

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII



Nocturlabio del siglo XVI: Instrumento que basándose en el movimiento de la esfera celeste permite leer la hora solar durante la noche gracias a sus tres discos concéntricos.

Autor: Javier Barrio Pérez

Índice

Numeración	Epígrafe	Página
1	Introducción.	3
2	La Leyenda Negra de España en la Ciencia.	5
3	La Casa de la Contratación.	7
4	Recordatorio sobre la Revolución Científica.	10
5	La Astronomía en España.	11
6	La Mecánica en España.	15
7	Otros personajes relevantes con la ciencia del siglo XVI.	17
8	Academia Real de Matemáticas en Madrid.	22
9	El Protomedicato.	27
10	El atraso científico español por ser país católico.	28
11	El Colegio Imperial de los jesuitas.	30
12	La continuidad de la ciencia en el siglo XVII.	31
13	Los novatores.	32
14	La mujer en la ciencia del Siglo de Oro español.	34
15	Reflexión final.	35
16	Referencias bibliográficas.	36

1. Introducción

España no puede presumir de haber contado con científicos de la talla de Copérnico, Kepler, Galileo o Newton, pero el siglo XVI no fue malo para la Ciencia Española en la medida en que el término “ciencia” no estaba entonces conceptualmente muy definido ni era tan independiente de la técnica como lo sería después.

La Ciencia fue importante en la España del siglo XVI, con su continuidad en el siglo XVII, porque para mantener el imperio que España había construido con el descubrimiento de América fue necesaria la asociación de la ciencia y la técnica.

El descubrimiento del Nuevo Mundo transoceánico debe tenerse en cuenta cuando se trata de estudiar la Revolución Científica de los siglos XVI y XVII, puesto que, lo que se encontró y estudió en ella, culminó en las obras físico-matemáticas de los autores anteriores y contribuyó a abrir nuevos apartados de la realidad física, y también en la biológica, geográfica y antropológica, aspectos sobre los que también hay que reflexionar por la introducción de conceptos y valores antes no contemplados.

En el siglo XVI, España era una potencia mundial y la ampliación de los fines de la gestión política a que obligaba, tanto el tener que administrar un imperio transoceánico como sus posesiones peninsulares y europeas, significó la aparición de nuevas funciones de gobierno, directa o indirectamente relacionadas con la promoción de la ciencia y de la técnica. Un fenómeno parecido se dio en el siglo XIX y comienzos del XX en el Reino Unido, que tuvo que dedicar grandes recursos, humanos y económicos, para controlar sus colonias, especialmente la India.



Volviendo a la España del siglo XVI, la consecución y conservación del Imperio Español de ultramar representó necesariamente una inmensa inversión nacional de personas, energía y recursos. Uno de dichos recursos fueron los funcionarios, pues para gobernar territorios tan extensos se necesitaban jurídicos para redactar reglamentos, escribanos para transcribirlos y una multitud de oficiales menores para asegurarse de que los primeros habían cumplido con su cometido y esta burocracia repercutió en el sistema educativo español.

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

Al comienzo del siglo XVI había once universidades en España y cien años después llegaron a treinta y tres. Bajo el reinado de Felipe II, la Corona sostenía una población universitaria anual de 20.000 a 25.000 estudiantes, lo que representa alrededor del 5,43 % de su población masculina de 18 años, una cifra que es bastante elevada comparada con los parámetros europeos de la época.

Los estudiantes de derecho que aprobaban se convertían en letrados, que formaban el contingente de reclutamiento de la burocracia, lo que cual repercutió negativamente en el interés de los jóvenes españoles hacia materias como Matemáticas o Astronomía y también de las universidades hacia las facultades que se ocupaban de estas materias. Aun así, el Estado tenía que ocuparse de cuestiones como el control de los problemas sanitarios, la tecnificación del Ejército y la Armada así como de la organización de los medios científicos y técnicos que exigían las comunicaciones con el inmenso imperio colonial hispano, con vistas entre otros menesteres, a la explotación de sus recursos naturales.

Para analizar la ciencia que se hizo en el siglo XVI en España, más que mirar a las universidades hay que analizar instituciones de carácter científico y técnico dependientes de la Corona, que experimentan un importante desarrollo, como la Casa de la Contratación de Sevilla y el Protomedicato creado en 1477, que



estaba formado por los médicos reales y acabó convirtiéndose, en la Corona de Castilla, por una pragmática del rey de 1588 en un organismo controlador de las medidas en torno a la salud pública, incluyendo la recaudación de impuestos relacionados con las prácticas sanitarias.

El libro científico más utilizado en España durante los siglos XVI-XVIII fue la versión castellana de *“De materia medica”* de Dioscórides, que fue titulado en la versión castellana *“Acerca de la materia medicinal y de los venenos mortíferos”* y fue traducido por el segoviano **Andrés Laguna (1499-1559)**, bachiller en Artes por la Universidad de Salamanca y en Medicina por la de París y catedrático de la Universidad de Alcalá, fue médico de la emperatriz Isabel y del emperador Carlos V en algunos momentos y también médico personal del papa Julio III.

Durante el reinado de Felipe II (entre 1556 y 1598) se acometieron empresas científicas, como el estudio sistemático de la geografía física y humana y la cartografía de la metrópoli y de los territorios americanos, que condujo a las *“Relaciones de los pueblos de España y las relaciones de Indias (1575)”* y la organización de observaciones astronómicas normalizadas en las ciudades y pueblos españoles de las Indias.

2. La Leyenda Negra de España en la Ciencia

La Leyenda Negra establece para la historia del Imperio Español un esquema basado en la idea de la ruina perpetua, donde el país se hizo con el cetro mundial a espadazos, violaciones y fanatismo tras hallar por casualidad un continente que sufragó todos sus excesos. Luego se pasó hasta 1898 pagando por sus pecados, sus deudas, su atraso crónico y por haberse enfrascado en una empresa por encima de sus posibilidades. Según esta idea extendida, la prepotencia y la ceguera de España evitaron que pudiera coger el tren del progreso a tiempo, dando la espalda sistemáticamente a sus élites más preparadas: los judíos y los reformistas afrancesados del siglo XVIII.

La realidad, sin embargo, es que ningún imperio se forma por casualidad ni se mantiene cinco siglos cayendo, salvo que lo haga a una velocidad de caída imperceptible al ojo humano. La cifra de los sefardíes que llegaron a salir de España puede que no pasara de las 20.000 personas y no cabe la menor duda de que los judíos no constituían al final ya una fuente de riqueza relevante en Castilla y en Aragón, ni como banqueros ni como arrendatarios de rentas, ni como mercaderes que desarrollasen negocios a nivel internacional, en opinión de Joseph Pérez.



Portugal y España no hubieran podido explorar mares, cientos de islas y todo un continente en solitario durante el siglo XVI. La verdad es que ni Elcano hubiera podido completar la primera circunnavegación a la Tierra sin un bagaje náutico y de tecnología de vanguardia. La Casa de la Contratación de Sevilla no fue sino uno de los principales centros de ciencia aplicada del mundo. Tampoco no se pudieron controlar los campos de batalla sin artilleros y constructores de fortalezas de calidad, esto es, matemáticos e ingenieros.

El interés por la ciencia del rey Felipe II fue proverbial, aunque la Leyenda Negra quiera presentarle como un rey fanático religioso. Felipe II fundó la primera Academia de Ciencias y Matemáticas (1582) de Europa y fue promotor de un conjunto de academias matemáticas por todo el imperio. La España que él y otros reyes crearon no fue el desierto científico que la Leyenda Negra ha contado y los españoles han creído.

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

Se entiende por **Leyenda Negra** la leyenda de la España ignorante, fanática e inquisitorial, incapaz de figurar entre los pueblos cultos, dispuesta siempre a las represiones violentas y enemiga del progreso y de las innovaciones. Por tanto, se refiere a los fantásticos relatos sobre nuestra Patria y que han visto la luz pública en casi todos los países.

En concreto se refiere a:

- Las descripciones grotescas que se han hecho del carácter de los españoles como individuos y como colectividad.
- La negación o, por lo menos, la ignorancia sistemáticas de cuanto nos es favorable y honroso en las diversas manifestaciones de la cultura y del arte.
- Las acusaciones que en todo tiempo se han lanzado contra España, fundándose para ello en hechos exagerados, mal interpretados o falsos en su totalidad.
- La afirmación continuada en libros, al parecer respetables y verídicos y muchas veces reproducida, comentada y ampliada en la prensa extranjera, de que nuestra Patria constituye, desde el punto de vista de la tolerancia, de la cultura y del progreso político, una excepción lamentable dentro del grupo de las naciones europeas.



El tópico de la Leyenda Negra de España surge en el siglo XVI a raíz del inicio de la conquista de América por parte de la Corona española, y se fundamenta teóricamente en el discutido comportamiento español con la población indígena americana, que se difundió desde entonces a raíz de la Reforma protestante, y no ha dejado de utilizarse en contra nuestra y más especialmente en momentos críticos de nuestra vida nacional.

Aunque este es el punto de partida de la Leyenda Negra de España, hay otro aspecto que ha originado otra leyenda negra sobre España: la Ciencia. Existe una corriente de opinión que manifiesta, que en el siglo XVI, época en la que se gesta la Leyenda Negra en América y comienza la Revolución Científica, se inicia el atraso científico español que ha condicionado tan negativamente la historia de nuestro país.

España estuvo al día de los conocimientos científicos más relevantes en el siglo XVI y comienzos del siglo XVII y hubo personas que hicieron contribuciones decisivas que, por desgracia, han pasado desapercibidas o han sido intencionadamente olvidadas.

3. La Casa de la Contratación

La Casa de la Contratación fue creada por los Reyes Católicos en 1503 para organizar el comercio con el Nuevo Mundo, lo que implicaba no solo supervisar y registrar los cargamentos que salían o llegaban de América, sino también de ocuparse de otras funciones como la formación de los



aspirantes a pilotos, censurar las cartas náuticas e instrumentos necesarios para la navegación y confeccionar un padrón de todas las tierras e islas de las Indias descubiertas y pertenecientes a los reinos y señoríos españoles.

Como todo esto implicaba recurrir a conocimientos astronómicos, y por consiguiente también matemáticos, la Casa de la Contratación adquirió la categoría de institución científica.

En 1508, el rey Fernando el Católico (que entonces desempeñaba el cargo de regente de Castilla, debido a la inhabilitación de la reina Juana) ordenó crear el puesto de piloto mayor, que tenía la obligación de examinar y graduar a los aspirantes a pilotos para la carrera de Indias. El primer piloto mayor que se nombró mediante real cédula fue el florentino **Américo Vesputio (1454-1512)**.

