de la astronomía moderna.

Sin embargo, en la época en que se publicó resultaba difícil que los científicos lo aceptaran. Muchos consideraron que se trataba sólo de un artificio para calcular los movimientos de los planetas. Su teoría también levantó una tormenta de protestas de otro tipo. La idea de la Tierra girando alrededor del Sol era contraria a las enseñanzas religiosas occidentales. El propio Copérnico, consciente de la polémica que generarían sus ideas, quiso que el libro se publicara estando en su lecho de muerte y dedicó el mismo al Papa. Más tarde, la Iglesia católica colocaría la obra en su lista de libros prohibidos.

"El mundo es esférico, sea porque es la forma más perfecta de todas, sin comparación alguna, totalmente indivisa, sea porque es la más capaz de todas las figuras, la que más conviene para comprender todas las cosas y conservarlas, sea también porque las demás partes separadas del mundo (me refiero al Sol, a la Luna y a las estrellas) aparecen con tal forma."

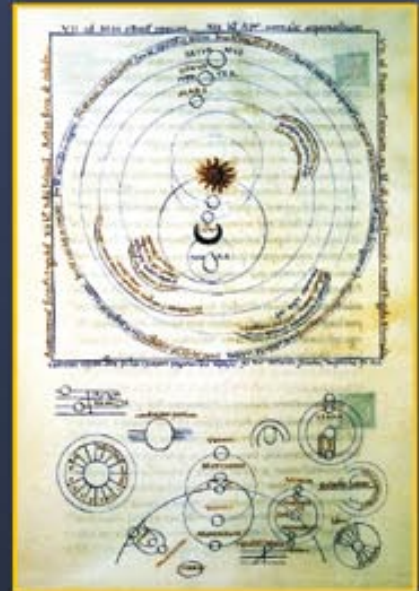
Nicolás Copérnico (s. XVI)

UN PASO AL CENTRO

El mundo según Heráclides Póntico

Marziano Capella, *De Nuptiis Philologiae et Mercuri*
Código miniado, siglo XV
Venecia, Biblioteca Nazionale Marciana, Lat. XVI, 35, f. 143r

La idea de Heráclides pudo llegar a la Edad Media a través de ilustraciones como ésta. En la imagen vemos al Sol casi en el centro del Zodíaco rodeado por Mercurio y Venus girando en órbitas no concéntricas. El Sol y la Luna giran alrededor de la Tierra, que presenta una extraña forma oblonga, mientras que Júpiter y Saturno giran tanto alrededor de la Tierra como del Sol. Las anotaciones que aparecen a lo largo de las órbitas de estos tres planetas indican sus posiciones con respecto al Zodíaco.



De revolutionibus La revolución cosmológica

Antes de elaborar su teoría, Copérnico estudió los textos griegos y descubrió que la rotación de la Tierra y el sistema heliocéntrico ya habían sido propuestos en la antigua Grecia. Heráclides Póntico (s. IV a. C), discípulo de Aristóteles y de la escuela platónica, afirmó que el movimiento aparente diurno del cielo se debía al movimiento de nuestro planeta, cada 24 horas, alrededor de su eje. Y dedujo que los planetas Mercurio y Venus giraban alrededor del Sol, que a su vez daba vueltas a la Tierra. Una idea revolucionaria que situará a Heráclides entre los precursores de Copérnico. Más adelante, Aristarco de Samos (s. III a. C), propuso un modelo totalmente heliocéntrico. Diecisiete siglos habrían de pasar para que la imagen de los planetas girando alrededor del Sol volviera a aparecer.