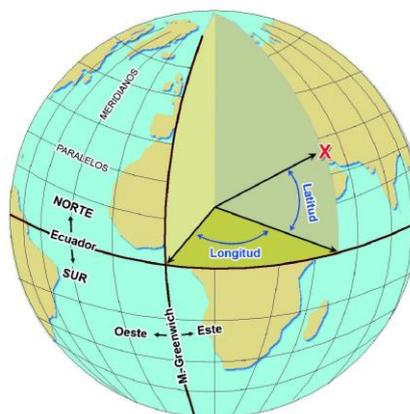
En 1522, el entonces príncipe Felipe II estableció la cátedra de Cosmografía y del Arte de Marear y las materias que tenía que explicar este catedrático servirían para comprobar las dificultades a que debían enfrentarse los marinos cuando se alejaban de las costas y la relación de dichas dificultades con la ciencia. Por ejemplo, para leer la esfera (la celeste y la terráquea), era necesario saber de astronomía y de geografía; y para establecer la altura del Sol y la altura del polo implicaba determinar la latitud, para lo que se requería medir la altura del Sol y de las estrellas cercanas a los polos celestes.

En la navegación a vela del siglo XVI, el piloto era la persona encargada de la navegación y equivaldría parcialmente al primer oficial actual. Era una persona que debía ser instruida, tanto en letras como en matemáticas, pues precisaba manejar las cartas y los instrumentos de navegación náutica y se necesitaba que tuviera práctica en la navegación. En la flota española de Indias, el piloto debía pasar un examen en la Casa de Contratación de Sevilla.

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

En 1523 se creó un segundo puesto científico, el de cosmógrafo real, con el fin de hacer cartas y conocer la teoría y la práctica de los instrumentos de navegación tales como la aguja de marear, el astrolabio, el nocturlabio, el cuadrante y la ballestilla, que eran los instrumentos más básicos para leer los cielos (posiciones y alturas de estrellas, Luna y Sol), que son datos básicos para una buena navegación, dentro de los límites que entonces existían.

Uno de los límites que existían era la determinación de la longitud, esto es, el arco del ecuador terrestre comprendido entre dos meridianos o lo que uno dista del otro angularmente. Determinar la longitud tenía para España una importancia especial, que era el poder establecer cuáles eran los límites que separaban las propiedades que España y Portugal podían reclamar.



Determinar la longitud, basándose en los instrumentos anteriores, era difícil de realizar, pues con lleva muchas dificultades al observar la posición real de la Luna y acudir para ello a efemérides como los eclipses también, ya que no eran visibles en todos los lugares y, sobre todo, no se disponía de relojes lo suficientemente estables y precisos como para superar los vaivenes propios de la navegación. En principio y en teoría la medida de la longitud era sencilla, ya que se trataba de determinar la diferencia horaria entre un punto de referencia, como podía ser el punto de partida del navío, y la de este en un momento determinado, por ejemplo, el puerto de llegada, pero esa medida del tiempo local exigía disponer de relojes con las propiedades citadas y era un escollo muy difícil de solventar en el siglo XVI.

La **aguja de marear** o aguja náutica es el instrumento destinado a registrar la dirección de la quilla del barco con respecto a la línea norte-sur del horizonte y sirve para hacer seguir al navío el rumbo preciso para ir de un punto a otro. Consiste, fundamentalmente, en uno o varios imanes unidos a un ligero círculo graduado, llamado rosa de los vientos, que está suspendido por su centro de gravedad para que pueda girar libremente, y en virtud de las propiedades de los imanes, se oriente en la dirección del meridiano magnético. Hay que decir que en el siglo XVI no se sabía el fundamento físico del imán y tampoco que la Tierra actuaba como un gigantesco imán.



La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

El **astrolabio** es un antiguo instrumento que permite determinar la posición y altura de las estrellas sobre el cielo. El astrolabio era usado por navegantes, astrónomos y científicos, en general, para localizar los astros y observar su movimiento, para determinar la hora a partir de la latitud o, viceversa, para averiguar la latitud conociendo la hora. También sirve para medir distancias por triangulación.



El **nocturlabio** era un instrumento, que basándose en el movimiento de la esfera celeste, permite leer la hora solar durante la noche gracias a sus tres discos concéntricos.



El **cuadrante** sirve para medir ángulos en astronomía y navegación. Consta de una placa metálica con forma de un cuarto de círculo (noventa grados). Su arco está graduado y en uno de sus lados hay dos mirillas (para dirigirlo hacia el astro deseado). Del vértice cuelga una plomada que indica la dirección vertical. La lectura se obtiene a partir de la posición de la cuerda de la plomada sobre el arco graduado. El cuadrante se utilizó en astronomía y navegación para fines de ubicación. Los astrónomos lo usaban para medir la altura de los astros con respecto al horizonte. Los marinos lo utilizaban, sobre todo, para determinar la latitud a la que se encontraban (midiendo la altura sobre el horizonte de la estrella polar o el del sol de mediodía) y para calcular la hora (midiendo la altura del Sol).



La **ballestilla** se usaba para medir la altura del Sol y otros astros sobre el horizonte con el fin de utilizar la información así obtenida en la navegación náutica. La ballestilla es una vara de madera sobre la que se desliza una vara cruzada más pequeña. El marino aplicaba el ojo en un extremo del instrumento, dirigía éste hacia la estrella cuya posición quería medir y deslizaba la vara cruzada hasta que la parte inferior de ésta coincidía con el horizonte y la superior con la estrella. La altura de la estrella (ángulo que forma con el horizonte) se leía directamente en una graduación grabada en la vara principal. Los marinos (sobre todo los españoles y los portugueses) usaban la ballestilla para determinar la latitud a la que se encontraban midiendo la altura de la estrella polar sobre el horizonte.



4. Recordatorio sobre la Revolución Científica

La Revolución Científica tuvo su origen en la publicación en 1543 del polaco **Nicolás Copérnico (1473-1543)** de *“De Revolutionibus orbium coelestium”* (el *De Revolutionibus*), obra en la que se fundamenta la Nueva Astronomía y la Ciencia Moderna. En este libro, Copérnico propone el modelo heliocéntrico, en el que los planetas giran alrededor del Sol, sustituyendo al modelo geocéntrico en el que el Sol, Luna y demás planetas giran sobre la Tierra.

Este nuevo modelo originó profundos cambios en lo que ahora entendemos como Matemáticas, Física, Filosofía y Teología y su asimilación fue muy difícil, necesitándose más de un siglo para que fuera aceptado de manera definitiva. Hay que indicar que Copérnico publicó en 1510 un manuscrito, el *“Commentariolus”*, en el que ya planteaba el modelo heliocéntrico, aunque no con la complejidad y exhaustividad que mostraba el libro publicado en 1543.



Copérnico

La Revolución Científica avanza lentamente a lo largo del siglo XVI. A principios del siglo XVII surgen personajes como Kepler (1571-1630), decidido impulsor de la Nueva Astronomía, y Galileo (1564-1642), que también ayudó a difundir el modelo heliocéntrico y puso las bases de la Cinemática, disciplina clave en el avance de la Ciencia Moderna. Los progresos científicos del siglo XVII culminan con el inglés **Isaac Newton (1642-1727)** y su obra *“Philosophiae Naturalis Principia Mathematica”* (los *Principia*), publicada en 1687, donde expone sus leyes y ley de Gravitación Universal, produciendo una síntesis en Astronomía y Mecánica. Hay que señalar que personajes como Descartes y Bacon, también ayudaron al desarrollo de la Ciencia en el siglo XVII.

La revolución, que se inicia en la Física, originó un efecto dominó que permitió el impulso de otras disciplinas. Un ejemplo es la Química, que se inicia el siglo XVII siendo una disciplina cercana a la alquimia, para acabar el siglo siendo una materia que asienta sus pilares en la metodología de la Ciencia Moderna.

El descubrimiento de ciertos instrumentos durante la Revolución Científica permitió unos logros que difícilmente eran imaginables. Así, el microscopio, descubierto en el siglo XVI, ha sido un instrumento óptico decisivo para las ciencias de la vida y no se podría entender la Medicina y la Biología actuales sin los descubrimientos derivados del microscopio. Por otro lado, el perfeccionamiento de la máquina de vapor por el escocés James Watt (1736-1819) permitió que se desarrollase la Revolución Industrial.

5. La Astronomía en España

Conociendo que la Revolución Científica es la revolución de la Astronomía y la Mecánica, la pregunta clave es: ¿qué aportaciones hizo España en Astronomía y Mecánica en los siglos XVI y XVII?, ¿estaba al día en los conocimientos en estas disciplinas?, y ¿realizó algún conocimiento significativo?

Es conocido que el descubrimiento de América amplió los horizontes de los españoles y europeos en muchísimos aspectos. Al iniciar la conquista de América, rápidamente se detectó la necesidad de formar a personas en oficios y tareas relevantes como astronomía, cosmografía, diseño de instrumentos de navegación, arquitectura, diseño de calzadas, etc. Además, se fue detectando la necesidad de cierta formación intelectual, no siendo suficiente con transmitir los oficios de persona a persona. En definitiva, se va adquiriendo cierta conciencia de formación de científicos y técnicos. La Casa de Contratación de Sevilla, fundada en 1503, fue uno de los centros donde se trabajó más intensamente en la formación de estos oficios.

En esta toma de conciencia fue muy positiva la influencia del Humanismo en España, que fue muy intenso a finales del siglo XV y principios del siglo XVI. Las preguntas e inquietudes intelectuales de los humanistas influyeron en la toma de conciencia de la formación intelectual de estos oficios. Hay que tener en cuenta, que las personas que en aquel tiempo se dedicaban decididamente a lo que llamamos actualmente como Ciencia, eran personas con una gran formación humanista que, además, dedicaban su tiempo o una parte de su tiempo a las cuestiones científicas y técnicas.



Entre los oficios más relevantes destacan los de Cosmógrafo Real y Piloto Mayor. El Cosmógrafo Real era la persona encargada de enseñar la cartografía a otros cosmógrafos y tenía amplios conocimientos en Matemáticas y Astronomía. Asimismo el Piloto Mayor también tenía que tener formación en dichas disciplinas y así lo transmitía a otros pilotos en formación.

La Casa de Contratación con el tiempo se fue convirtiendo en una especie de Cabo Cañaveral de la Astronomía y el Arte de Navegar y fue un centro absolutamente receptivo a todas las ideas y conocimientos que llegaban de todas partes del mundo.

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

La Astronomía era absolutamente necesaria. Los viajes a América ampliaron enormemente las distancias y desplazamientos de las naves. Para localizarlas, era preciso conocer la latitud y la longitud. La latitud (posición en el sentido ecuador-polos) era fácil conociendo la posición solar y de las estrellas, mientras que la longitud (sentido este-oeste) no era fácilmente medible y el problema no fue resuelto completamente hasta el desarrollo de los relojes, pero la Astronomía intentaba ayudar para el cálculo de la longitud.

Es de una ingenuidad terrible pensar que España, que comenzaba a ser la superpotencia del momento y para la que era vital el desplazamiento de las naves a América, no estuviera completamente al día en los conocimientos científicos y técnicos de la época, especialmente, la Astronomía.

En la Casa de Contratación hubo un esfuerzo notable en temas como la traducción de libros de Matemáticas, Instrumentación y Astronomía. Las ideas de Copérnico llegaron pronto a la Casa de Contratación y en España se estaba completamente al día en la Nueva Astronomía. Los astrónomos españoles, en contra de lo divulgado gracias a la Leyenda Negra, no daban la espalda a sus contemporáneos ni tampoco rechazaban las nuevas teorías. También España realizó contribuciones significativas al desarrollo de la Nueva Astronomía en el Imperio Español. Es bastante significativo el caso del navarro Martín de Rada en la conquista de las islas Filipinas.

Martín de Rada (1533-1578) fue un misionero y astrónomo español. Se hizo fraile en el convento de San Agustín de Salamanca y cursó estudios en las universidades de Salamanca y París. Como fraile agustino marchó como misionero a la evangelización de Filipinas. El conquistador de las Filipinas, Miguel López de Legazpi, le encomendó refutar las reclamaciones

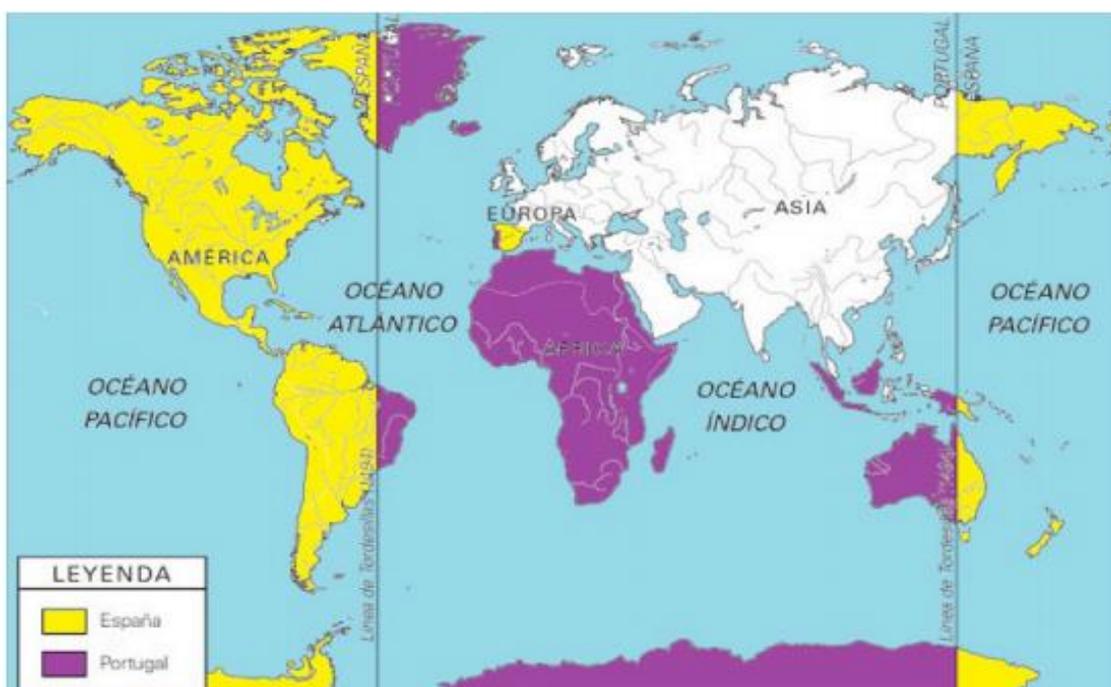


portuguesas sobre las Filipinas y Martín de Rada mostró, basándose en el *De Revolutionibus* de Copérnico, que las Filipinas eran españolas.

A pesar del descubrimiento de las islas Filipinas con la expedición de Magallanes-Elcano de 1519-1522, España no inicia la conquista firme de las Filipinas hasta 1565 con la famosa expedición de Legazpi. En dicha expedición, iban 4 frailes agustinos, uno de los cuales era Martín de Rada. Entre los libros que llevaba en su equipaje había un ejemplar de *De Revolutionibus*. Dos décadas después de publicarse la primera obra de la Revolución Científica, ya estaba en las islas Filipinas.

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

España y Portugal se repartieron el mundo a partir del Tratado de Tordesillas, que en 1494 dividía el mundo entre ambas coronas. Pero al completarse la vuelta al mundo era necesario definir el contra-meridiano de Tordesillas para fijar las posesiones de ambos países en las antípodas. Un nuevo tratado, el tratado de Zaragoza de 1524, fijaba la frontera entre las posesiones de ambos. Pero hay que tener en cuenta, que fijar un meridiano en aquella época no era tarea fácil y tenía un gran margen de error por el conocimiento que se tenía en aquellos tiempos. Al llegar la expedición española a las islas Filipinas y tener conocimiento de ello el gobernador portugués de las Molucas, éste se desplaza a las Filipinas indicándoles contundentemente a los españoles que, según el Tratado de Zaragoza, dichas islas pertenecen a la corona portuguesa. A Legazpi, a miles de kilómetros de la metrópoli, le toca articular la defensa de los intereses de España y se lo encarga a la única persona con capacidad de decidir si aquello era de España o de Portugal, al astrónomo Martín de Rada.



La defensa de las posesiones españolas en Filipinas, en el marco del Tratado de Zaragoza de 1524 fue posible gracias al astrónomo Martín de Rada, que llevó la obra de Copérnico a las antípodas mientras muchas universidades europeas debatían sobre la prohibición o no de las obras copernicanas.

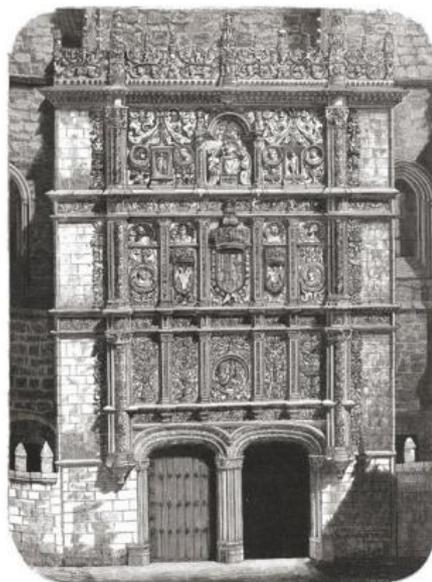
Lo importante aquí no es si Martín de Rada acertó o no en la determinación del meridiano, sino en qué fundamentó su defensa. En el texto que de esta defensa se tiene, Martín de Rada indica que utiliza las tablas alfonsinas y a Copérnico. Fundamenta su defensa en la estimación de los cálculos basándose en la obra de Copérnico.

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

Resulta curioso que en Europa, universidades como Wittenberg, Zurich, Rostock o Tübingen, prohibían las lecturas copernicanas o eran explícitamente condenadas. Estos hechos prueban que España estaba lejos de ser un país atrasado y poco informado científicamente.

La cuestión de la Nueva Astronomía, ha sido tratada aquí desde un punto de vista práctico, pero, ¿qué pasaba en el mundo académico?, ¿qué sucedía en las Universidades? La respuesta es clara, en el ámbito académico España era el país más receptivo del mundo.

En la reforma de los planes de estudios de 1562 en la Universidad de Salamanca, *De Revolutionibus* era ya un texto optativo y en la reforma de 1594 pasó a ser obligatorio. No se conoce ninguna universidad europea que pusiera el texto de Copérnico como obligatorio, siendo, posiblemente, la Universidad de Salamanca la primera universidad del mundo en hacerlo. También Copérnico era conocido en las Universidades de Alcalá, Valladolid y Osuna. Como sucedía con la astronomía práctica, la universidad española estaba a la vanguardia en las ideas copernicanas. Este rincón de la Historia suele ser olvidado, centrándose algunos solamente en el caso Galileo, cuyo alcance en España fue más limitado de lo que algunos quieren hacer creer.

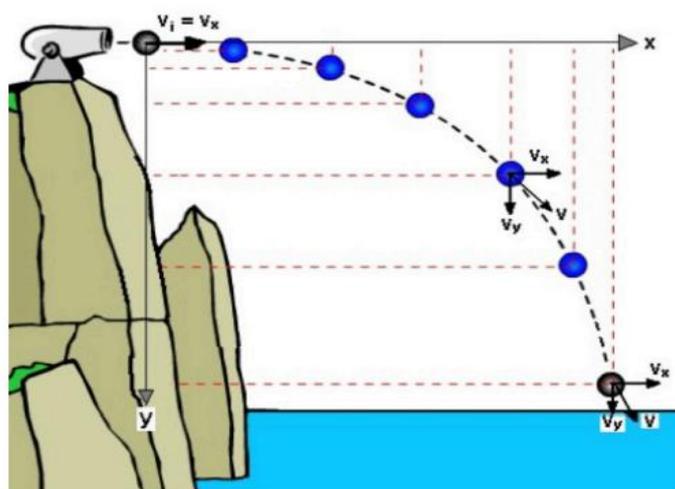


Universidad de Salamanca.

Por último hay que recordar que el rey Felipe II ha pasado a la historia para algunos como un rey que cerró España a la Ciencia. Nada más lejos de la realidad, Felipe II era un rey que tuvo una excelente formación científica para la época. Además tuvo la suerte de tener un gran formador, el obispo **Juan Martínez Silíceo (1486-1557)**, que informó de las ideas copernicanas al rey en su juventud. El problema principal al que se ha enfrentado Felipe II es la Pragmática Sanción de 22 de noviembre de 1559 en la que se indica la prohibición a estudiantes y profesores de las universidades castellanas de formarse en universidades extranjeras, lo que se ha interpretado como un aspecto para cerrar a España de la difusión de la cultura. El decreto no prohibía la entrada al profesorado extranjero y, por tanto, difundir las ideas europeas en España. Una interpretación más lógica, por la que apuestan muchos historiadores, es que Felipe II quería impedir que España se despoblase de profesores y estudiantes en una época en la que España necesitaba mucha gente formada.