El sistema de Tycho

Tycho Brahe, *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis*,
Uraniborg 1588
Vienza, "La Biblioteca di Babel" di Giancarlo Baltrame

El sistema ideado por el danés Tycho Brahe -el astrónomo más célebre de su tiempo por lo numeroso y preciso de sus observaciones-, tuvo gran éxito, hasta rivalizar incluso con el sistema copernicano. Tycho trató, en realidad, de aunar el sistema ptolemaico con el de Copérnico, sin renunciar a la importancia clave de la Tierra, haciendo girar a su alrededor la Luna y el Sol. Por otro lado, como Heráclides Póntico, propuso la rotación de los otros cinco planetas alrededor del Sol.

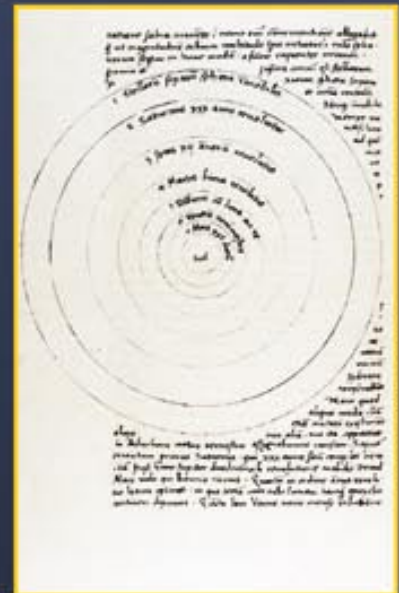


LA LUZ DEL COSMOS

El sistema copernicano

Nicolás Copérnico, *De revolutionibus orbium coelestium*
Manuscrito autógrafa, 1520-1541
Cracovia, Codex Cracoviensis Bibliothecae Jagellonicae 10.000,
f. 9v

En el décimo capítulo del libro, titulado De Orden Coelestium Orbium, Copérnico presenta su modelo destinado a revolucionar la ciencia. El Sol figura en el centro. Le siguen las esferas de Mercurio, Venus y la Tierra con la Luna. Más allá, Marte, Júpiter, Saturno y las estrellas fijas. En el sistema copernicano permanecen varios elementos de la cosmología medieval que más tarde desaparecerían, como la presencia de las esferas planetarias y la de las estrellas fijas, dentro de las cuales se contempla todo el Universo.



De revolutionibus La revolución cosmológica

La teoría geocéntrica ideada para representar los movimientos celestes en el Sistema Solar, se revelaba insuficiente frente a las observaciones más continuas y precisas. Se imponía la necesidad de una reforma fundamental que no tardó en realizarse gracias a la obra de Copérnico. El Sol, generoso creador de luz y calor, debía ser el soberano de los planetas más pequeños. La revolución de Copérnico marcó uno de los mayores cambios en la historia de la ciencia y afectó también a la filosofía y la religión.

Heliocentrismo

Andreas Cellarius, *Harmonia macrocosmica...*,
Amsterdam 1667
Vicenza, "La biblioteca di Babele" di Giancarlo
Baltrame

Se trata de una de las obras maestras del arte librero barroco. El Sol irradia con su luz todo el Universo. El globo sublunar, constituido por los cuatro elementos, gira alrededor del Sol dejando en su interior las órbitas de Mercurio y Venus. Júpiter está representado, además, con los cuatro satélites descubiertos por Galileo en 1610. Y el octavo cielo se representa con las doce figuras zodiacales.



INFINITOS MUNDOS

El Universo según Digges

Thomas Digges, *A Perfit Description of the Celestiell Orbes*, Londres 1576
Nueva York, *The Granger Collection*

Con esta imagen Digges sugiere una de las más profundas transformaciones en la historia del pensamiento científico. La esfera de las estrellas fijas, que hasta entonces siempre había encerrado el Universo entero, se quebranta; las estrellas parecen salirse de los bordes de la página. Por primera vez se representa un Universo no terminado, infinito y poblado de estrellas.