6. La Mecánica en España

Las bases y fundamentos de la Mecánica fueron establecidos por Aristóteles en el siglo IV a.C. y dichas bases se mantuvieron al menos durante 17 siglos, hasta que en el siglo XIV en las Universidades de Oxford y París se dieron los primeros cambios, a nivel teórico.



La Mecánica, disciplina que estudia cómo y por qué se mueven los objetos y clave en la Revolución Científica, empezó a salir de “su letargo aristotélico” en el siglo XIV con las propuestas de definiciones correctas de términos como velocidad y aceleración.

En Oxford, una serie de estudiosos del Merton College empezaron a estudiar con mayor claridad conceptos que la mecánica aristotélica no había resuelto correctamente. Términos como velocidad promedio, velocidad instantánea, aceleración y movimiento uniformemente acelerado, fueron definidos correctamente, permitiendo una mejora del marco teórico de la Mecánica.

De todas formas, desde los calculadores de Oxford (en torno a 1350) hasta las aportaciones de Galileo a la Cinemática a principios del siglo XVII (especialmente con la publicación en 1638 de los “*Discorsi*”) hay un largo trecho de casi tres siglos sobre el que nos podemos preguntar: ¿hubo alguna otra contribución relevante en la Mecánica durante aquellos siglos? o bien: ¿evolucionó Galileo directamente desde el pensamiento de los calculadores de Oxford para hacer su esencial contribución a la Mecánica? La respuesta es negativa, pues hubo un español, el dominico **Domingo de Soto (1494-1560)**, que realizó contribuciones esenciales para la Mecánica.

Domingo de Soto fue un fraile dominico, confesor del emperador Carlos V, que fue conocido por sus contribuciones en Teología y Derecho, siendo un personaje principal de la conocida Escuela de Salamanca y fue un elemento de referencia en el Derecho Internacional. Como era habitual en esta época, determinados clérigos se dedicaban también a realizar estudios o trabajos divulgativos de otras disciplinas como la Filosofía Natural (Física).

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

Domingo de Soto estudió en París y sus conocimientos sobre la Mecánica de los calculadores de Oxford, seguramente fueron adquiridos allí en la Escuela de Física de París. Impartió posteriormente clases en la Universidad de Salamanca y fue profesor de Francisco de Toledo y del granadino Francisco Suárez que llevarán sus conocimientos y trabajos a Roma.



Domingo de Soto realizó contribuciones significativas a la Mecánica, publicadas en su famoso libro "*Quaestiones*" de 1551. La aportación más importante de Domingo de Soto fue proponer que la caída de los graves (los objetos pesados) obedecía a un patrón de movimiento uniformemente acelerado en el tiempo, es decir, que la velocidad de caída es directamente proporcional al tiempo. Puede parecer ahora muy elemental, pero no es hasta la aportación de Soto cuando se plantea esto correctamente.

Previamente, otro español, Diego Diest planteó ya el problema en 1511 cuando publicó unos comentarios a la Física de Aristóteles, pero supuso erróneamente que la velocidad de caída era directamente proporcional a la distancia recorrida en vez de al tiempo. En el mismo error cayó Galileo inicialmente hasta que lo corrigió y planteó que la velocidad de caída era directamente proporcional al tiempo, como Domingo de Soto ya había indicado. Esta cuestión sobre la caída de los graves era muy importante y Domingo de Soto sirvió de enlace para sentar las bases de la Cinemática. También de Soto planteó cuestiones relacionadas con la resistencia interna, antecedentes del concepto de masa inercial planteado por Newton.

Roma fue una ciudad clave para la expansión de las ideas de Domingo de Soto. En torno al Colegio Romano, institución jesuita clave, se reunieron una serie de profesores que elaboraron apuntes y materiales sobre los calculadores y la obra de Domingo de Soto. Como el mismo Galileo reconoce, él se formó utilizando el material de estos profesores de Roma, aunque no mencionó de forma explícita en sus trabajos el libro *Quaestiones* de Domingo de Soto. Asimismo, para Galileo fue muy importante su relación con Venecia para poder desarrollar sus ideas sobre Cinemática y aquí vuelve a aparecer la figura de Domingo de Soto, porque sus *Quaestiones* fueron publicadas en Venecia en 1581, décadas antes de que Galileo empezara a investigar sobre Mecánica.

Desgraciadamente, Domingo de Soto fue un personaje que no fue estudiado en profundidad en España.

7. Otros personajes relevantes con la ciencia del siglo XVI

7.1. Juan Gilabert Jofré

El mito del país de los fanáticos que persiguió a los Reyes Católicos se desmonta con un dato relevante: España tenía la red más amplia de hospitales psiquiátricos de ese período. A iniciativa del padre mercedario **Juan Gilabert Jofré (1350-1417)** se fundó en el siglo XV, en Valencia, el primer centro psiquiátrico del mundo con una organización terapéutica.



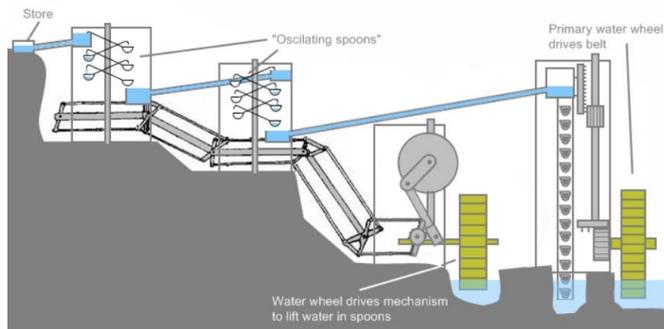
El padre Jofré amparando a un loco.

Tomó esta decisión tras presenciar el maltrato que se daba a un loco en una ciudad española. Por eso creó un hospicio para enfermos mentales llamado de los Santos Mártires Inocentes para recoger a los pobres dementes, proyecto que fue aprobado por el Papa Benedicto XIII y el Rey Martín I de Aragón.

7.2. Juanelo Turriano

Juanelo Turriano (1500-1587) es conocido como el relojero italiano que acompañó al emperador Carlos V al Monasterio de Yuste, pero fue mucho más que eso. La España imperial captó a muchos talentos internos y externos como el suyo para su empresa mundial.

Turriano nació en Cremona y vino a España para construir efectivamente dos famosos relojes astronómicos para indicar la posición de los astros en cada momento. Sin embargo, el número de ingenios que desarrolló tenían como único límite su imaginación, como un autómata con grandes prestaciones. Su más famoso artefacto fue uno para elevar el agua desde el río Tajo hasta el Alcázar de Toledo, situado a unos cien metros de altura.



7.3. Alonso de Santa Cruz y Juan López de Velasco

La Universidad de Salamanca incluyó en sus estatutos de 1561 que en la cátedra de Astronomía podía leerse a Copérnico, cuyo gran valedor fue Juan de Aguilera, profesor de astrología en este centro de 1550 a 1560. La teoría heliocéntrica gozó así en España de gran vigencia, mientras Calvino atacaba a Copérnico por osar colocarse por encima del Espíritu Santo.

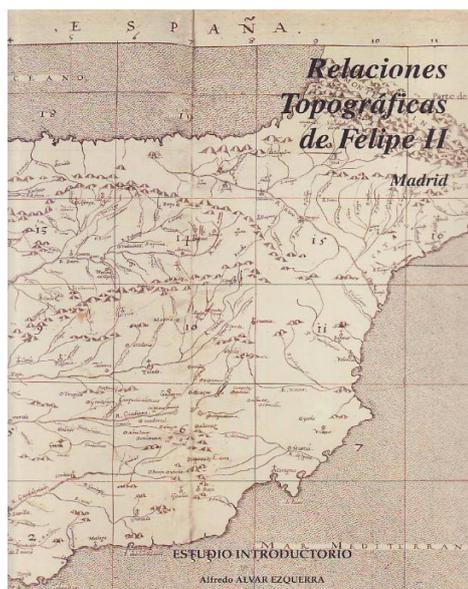
En 1594, la lectura de Copérnico se declaró obligatoria y el propio rey Felipe II costeó personalmente los trabajos de Alonso de Santa Cruz, que fue el primero en describir la variación magnética, y de Juan López de Velasco, que describió los eclipses lunares entre 1577 y 1578.

Alonso de Santa Cruz (1505-1567) fue un geógrafo, cartógrafo, cosmógrafo y sabio de la Casa de Contratación, que también fabricaba instrumentos para la navegación. Participó con su padre en la expedición de Sebastián Caboto hacia las Américas. Concluida la expedición en 1530, se dedicó al estudio de la astrología y cosmografía y adquirió fama para ser llamado a la Corte, donde explicó sus conocimientos al Emperador durante una década.

La obra de Santa Cruz ofrece un abultado elenco enormemente variado, que abarca desde la redacción de cartas náuticas a la invención de instrumentos, como la de un aparato para calcular la longitud por distancias entre la Luna y los planetas. También inventó un aparato para calcular la longitud con la indicación de las desviaciones de la aguja mostradas en una carta de marear.

Juan López de Velasco (1530-1598), natural de Vinuesa, cosmógrafo e historiador español del reinado de Felipe II, que fue cronista mayor de Indias en la segunda mitad del siglo XVI, y heredó los papeles de Alonso de Santa Cruz.

Intervino en la realización de las “*Relaciones topográficas de los pueblos de España*”, obra estadística acometida por Felipe II para ofrecer una descripción detallada de todos los asentamientos poblacionales de los reinos que gobernaba. Es una obra de siete tomos cuyo original está depositado en la biblioteca del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial.



7.4. Miguel Servet

Los intereses del aragonés **Miguel Servet (1509-1553)** abarcaron muchos campos: astronomía, meteorología, geografía, jurisprudencia, teología, física, el estudio de la Biblia, matemáticas, anatomía y medicina.

Gran parte de su fama y reconocimiento posterior es debido a su trabajo sobre la circulación pulmonar descrita en su obra "*Christianismi Restitutio*".



Participó en la Reforma Protestante y desarrolló una cristología contraria a la Trinidad. Repudiado tanto por los católicos como por los protestantes, fue arrestado en Ginebra, sometido a juicio y condenado a morir en la hoguera por orden del Consejo de la ciudad y las iglesias Reformadas de los cantones, cuando en ella predominaba la influencia de Juan Calvino.

Calvino ordenó quemar a Servet extramuros de Ginebra, en una zona llamada Champel, el día 27 de octubre de 1553. La muerte fue especialmente agónica debido a que los maderos de la hoguera estaban húmedos y tardaron en arder.

Antes de su muerte, incluyó en una obra de carácter teológico la primera descripción, en todo Occidente, de la circulación menor, aquella que ocurre entre el corazón y los pulmones para oxigenar la sangre, si bien no tuvo impacto en la comunidad científica de su tiempo por ser un autor bastante desconocido. En vida solo fue conocido por un escrito sobre jarabes que alcanzó seis ediciones.

7.5. Pedro Juan de Lastanosa

El oscense **Pedro Juan de Lastanosa (1527-1576)** fue un ingeniero de máquinas, inventor y tratadista de obras de hidráulica. Ayudante del cosmógrafo e ingeniero de Carlos V Jerónimo Girava, colaboró con él en la traducción de la "*Geometría Práctica*" de Fineo y en diversas obras de ingeniería hidráulica. En 1563 pasó al servicio de Felipe II como maquinario y maestro mayor de fortificaciones, en cuyo puesto intervino en diversas obras de ingeniería, como la Acequia Imperial de Aragón, los riegos de Murcia, las fortificaciones de los Alfaques o las mediciones topográficas para hacer un mapa de España. Inventó varias máquinas inéditas como un molino de pesas.

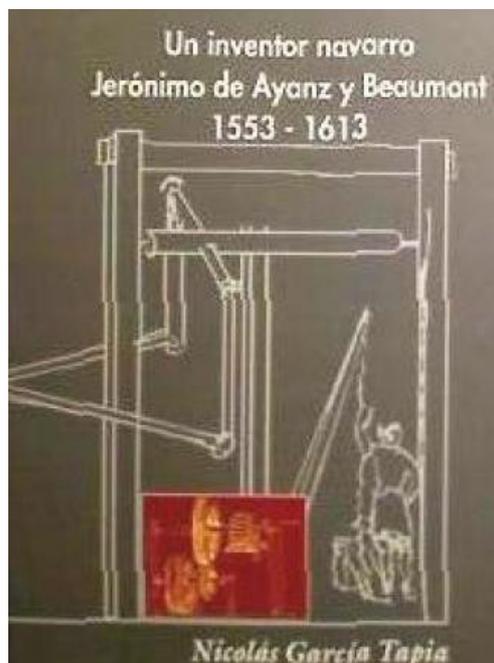
7.6. Nicolás Monardes

Nicolás Monardes (1508-1588) fue un destacado médico y botánico sevillano. Fue el primer autor conocido en informar sobre el fenómeno de la fluorescencia (un tipo particular de luminiscencia) al describir el extraño comportamiento de ciertas infusiones de *lignum nephriticum*, en su libro "*Historia Medicinal de las cosas que se traen de las Indias Occidentales*", publicado en tres partes bajo diversos títulos (de 1565, 1569 y completado en 1574). En esta obra se propuso estudiar y experimentar con los productos y medicinas del Nuevo Mundo para explorar sus propiedades farmacológicas, aprovechando que Sevilla era el puerto de entrada al Viejo Mundo de las Indias Occidentales. Para ello cultivó en su huerto plantas americanas y describió por vez primera muchas especies como el cardo santo, la cebadilla, la jalapa, el sazafrán, el guayaco, la pimienta, la canela de Indias, el tabaco o el bálsamo de Tolú, entre otras conocidas. Familiarizó a los europeos con plantas tan trascendentales como la piña tropical, el cacahuete, el maíz, la batata, la coca o la zarzaparrilla.

7.7. Jerónimo de Ayanz y Beaumont

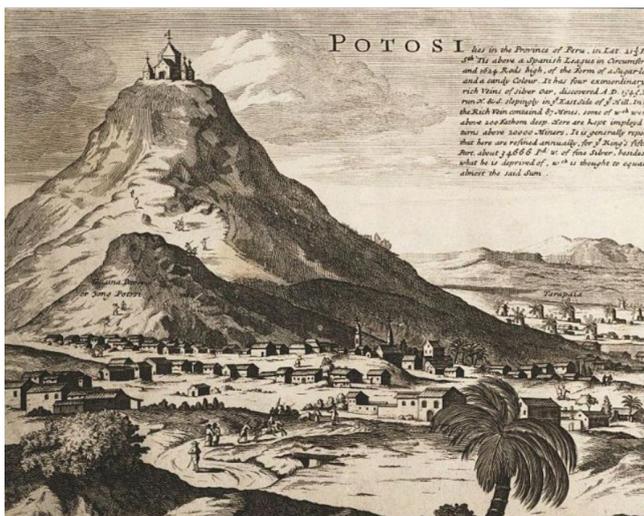
Jerónimo de Ayanz y Beaumont (1553-1613) fue un navarro polifacético. Destacó como militar, pintor, cosmógrafo y músico, pero, sobre todo, como inventor. Ideó una campana para bucear, patentó un traje de inmersión probado ante la corte de Felipe III en el río Pisuerga en 1602 e incluso llegó a diseñar un submarino. Quizá su obra más destacada fue la máquina de vapor, ya que registró en 1606 la primera patente de una máquina de vapor moderna.

Entre sus innovaciones figuran métodos metalúrgicos, balanzas de precisión, equipos para bucear, hornos, destiladores, sifones, instrumentos para medidas de rendimiento en máquinas, molinos hidráulicos y eólicos, moliendas por rodillos metálicos, presas de arco y bóvedas, bombas hidráulicas de husillo y para achique de barcos, eyectores y máquinas de vapor. Muchas de estas invenciones se adelantaron un siglo a las que se desarrollarán en Inglaterra durante la Revolución Industrial.



7.8. Álvaro Alonso Barba

La metalurgia, sobre todo la de la plata, fue especialmente desarrollada a partir del perfeccionamiento del método de la amalgama, que implicaba un uso masivo de mercurio (azogue) para la obtención de metales preciosos a partir del mineral bruto. Fue introducido en Pachuca (México) en 1552 por Bartolomé de Medina, quien decía haberlo aprendido de un alemán llamado Maese Lorenzo.



Vista del Cerro de Potosí. De entre todas las ciudades del mundo, la de Potosí (creada en 1545) era lo más parecido a una ciudad industrial en los siglos XVI y XVII.

Pedro Fernández de Velasco lo aplicó en el virreinato del Perú (la mina principal era el Cerro de Potosí, en la actual Bolivia) desde 1572, con ciertas mejoras, pasó del beneficio del patio al beneficio de cajones. El método de patio exigía una molienda muy fina del mineral, por lo que se utilizaban cientos de molinos llamados de almadenetas, que eran molinos hidráulicos, aprovechando la Ribera de Potosí.

Álvaro Alonso Barba (1569-1662) fue un eclesiástico y metalúrgico español a quien se le debe el método de los cazos para la explotación de la plata. Sería en las minas de LÍpez donde comienza a realizar sus primeras investigaciones acerca de la amalgamación de los minerales hacia 1590, una pasión que en la que no cesaría el resto de su vida.

Fue uno de los principales tratadistas metalúrgicos españoles, con una obra comparable en importancia a la de Georgius Agricola, alquimista y mineralogista alemán de la primera mitad del siglo XVI. La obra de Alonso Barba proporcionó una exquisita descripción, desde el punto de vista tecnológico, de la manera con la que se abordaban los secretos de la naturaleza de los minerales. Para él los metales están formados por azogue y azufre, fiel a la teoría de los alquimistas medievales, unos principios radicales de los metales que Alonso Barba se encarga de describir y caracterizar. Dentro de esta caracterización, describe al oro como el más acabado de los metales, una afirmación que lo sitúa dentro del corpus general alquímico predominante en el pensamiento natural de su tiempo.

8. Academia Real de Matemáticas en Madrid

Como consecuencia de los progresos realizados por la Artillería, después de Renacimiento comenzó a considerarse la fortificación como una rama separada de la arquitectura civil. Todos aquellos que deseaban ejercer su oficio en este ámbito se instruían en matemáticas y dibujo, y tras adquirir estos conocimientos procuraban ser admitidos como ayudantes o auxiliares de un arquitecto o de un ingeniero acreditado. Tras una larga práctica y servicios comprobados en calidad de subalterno se le reconocían sus conocimientos con el título o diploma de ingeniero.

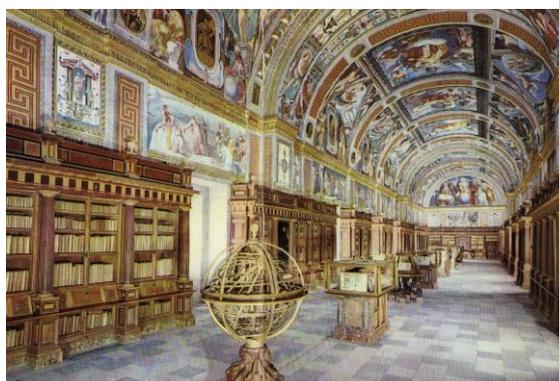
En el siglo XVI no era nada fácil estudiar matemáticas en España. Por esta razón, los ejércitos imperiales españoles estaban llenos de oficiales ingenieros italianos, flamencos y alemanes. Para suplir este déficit, el rey Felipe II propició el establecimiento en 1582 de una Academia de Matemáticas y Arquitectura Militar en el antiguo Real Alcázar de Madrid.



Imagen del Alcázar Real de Madrid, sede de la Academia de Matemáticas y Arquitectura Militar.

La Academia fue fundada por el prestigioso ingeniero militar Tiburcio Spannocchi y el arquitecto Juan de Herrera. La formación de los alumnos, tanto militares como civiles (se admitían algunos "caballeros particulares") era muy completa, especialmente para los futuros ingenieros. Abarcaba no solamente matemáticas y fortificación, sino arquitectura, cosmografía e incluso navegación o el "arte de marear".

Juan de Herrera (1530-1597) fue un matemático de primer nivel del siglo XVI, cuyos trabajos para el rey Felipe II se materializaron en puentes, presas, canales y, por supuesto, el Real Monasterio de El Escorial, una de las construcciones de mayor envergadura de su tiempo, para la cual empleó unas grúas especiales y técnicas que jamás se habían aplicado a ese nivel.



Biblioteca de El Escorial.

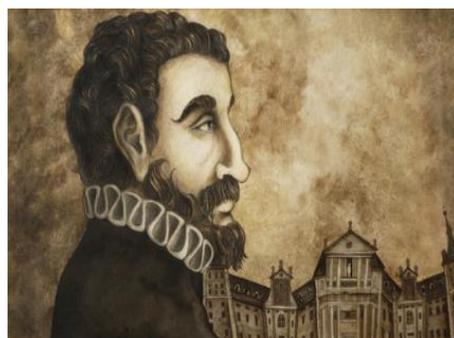
La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

Herrera, además, creó las esclusas que permitieron la navegación por los canales de Aranjuez. En *“Su Discurso sobre la figura cúbica”* plasmó sus conocimientos de geometría y matemáticas, mientras que su participación en algunas de las campañas militares de Carlos V demostraron que no le importaba mancharse las manos de barro.