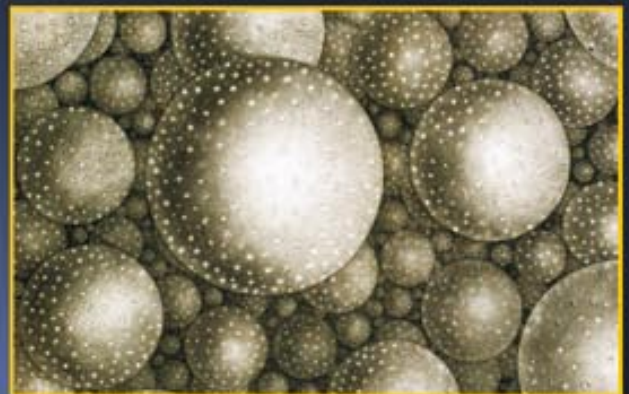
De revolutionibus La revolución cosmológica

Durante los siglos XVI y XVII hubo un debate entre los "máximos sistemas del mundo": el copernicano y el ptolemaico. Aunque en ambos casos el Universo todavía se encontraba limitado por una única esfera externa formada por las estrellas. Sin embargo, algunos astrónomos como Thomas Digges y Giordano Bruno empezaron a imaginar las estrellas como otros soles poblando un universo infinito. De alguna manera, comenzaba a resquebrajarse el sistema imperante hasta ese momento. Las estrellas no estaban necesariamente dispuestas sobre una esfera, sino que se encontraban a distintas distancias de la Tierra; el Universo ya no podía concebirse como finito. Por defender esta idea, demasiado avanzada para su tiempo, Bruno perecería en la hoguera.

Sistemas Estelares

Thomas Wright, *An Original Theory or New Hypothesis of the Universe...*, London 1750
Vicenza, "La biblioteca di Babele" di Giancarlo Beltrame

Thomas Wright imagina un Universo poblado de sistemas de estrellas, no con un sinnúmero de estrellas como había hecho Giordano Bruno. El empleo del telescopio reveló que muchos objetos celestes estaban formados en realidad por muchas estrellas. Imagina los sistemas solares en forma de esferas, donde las estrellas estarían distribuidas sobre la espesa superficie. Según Wright, "esta ilustración se puede llamar una vista parcial del infinito, o quizás, con menor impropiedad, una vista terminada del infinito".



Astronomía nova

La derrota del círculo

El sistema copernicano, mucho más simple y superior a todos los precedentes, no estaba libre de defectos. Copérnico compartió el apego al prestigio de las formas perfectas del círculo y la esfera, y representó el sistema solar con órbitas circulares y con distancias respectivas bastante equivocadas. En conjunto, la visión copernicana no tuvo un impacto inmediato. Pasó casi un siglo para que científicos de la talla de Galileo Galilei, Johannes Kepler e Isaac Newton completaran la revolución astronómica liberando a la astronomía de los residuos geocéntricos.

“Es imposible que la razón, sin una instrucción previa, pueda dejar de imaginar que la Tierra es una especie de casa inmensa con la bóveda del cielo situada sobre ella; una casa inmóvil dentro de la cual el Sol, que es tan pequeño, pasa de una región a otra como pájaro errante a través del aire.”

Johannes Kepler (s. XVII)

La introducción de Galileo del telescopio amplió extraordinariamente el estudio del Universo. A su vez, el aumento en la precisión de las mediciones hizo comprender a Kepler que la fascinación por el círculo había sido un engaño. Advirtió que los planetas no describen círculos alrededor de la Tierra a velocidad constante, sino que se mueven alrededor del Sol describiendo elipses a velocidad variable. Roto el hechizo del círculo, las elipses de Kepler dejaban un misterio por resolver: ¿Qué es lo que mueve a los planetas? La solución llegó unos pocos años después, cuando Isaac Newton publicó su famosa teoría de la gravitación. Su obra culminaba la revolución científica iniciada por Copérnico y proporcionaba el fundamento científico de la moderna visión del mundo.

EL MOLDE CIRCULAR

Los cinco sólidos regulares

Johann Kepler, *Mysterium Cosmographicum*, Tubinga 1596
Vicenza, "La biblioteca di Babele" di Giancarlo Beltrame

En la época de Kepler sólo se conocían seis planetas, Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter y Saturno. Gracias a los antiguos matemáticos griegos también se conocían la existencia de cinco sólidos regulares o "platónicos", cuyos lados eran polígonos regulares. Kepler pensó que los dos números estaban conectados y que los cinco sólidos, inscritos o arrojados uno dentro del otro, determinaban las distancias del Sol a los planetas. Su "misterio cósmico" quedó refutado por los descubrimientos posteriores de los planetas Urano y Neptuno, así como de las lunas de Júpiter.



Astronomía nova

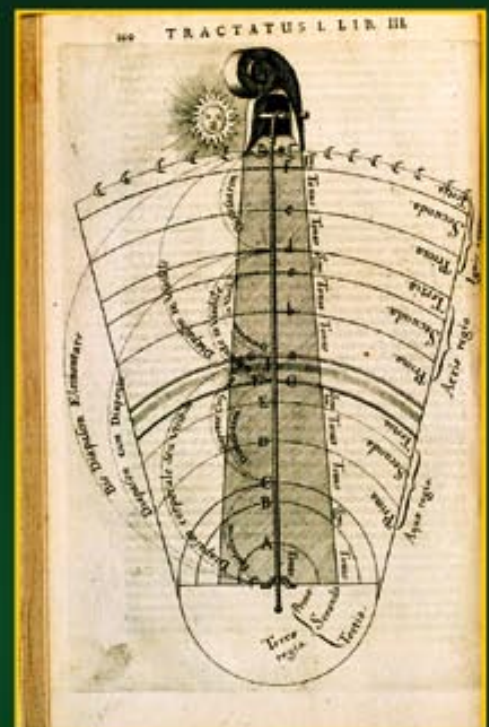
La derrota del círculo

Pitágoras, Platón, Ptolomeo y todos los astrónomos cristianos anteriores a Kepler, daban por sentado que los planetas se movían siguiendo caminos circulares. El círculo se consideraba la forma geométrica perfecta. El Cosmos estaba dotado de un "concierto admirable" conseguido mediante movimientos regulares, órbitas circulares y proporciones armoniosas. El Universo estaba lleno de correspondencias y analogías. La geometría vislumbraba una imagen de perfección y de esplendor cósmico que nadie estaba dispuesto cuestionar.

La armonía de las esferas

Robert Fludd, *Utriusque cosm... historia*, Oppenheim 1617-19
Vicenza, "La biblioteca di Babele" di Giancarlo Beltrame

La convicción de que las esferas de los planetas emitían sonidos que combinados producían una música armónica, se remonta a Pitágora y a Platón. Este concepto tuvo seguidores como Kepler que creía que dentro de esta sinfonía de voces, la velocidad de cada planeta corresponde a ciertas notas de la escala musical latina. La "música de las esferas" era la prueba irrefutable de armonía entre los acordes musicales y los órbitas de los astros. La visión de Kepler de un universo armónico fue compartida por muchos, como demuestra esta imagen de Robert Fludd en la que representa el Universo entero atravesado por un instrumento musical con una sola



EL MENSAJERO CELESTE

El nuevo orden

Otto von Guericke, *Esperimenta nova...*, Amsterdam 1672
Vicenza, "Le biblioteca di Babele" di Giancarlo Beltrame

En esta representación del Sistema Solar se reúnen todos los nuevos descubrimientos efectuados con el anteojo, usado por primera vez por Galileo. Figuran los cuatro satélites galileanos de Júpiter, dos de Saturno registrados en aquellos años y también dos satélites de Venus, consecuencia de una interpretación errónea. Además, se muestran las manchas solares que aparecen contenidas en una esfera espectral.