Se pusieron así las bases sobre las que se asentaría el dominio de los ingenieros militares en los campos de la arquitectura, obras públicas y cartografía durante los siglos XVI, XVII y XVIII, especialmente en América, donde abarcaron temas como la economía, historia, demografía, geología e incluso botánica.

Aunque tenga el nombre de Matemáticas, en dicha Academia se formaron, según sus Estatutos de 1584, personal que atendiera la totalidad de profesiones de la época: aritméticos, geómetras, astrónomos, cosmógrafos, arquitectos, músicos o pilotos.

Juan de Herrera, tuvo además como idea, una novedad europea, la institucionalización del ejercicio profesional. Es decir, una persona que quisiera ejercer, por ejemplo, el oficio de cosmógrafo, debería tener la formación adecuada certificada por un título impartido por la Academia. Una idea tremendamente novedosa, incluso



adelantada a los siglos, aunque en ningún momento consiguió que se llevara a cabo. Para facilitar la formación, las clases eran gratis y se impartirían en lengua “vulgar” (castellano) para evitar las dificultades del uso del latín.

La Academia empezó de manera exitosa; tuvo sus Estatutos en 1584, pero con el tiempo fue languideciendo y las dificultades de financiación fueron aumentando. Con el paso del tiempo, para no pagar la Corona directamente al profesorado, se imputaron los gastos al Consejo de Indias. Finalmente, en 1625, la Academia cerró sus aulas tras ser ofrecida a los jesuitas que se hicieron cargo de ella durante más de 150 años.

Los problemas económicos de la Corona Española a finales del siglo XVI y principios del siglo XVII condicionaban el funcionamiento, evolución y futuro de la Academia. Es curiosa la crítica que históricamente se ha hecho sobre el monopolio científico de los jesuitas en España, cuando gran parte de dicho monopolio tuvo su origen, en el abandono por parte del Estado de las obligaciones científicas, que fueron cedidas a los jesuitas.

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

Juan de Herrera, apoyó también otra brillante idea de gestión para solucionar el problema de la formación de científicos por parte de la Academia de Madrid y las Universidades. Propuso la genial idea de fundar Academias en las ciudades del Reino, al menos, las que tuvieran representación en Cortes, que en aquel tiempo eran diecinueve.

Inicialmente, se produjeron una serie de reuniones con los representantes de las ciudades que usualmente intentaban dar largas a las intenciones de Juan de Herrera. Además, el modelo de financiación propuesto por Herrera no era muy estimulante para las ciudades.

La propuesta implicaba que las ciudades proporcionaran el lugar para impartir las clases y pagaran el sueldo de los profesores los primeros ocho años. Pasado ese tiempo, se esperaba que los estudiantes pudieran encontrar trabajos con los que apoyar la financiación de la Academia. Algunas ciudades como León, propusieron que se encargaran los jesuitas de las Academias; otras, como Granada en 1590, manifestaron que dedicarían a dicha Academia los excedentes de sus impuestos municipales, por lo que era de esperar que con esta condición no hubiera Academia en Granada.

Cuatro años dedicó Herrera a intentar defender la fundación de estas Academias. Las dificultades económicas para poner a punto las Academias, responsabilidad que recaía exclusivamente en las ciudades y la dificultad de las élites locales para captar el proyecto de Herrera están detrás de dicho fracaso. Lo que no hay duda es que España tuvo personajes excepcionales como Herrera, que entendieron la necesidad de formación de científicos y posibles modelos novedosos de gestión, aunque las dificultades económicas en aquella época fueron un muro insalvable.

La Academia impartía sus clases en horario de mañana y tarde. Entre sus alumnos se encontró el Conde de Puñonrostro, Maestre de Campo General, quien protegió a la Academia y estimuló a sus profesores a escribir y publicar los tratados de las materias que explicaban.

Al desaparecer en 1625, la Academia de Matemáticas de Madrid da lugar al Colegio Imperial de los Jesuitas y los Reales Estudios y que hoy alberga al IES San Isidro.



La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

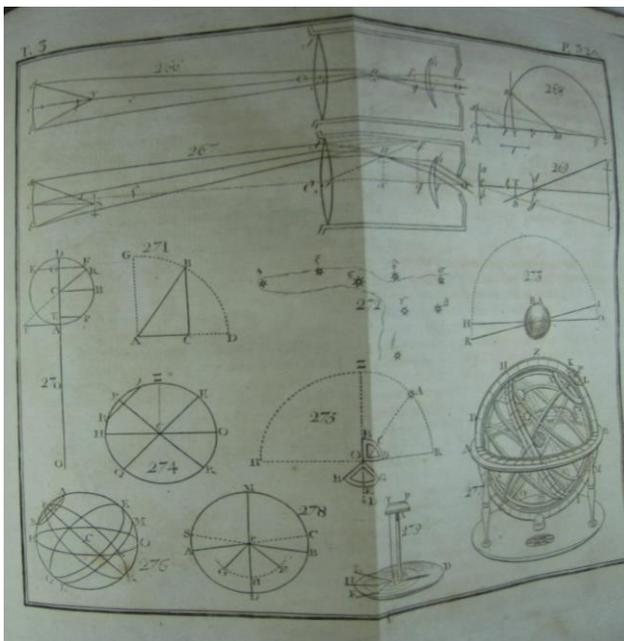
Fuera de la Península se crearon otras academias similares, siendo la más famosa la de Milán; fundada en tiempos del Emperador Carlos V, tuvo una larga vida, permaneciendo vigente durante todo el siglo XVII. En ella enseñaron fortificación tratadistas italianos como Tartaglia. Ninguna de ellas llegó a tener la importancia de la Academia Real y Militar del Ejército de los Países Bajos, que fundó en Bruselas en 1675, el Capitán General de Flandes.

En 1696 se decretó la extinción de las cátedras y su traslado a Barcelona. Las razones se encuentran en la falta de estímulo que tenían los estudiantes: algunos no recibían sus pensiones y hacía meses que no asistían a clase; otros, tras haber estudiado muchos años, no querían salir de Madrid ni con el título de Ingeniero, a no ser en condiciones muy ventajosas. De esta forma se sentaron las bases de la futura Real Academia Militar de Matemáticas y Fortificación de Barcelona, fundada en 1720.



Compás de artillería firmado por Luis Collado (1584) «con el cual se podían realizar medidas de distancias y de ángulos de inclinación, así como obtener el peso de un proyectil dependiendo del material del que está fabricado y su calibre». Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Aunque la vida de las academias y cátedras de Matemáticas de Madrid duró más de un siglo, llevaron siempre una vida efímera y muy precaria. Les tocó desarrollar sus tareas en una época en la que los estudios matemáticos estaban totalmente descuidados en las Universidades españolas, y en la que el gobierno del reino por las crisis económicas no quería gastar dinero en sostener profesores, personal auxiliar, alumnos, material y medios de dotación.



En el desarrollo de la Ciencia, las Academias han sido instituciones importantísimas, especialmente, en momentos en los que las Universidades estaban más retrasadas en la difusión del conocimiento avanzado.

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

Basta recordar las siguientes Academias, que fueron posteriores a los intentos de España por dotarse de unas instituciones con alta capacidad científica:

- La **Accademia dei Lincei**, fundada en 1603 en Roma, fue la primera academia de Ciencias en Italia, que perduró y fue escenario de la incipiente revolución científica. La academia fue bautizada como linces, un animal cuya aguda visión simboliza la destreza en la observación requerida por la ciencia. Uno de los miembros de dicha academia fue Galileo.

- La **Accademia del Cimento** (en italiano significa "Accademia del Experimento"), fue una de las primeras sociedades científicas, fundada en Florencia en 1657 por algunos estudiantes de Galileo como Giovanni Alfonso Borelli y Vincenzo Viviani, y que cesó su actividad una década más tarde.



"Provando e riprovando", el lema de la Accademia representado en la Tribuna de Galileo.

- La **Royal Society** o Real Sociedad de Londres para el Avance de la Ciencia Natural, fundada en 1662 y es la sociedad científica más antigua del Reino Unido.

- La **Academia de las Ciencias de Francia** (Académie des sciences) es la institución francesa que anima y protege el espíritu de la investigación, y contribuye al progreso de las ciencias y aplicaciones. Fue creada en 1666, durante el reinado de Luis XIV bajo el patrocinio de su primer ministro Jean-Baptiste Colbert. Contó inicialmente con científicos como René Descartes, Blaise Pascal y Pierre de Fermat. Fue la primera institución que adoptó el sistema métrico decimal como sistema universal.

En relación a las universidades, se ha criticado que las universidades españolas no fueron en paralelo al progreso científico y quedaron rezagadas y unidas a las teorías aristotélicas. Es cierto, pero eso ocurrió en la mayoría de las universidades europeas (inglesas, francesas, alemanas o italianas), exceptuando algunas holandesas. Basta ver el ejemplo de Isaac Newton, que estudiaba por iniciativa propia, con muchos libros que no eran tratados en la Universidad. Como él mismo reconoce, el cierre de la Universidad de Cambridge por la epidemia de peste que asoló Inglaterra en 1665-1666, le hizo estudiar en su casa con muchos libros que le llegaban de Europa y no eran leídos en la Universidad, ya que las universidades inglesas también seguían bajo una fuerte influencia aristotélica hasta muy avanzado el siglo XVII.

9. El Protomedicato

El **Tribunal del Real Protomedicato** fue una institución clave en el control del ejercicio de la Medicina y del sistema sanitario de la nación. Fue instaurado no como una institución centralizada, pues no pretendía sustituir a los colegios de médicos locales, muy dispersos, como el Colegio de San Cosme y San Damián (Pamplona), que ni siquiera tenía jurisdicción en toda Navarra.

El comienzo del Tribunal es la Real Cédula del 30 de marzo de 1477, y en 1588, bajo el mandato de Felipe II la institución queda consolidada, siendo ya un órgano colegiado, en el que existe una ordenación y jerarquización. Será así, y hasta el siglo XIX, fue el encargado de velar por el correcto funcionamiento de la asistencia sanitaria del país. La idea de la Corona era



la de fiscalizar el quehacer de médicos, cirujanos y boticarios y de oficios como el de partera, barbero o hernistas, aunque hay que decir que la sanidad militar española se desarrolló con la creación de los primeros colegios de cirugía en el siglo XVI: el Hospital naval de Cartagena y el Hospital naval de Ferrol.

El Protomedicato no será una institución exclusiva del territorio peninsular, también estará presente en las colonias americanas del Imperio Español, desde el siglo XVI en México y Perú, y desde el siglo XVIII con el Protomedicato del Río de la Plata. Fue suprimido a principios del siglo XIX, como fueron desapareciendo todos los tribunales privilegiados.