Astronomía nova

La derrota del círculo

El Sistema Solar

Johann Gabriel Doppelmaier, *Atlas novus coelestis*, Nuremberg 1742
Milán, Biblioteca Osservatorio Astronomico di Brera

En esta ilustración, las densas inscripciones contienen numerosas informaciones sobre la naturaleza y dimensiones de los planetas. Saturno, por ejemplo, está representado con el anillo y con cinco satélites (hoy se conocen diecisiete), y está indicado el período de rotaciones de cada uno; igualmente ocurre con los satélites de Júpiter. En la parte inferior izquierda está ilustrado el mecanismo de un eclipse de Sol, mientras que a la derecha se compara a los sistemas de Ptolomeo, Ticho Brahe y Copérnico. Las estrellas en el rincón superior izquierdo están todas rodeadas por planetas.

Gracias al telescopio de Galileo se inició una era de descubrimientos y observaciones que elevó progresivamente el conocimiento del Universo. Lo primero que Galileo observó fue la Luna. Ya no parecía un disco perfectamente liso, sino que tenía montañas y estaba llena de cráteres. A continuación dirigió su telescopio a Júpiter y avistó cuatro lunas (que hoy son 12). De modo que los cuerpos celestes no giraban exclusivamente alrededor de la Tierra. Y por último, volvió su telescopio hacia el Sol y descubrió manchas en su superficie que cambiaban de forma y posición. Las observaciones con el telescopio demostraban que los cielos no eran inmutables e indestructibles, y que toda la materia debería ser la misma en todas partes. Había comenzado la astronomía moderna.



Suma de Cosmographia

La astronomía náutica en España

La navegación fue la principal beneficiaria del extraordinario progreso en los conocimientos astronómicos. Los descubrimientos geográficos de españoles y portugueses expandieron el comercio a través de los océanos. Este crecimiento en las necesidades de navegación requirió de mejores instrumentos navales, así como una mejoría en las técnicas de cartografía terrestre y estelar, lo que significó un importante estímulo para el estudio de la astronomía y las matemáticas.

Los progresos de la astronomía náutica en los siglos XV y XVI ayudaron a resolver los problemas técnicos que plantean los largos viajes en alta mar y desempeñaron un papel fundamental en el descubrimiento y exploración del Nuevo Mundo. La ciencia y la técnica, en especial la astronomía y la náutica, adquirieron una importancia cardinal para el mundo europeo y logró universalizar los negocios y la economía del planeta entero.

"La esfera de las estrellas es inmóvil; la Tierra, haciendo una revolución, produce el nacimiento y el ocaso cotidiano de las estrellas y de los planetas."

Aryabhata (s. V)

Suma de Cosmographia
La astronomía náutica en España

EL ASTROLABIO



Entre los instrumentos más usados en aquella época por los astrónomos estaba el astrolabio. Etimológicamente significa "el buscador de estrellas". El astrolabio permite determinar las posiciones de las estrellas sobre la bóveda celeste. También eran usados para saber la hora del día o de la noche, mediante la observación del Sol o de un astro sobre el horizonte, y para determinar la latitud a partir de la posición de las estrellas. Se basa en la proyección estereográfica de la esfera sobre un plano. Consiste en un círculo, o sección de un círculo, dividido en grados con un brazo móvil en el centro.

No se conoce con exactitud quién fue el inventor original. Según algunas fuentes, ya era conocido por los egipcios en el siglo III a. C. Sin embargo, fue Ptolomeo el primero en describir su construcción. A lo largo de la historia fue cambiando su diseño: los árabes lo perfeccionaron sustancialmente y lo introdujeron en la Península Ibérica donde fue adaptado a la numeración latina. Durante la Edad Media el astrolabio se convirtió en el principal instrumento de navegación hasta la aparición del sextante en el siglo XVIII.

Suma de Cosmographia
La astronomía náutica en España

*LA CALCULADORA
DE PAPEL*



El *Astronomicum Caesareum* de Petrus Apianus, es una de las obras maestras de la historia de la imprenta y de la historia de la astronomía. Editada en el año 1540, representa una exposición ilustrada de la astronomía de Ptolomeo. Constituye el trabajo astronómico más importante antes de la edición del *De Revolutionibus* (1543) de Copérnico. Fue uno de los libros más publicados durante el primer siglo de la imprenta. Contiene nociones de astronomía, geografía, topografía, navegación, meteorología, matemáticas, proyecciones cartográficas y descripciones de multitud de instrumentos.

La obra consta de una serie de intrincadas composiciones con varias capas de discos de papel móviles, una por cada uno de los siete cuerpos celestes del universo conocido, más otras muchas que permiten alinear la situación de cada planeta en cualquier día del año, en el solsticio, en el equinoccio, etc. Está adornada con virtuosos dibujos coloreados a mano en los que se mezcla la tradición iconográfica clásica con elementos fantásticos. El *Astronomicum Caesareum* fue dedicado al emperador Carlos V en reconocimiento al apoyo prestado.

Suma de Cosmographia
La astronomía náutica en España

LA CALCULADORA DE PAPEL



EL ARTE DE NAVEGAR



Suma de Cosmographia La astronomía náutica en España

Una de las principales contribuciones de la época en el campo de la navegación es la aparición en 1545 de la obra *Arte de navegar* que fue compuesta por Pedro de Medina, cosmógrafo nacido hacia 1493 en Sevilla, centro de la empresa náutica española y punto de partida de los barcos hacia el Nuevo Mundo. Este trabajo despertó interés en todo el continente europeo, ya que se trataba del primer tratado exclusivamente dedicado al tema náutico, y se tradujo a diversos idiomas europeos.

Suma de Cosmographia está considerada un extracto de esta obra y contiene demostraciones, reglas y consejos sobre astronomía y navegación, ilustradas con abundantes imágenes y acompañadas de un pequeño texto explicativo, lo que pone de manifiesto su carácter utilitario y divulgativo. El tratado, por su contenido científico, su estructura y su extensión, superaba los trabajos precedentes y se convirtió desde su aparición en un texto básico para la formación de pilotos en España y Europa.

EL ARTE DE NAVEGAR

Suma de Cosmographia
La astronomía náutica en España



EL ARTE DE NAVEGAR

Suma de Cosmographia
La astronomía náutica en España



Idea original y coordinación

Luis Martínez

Diseño expositivo

Gotzon Cañada

Iván Jiménez

Diseño gráfico

Gotzon Cañada

Guión y textos

Iván Jiménez

Asesor científico

Enrique Joven

Vídeo

Inés Bonet

Fotografía GTC

Pablo Bonet

Montaje expositivo

Dinascan

Volumen Canarias

Imprenta

Producciones Gráficas

Basado en el libro

Imago Munid, de Francesco

Bertola

Patrocinio

Septenio

Agradecimientos:

BIBLIOTECA MEDICEA LAURENCIANA

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DE FRANCE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA DI PADOVA

BIBLIOTECA STATALE DI LUCCA

BIBLIOTECA VATICANA

BIBLIOTECA NAZIONALE MARCIANA

BIBLIOTECA NAZIONALE “VITTORIO EMANUELE III”

THE MORGAN LIBRARY & MUSEUM

THE GRANGER COLLECTION

MUSEO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA
DE MÉXICO

THE BRITISH LIBRARY

CENTRO DI ATENEIO PER LE BIBLIOTECHE

AUSTRIAN NATIONAL LIBRARY

Y especialmente a:

BIBLIOTECA NACIONAL MADRID

BIBLIOTECA REAL DEL MONASTERIO DE SAN
LORENZO DEL ESCORIAL

BIBLIOTECA DEL PALACIO REAL



Sphera del Mundo

SEPTENIO 
CANARIAS
CULTURA, CIENCIA E INNOVACION



Gobierno
de Canarias