El Protomedicato fue un cuerpo técnico encargado de vigilar el ejercicio de las profesiones sanitarias, así como de ejercer una función docente y atender a la formación de estos profesionales. Los protomédicos eran elegidos mediante un examen de suficiencia que les practicaban los mismos protomédicos, este examen era un requisito indispensable sin el cual el aspirante no era habilitado para el ejercicio médico. De su competencia era la vigilancia de las actividades profesionales, observando y castigando los casos de mala praxis o excesos cometidos por personal sanitario, el control de la farmacia y el encargo de comprobar el uso y venta de falsos medicamentos.

El Real Tribunal del Protomedicato fue un anticipo de lo que posteriormente ha sido el Ministerio de Sanidad, ya que sus funciones iban encaminadas a salvaguardar la salud, no solo de los súbditos de la Corona, sino a evitar la enfermedad de los súbditos del Reino Español.

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

10. El atraso científico español por ser país católico

Otra cuestión muy debatida es que parte del atrasado científico español en el inicio de la Revolución Científica se debió a su condición de país católico. Este es un tópico sin fundamento. Lo único que podemos decir es que hay una correlación temporal entre la Revolución Científica y la Reforma Protestante.

La Reforma luterana se considera que comienza en 1517, prácticamente la misma fecha en la que Copérnico publica el "*Comentarioulus*". El avance de la reforma con el paso del tiempo coincide con el avance del conocimiento científico, pero no tienen relación alguna directa. La Revolución Científica se produjo independientemente de la Reforma Protestante, si ésta no hubiese existido los logros científicos hubieran sido los mismos. El tópico sobre el impulso de la Ciencia con la difusión de las ideas de Lutero no se fundamenta en hechos histórico-científicos contrastados.

Hubo grandes científicos católicos, como Copérnico, Galileo, Pascal y grandes científicos protestantes como Kepler o anglicanos como Newton. Había científicos católicos en cortes protestantes y a la inversa. Con el paso del tiempo, la hegemonía científica de Francia (país católico) o Inglaterra (anglicano) tiene que ver más con cuestiones económicas que religiosas.

El atraso científico español, a partir del primer tercio del siglo XVII, se debe a que España no pudo continuar con el impulso a la Ciencia que había tenido en el siglo XVI.



Hay dos razones muy vinculadas a la historia económica de España:

a) Desde finales del siglo XVI, España entró en una acentuada crisis económica, es época de grandes bancarrotas, de inflación, de oligarquías que se convierten en rentistas con la llegada de los metales americanos y de pérdida de competitividad frente a determinados productos europeos.

La llegada de plata a España se redujo notablemente en la primera mitad del siglo XVII; si tomamos como referencia la plata que llega a España en 1620, ésta se reduce al 50% en 1635 y al 30% en 1650. Esta limitación afectó notablemente a la economía nacional, y como **“sin economía, no hay ciencia”**, dada la magnitud de la crisis, las medidas de incentivo económico para el conocimiento científico-tecnológico fueron las primeras sacrificadas y fueron una fuerte limitación para el desarrollo e impulso de la ciencia española.

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

b) Otra razón es la crisis de formación de científicos. Recordando que en 1630, de los 11.000 estudiantes matriculados en las tres grandes universidades castellanas -que representa en proporción más del doble que los estudiantes franceses o ingleses en esos mismos años- más de la mitad cursaban las carreras de Leyes, mientras que los matriculados en las cátedras de Matemáticas



de Salamanca y Alcalá no llegaban en total a cincuenta y, en contra de otro tópico muy extendido, los que cursaban estudios de filosofía y teología apenas alcanzaban los doscientos cincuenta.

La explicación de estas cifras se encuentra en la ley de la oferta y de la demanda: en esa época existía trabajo para más de tres mil letrados en los territorios de la Corona de Castilla y en ocupaciones, vinculadas a la administración civil o eclesiástica, que eran mucho mejor remuneradas y más prestigiadas socialmente que aquellas a las que se podía acceder con estudios centrados en la cosmografía y la astronomía.

Por ello, España, a pesar de tener un alto número de estudiantes universitarios, no consiguió incentivar los estudios vinculados a la Ciencia, y no sólo la Corona de Castilla en España, sino también de América, que acaparó una alta demanda de estudiantes de Leyes, cuestión que no ocurrió con



los estudiantes de la cátedra de Matemáticas. Posiblemente, una estrategia de incentivos que hubieran ayudado a que más estudiantes realizaran los estudios de Matemáticas no fue posible y es de suponer que la importante crisis económica que ya vivía España fuera de tal magnitud que impidiera dichos incentivos.

11. El Colegio Imperial de los jesuitas

El **Siglo de Oro** es el término que designa la brillantez de la historia cultural de España en un ámbito cronológico que cubre los siglos XVI y XVII. Fue un periodo de una impresionante producción artística e intelectual.

En la labor de formación humanística y científica de la época, en 1625 los Reales Estudios del Colegio Imperial de la Compañía de Jesús se hacen cargo de dar las lecciones de la Academia Real de Matemáticas, así como de sus profesores. Hay que decir que la Compañía de Jesús presumía de que la Ciencia y las Matemáticas, en particular, formaban parte de sus intereses, incluso entre los fundacionales.



El Colegio Imperial de la Compañía de Jesús de Madrid es una institución, que en realidad es una continuación de otra que había sido fundada en 1572, bajo el nombre de Colegio de la Compañía de Jesús, denominación que cambió por la de Colegio Imperial en 1603. En 1625 adoptó el título de Reales Estudios del Colegio Imperial, que mantuvo hasta su obligada disolución en 1767, cuando el rey Carlos III ordenó la expulsión de España de los jesuitas.

En los "Reales Estudios" se formaron los hijos de buena parte de la nobleza española durante el Antiguo Régimen, hasta la expulsión de la Compañía de Jesús en 1767. Los mejores tratados de enseñanza de las Matemáticas y la Astronomía, escritos en la España del siglo XVII, fueron redactados por científicos vinculados a este centro. El principal promotor de la enseñanza de las matemáticas fue el alemán **Christophorus Clavius (1538-1612)**, profesor de matemáticas en la Universidad jesuita de Roma (el Colegio Romano), que fue quien transformó la recomendación general de Ignacio de Loyola a favor del estudio de la matemática en un programa detallado en 1586, que incluía el estudio detallado de Euclides y de la astronomía geométrica, y hacía hincapié en la importancia de la matemática como medio para comprender la Filosofía Natural (la Física).

Las Universidades de Salamanca y Alcalá vieron en el Colegio Imperial un competidor, con el resultado de que consiguieron que el Colegio Imperial modificase sus programas de estudios para que no sirvieran para graduarse en las universidades, lo que lastró la posibilidad de sustanciar en España la promoción de una cultura en la que la ciencia, entendida como valor en sí misma, independiente de sus aplicaciones, desempeñase un papel importante.

La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

12. La continuidad de la ciencia en el siglo XVII

En ciencia y tecnología no se logró una explotación sistemática de los conocimientos obtenidos. Por ejemplo, la primera expedición científica a América, a Nueva España (México), que dirigió entre 1571 y 1577 **Francisco Hernández de Toledo (1514-1587)** y que produjo 38 volúmenes de notas e ilustraciones, no tuvo adecuada publicación. La recopilación de sus trabajos se publicó en México en 1615 y los originales, depositados en la Biblioteca de El Escorial, se perdieron en el incendio de 1671.

La sistematización del conocimiento cosmográfico de la propia geografía peninsular y sus recursos también quedó sólo iniciada y otras facetas prometedoras quedaron sin continuidad, como la experimentación con máquinas de vapor de Jerónimo de Ayanz y Beaumont, que no sería muy diferente de la que harían Denis Papin y Thomas Savery, en 1698. También parece ser española la procedencia del primer catalejo de Juan Roget (1590).

Del siglo XVII hay que recordar a Antonio Hugo de Omerique

Antonio Hugo de Omerique (1634-1705) fue un matemático gaditano completamente olvidado que nació en el siglo XVII. Tuvo estrechas vinculaciones con la orden jesuita y probablemente realizó sus estudios en instituciones de la citada orden.

Escribió un tratado de aritmética y dos de geometría que no llegaron a publicarse y se perdieron. No así su "*Analysis Geométrica*" (1698), muy difundido en Europa y que Isaac Newton elogió en los mejores términos.

Omerique presentó en esta obra un nuevo método para la resolución de problemas geométricos, usando y desarrollando las relaciones proporcionales, algo revolucionario para la época. Que su obra llegara hasta Inglaterra da fe de que la España de la época estaba totalmente conectada a Europa.

El interés de Newton por el libro de Omerique hay que buscarlo en el carácter experimental del método de investigación en matemáticas del gran autor inglés. En este sentido, con el término "análisis" se referiría Newton al análisis consistente en la invención de una demostración para una solución o una proposición enunciada.



Primera edición del *Analysis Geométrica*.

13. Los novatores

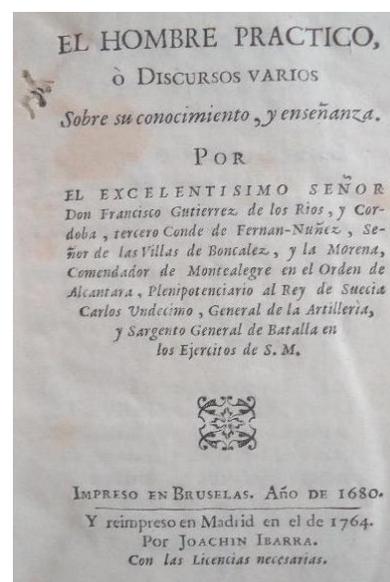
Novatores es una denominación que se aplica a un grupo minoritario de pensadores y científicos españoles de finales del siglo XVII y comienzos del siglo XVIII. Inicialmente fue un término peyorativo utilizado por sus adversarios, que les reprochaban su deseo de innovar o renovar y posteriormente fue considerada una acepción elogiosa, en un periodo que en la historia intelectual de Europa corresponde a la crisis de la conciencia europea, que coincide con la Revolución Científica y precede a la Ilustración, y que en España se denominó como **Pre-ilustración española**. Las nuevas corrientes culturales europeas ya eran conocidas en las dos últimas décadas del siglo XVII por los novatores, por lo tanto, antes de la llegada de la dinastía de los Borbones a España.

El movimiento de los novatores se prolongó en la primera mitad del siglo XVIII, en lo que puede considerarse la primera Ilustración, la Pre-ilustración o la Ilustración anterior a la Enciclopedia. Incluso se vinculan a los novatores los dos grandes científicos militares de ese periodo: Jorge Juan y Antonio de Ulloa.

El hito fundacional de los novatores es la reunión del grupo de novatores de Valencia: Juan Bautista Corachán y Tomás Vicente Tosca en casa de Baltasar Íñigo, en la que surgió la idea de crear una especie de academia matemática que renovara las ideas y las prácticas científicas anquilosadas de la España de su época.

Los novatores compartían tres características básicas: a) Su apuesta por una explicación racional de la realidad como requisito indispensable para desentrañarla y transformarla. b) Su hastío ante la tradición, la pereza y el inmovilismo intelectual, académico y científico. c) Su prudencia o su convencimiento de que el camino por el que debería avanzar el progreso de las letras, las artes y las ciencias no era la senda de la revolución.

La obra que marca el nacimiento del movimiento novator fue *“El Hombre Práctico o Discursos sobre su Conocimiento y Enseñanza”*, de **Francisco Gutiérrez de los Ríos (1664-1721)**, publicada en 1680. No faltan en él ni la condena sin ambages del escolasticismo, ni los elogios a los que, rechazando la filosofía aristotélica, se dedican al verdadero conocimiento de la naturaleza. Esta obra abrió el camino a la recepción de los avances en la historia crítica.



La ciencia en España en el siglo XVI y su continuidad en el siglo XVII

En cuanto a la recepción en España de los avances de la revolución científica del siglo XVII destaca la obra "*Carta Filosófico, Médico-Chymica*" de **Juan de Cabriada (1664-1721)**, publicada en 1687, que se considera como una especie de manifiesto que resume los propósitos del movimiento, en donde se asienta la regla máxima de medicina, de que ninguna cosa se ha de admitir por verdad en ella, sino lo que se ha demostrado ser cierto por la experiencia mediante los sentidos exteriores, de forma que el médico ha de ser instruido en tres géneros de observaciones y experimentos, como son: anatómicos, prácticos y químicos.

En ese mismo año de 1687 **Crisóstomo Martínez (1638-1694)** viajó a París para finalizar su Atlas Anatómico, reconocido como uno de los primeros tratados europeos de microscopía anatómico-ósea. Diez años después, tras varios intentos de crear una academia que defendiese la nueva ciencia, se fundó en casa del doctor Juan Muñoz Peralta la que en 1700 se llamaría **Regia Sociedad de Medicina y otras Ciencias**, gracias a un privilegio otorgado por el rey Carlos II. Sin embargo, en el campo de la ciencia moderna los novatores también tenían sus límites. Conocían las aportaciones de Descartes, Gassendi, Galileo, Boyle o Harvey, pero desconocían la obra de



Grabado del Atlas Anatómico de Crisóstomo Martínez, que está en la Biblioteca Nacional de España.

Newton; y siempre defendieron el heliocentrismo como una "hipótesis" no como una teoría científica por temor a la represión de la Inquisición.

Los novatores se caracterizaron por un interés preilustrado por las novedades científicas en oposición al escolasticismo tomista y neoaristotélico, mediante el empleo del empirismo y el racionalismo. Buscaban tanto el rigor metodológico como la claridad expositiva. Prefirieron usar las lenguas modernas antes que las clásicas para publicar sus obras y eran conscientes de la marginalidad del ambiente intelectual español respecto a las grandes corrientes de pensamiento europeo. Encontraban una causa principal en el anquilosamiento de la universidad española en el escolasticismo, que actuaba como una rémora. Sacaron el debate de sus ideas renovadoras fuera de las aulas universitarias, a tertulias y academias más ágiles en su funcionamiento.

Sus demandas de renovación intelectual no tuvieron repercusión en su época, pero sí posteriormente, en el contexto de la ciencia en la Ilustración española de la segunda mitad del siglo XVIII. La suerte que corrieron fue muy desigual, siendo algunos de ellos proscritos y otros alcanzaron éxito social e institucional.

14. La mujer en la ciencia del Siglo de Oro español

Más allá de algunos casos en el mundo literario y restringido al ámbito religioso (santa Teresa de Jesús o sor María de Jesús de Ágreda, el grado de integración de la mujer en los oficios científicos y técnicos está oculto por la invisibilización general de todo lo que se refiere a la historia de las mujeres.

Un ejemplo a relatar es el de **Oliva Sabuco (1562-1646)** autora de *“Nueva filosofía de la naturaleza del hombre”* (1587), aunque se discute si la obra es suya o de su padre Miguel Sabuco, pero si la autora es Oliva, estaríamos ante una de las escasas personalidades científicas femeninas de la Edad Moderna. En cualquier caso, tanto la *“Nueva filosofía de la naturaleza del hombre”* como su reputada autora recibieron grandes elogios, sobre todo por el contenido científico-naturalista del libro.



Muchas ideas expuestas en dicha obra, sobre medicina, higiene y filosofía, demuestran una suma de conocimientos y una sagacidad poco comunes, especialmente la teoría sobre la manera de atajar las epidemias, las observaciones sobre la circulación de la sangre, la localización del alma en el cerebro, la distinta acción de la sangre de la sustancia nerviosa, así como en el control y armonía de las pasiones y emociones.

Otro caso que suscitó asombro es el de **Elena de Céspedes (1546-1588)**, que se convirtió en la primera mujer de la historia de España en ser considerada oficialmente como cirujano. En Madrid trabajó en un hospital de la Corte hasta que su fama llegó a oídos del rey Felipe II. Su buena reputación fue la envidia de otros cirujanos que pronto la acusaron de intrusismo, pero Elena no se amedrentó ante la amenaza de ser expulsada de su oficio y consiguió la licencia de cirujano del Protomedicato. Lo sorprendente es que Céspedes tuviera libros de cirugía y conocimientos del latín y aprobara con relativa celeridad aquellos exámenes sin haber recibido educación formal en su vida.

Tuvo un hijo como mujer, pero al cabo de los años vivió como un hombre. Al final cayó en manos del Santo Oficio, fue declarada culpable por su actitud como hombre y haberse casado con una mujer. Fue condenada a 200 azotes y a servir durante 20 años en centros hospitalarios. A pesar de que en aquel tiempo ejercía como hombre, en las actas del Santo Oficio consta como cirujana y no como cirujano.

15. Reflexión final

España en relación a la Ciencia del siglo XVI, y en menor medida la del siglo XVII, cuando se inicia la Revolución Científica, estuvo donde tenía que estar. La superpotencia del planeta en aquella época estaba al día de los conocimientos científicos en el siglo XVI y fue



decaendo poco a poco conforme la crisis económica avanzaba. Decir que España era un país atrasado en el siglo XVI es algo que no se sostiene a la luz de la realidad de instituciones como la Casa de Contratación de Sevilla, las universidades españolas de Salamanca, Valladolid, Alcalá y Osuna, y la Academia Real de Matemáticas. Así mismo personas como Domingo de Soto, Martín de Rada y Juan de Herrera desmienten el tópico del atraso español.

De las tertulias de los novatores de Sevilla en casa del médico Juan Muñoz y Peralta salió la Regia Sociedad de la Medicina y otras Ciencias, fundada en 1700, y fue la primera de las instituciones científicas españolas consagradas al cultivo de las nuevas ciencias, en donde destacó la Medicina. Dicha institución tuvo que superar la dura oposición de los catedráticos de la Universidad de Sevilla, seguidores de los saberes tradicionales.

El siglo XVII fue importante para la renovación de la Física, pero España no contribuyó a su transformación y los avances que produjeron Newton, Leibniz y Huygens llegaron a España de forma tardía, debido a que provenían de países anglicanos o protestantes y España estaba en plena Contrarreforma católica y donde el protestantismo y la ética puritana protestante fueron perseguidos.

Por otro lado, el desarrollo en los países protestantes del espíritu del capitalismo, que favoreció el impulso de la ciencia, no tuvo el adecuado desarrollo en España. La economía hispana de los siglos XVI y XVII tenía un aporte magnífico de oro y plata americana que llegaban a la península y tomaba el camino de Centroeuropa para pagar los empréstitos que los reyes habían tenido que pedir a los grandes banqueros europeos para poder sufragar los constantes empeños de una maquinaria político-militar que se obstinaba en la tarea de mantener un imperio europeo. No es exagerado decir que España contribuyó de esta forma al surgimiento del capitalismo.

Finalmente, es curioso que en el mundo académico se tenga claro que España no fue un país atrasado al principio de la Revolución Científica, mientras que en la opinión pública haya calado la idea del atraso científico.

16. Referencias bibliográficas

- Bustos, Eugenio, *“La introducción de las ideas de Copérnico en la Universidad de Salamanca”*, Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 67 (1973): 235-253.
- Cervera, José Antonio, *“Martín de Rada (1533-1578) y su trabajo como científico en Filipinas”*, Huarte de San Juan. Geografía e Historia 15 (2008): 65-75.
- Esteban, Mariano, *“La Astronomía en la España del primer tercio del siglo XVII”*, en Anuario del Observatorio para Madrid editado por Instituto Geográfico Nacional, 367-391. Madrid: Instituto Geográfico Nacional, 2007.
- Esteban, Mariano, *“Instituciones para la formación de los técnicos,” en Técnica e Ingeniería en España. El Renacimiento*. Vol. 1, editado por Real Academia de Ingeniería. Institución “Fernando el Católico”. Prensas Universitarias pp.165-203. Zaragoza. 2004.
- Jiménez Cuesta, José Ramón, *“A raíz de la condena del heliocentrismo y el caso Galileo: el mito del atraso científico español al comienzo de la Revolución Científica”*, Disputatio, Philosophical Research Bulletin, 4(5) (2015) 231-245.
- Jiménez Cuesta, José Ramón, *“El mito del atraso científico español durante la Revolución Científica”*, Centro Artístico Literario y Científico de Granada (2019).
- Jiménez Cuesta, José Ramón, *“Ciencia versus Religión: un conflicto imposible en tiempos del caso Galileo”*, Disputatio, Philosophical Research Bulletin, 5(6) (2016) 151-171.
- Marías Julián, *“España Inteligible”*, Alianza Editorial, Madrid (2014).
- Pérez Camacho, Juan José y Sols Lucía, Ignacio, *“Domingo de Soto en el origen de la ciencia moderna”*, Revista de Filosofía 7 (12) (1994): 455-475.
- Sánchez Ron, José Manuel, *“El país de los sueños perdidos. Historia de la ciencia en España”*, Taurus, Barcelona (2020).
- Udías, Agustín, *“Los jesuitas y la Ciencia”*, Editorial Mensajero, Bilbao (2014).
- Vernet Ginés, Juan, *“Historia de la Ciencia Española”*, Alta Fulla, Barcelona (1998).