



**Ilustración y Ciencia en España  
en el siglo XVIII**



**MATERIAL DIDÁCTICO RECOPIADO  
POR:  
JAVIER BARRIO PÉREZ**



ÍNDICE		
Numeración	Epígrafe	Página
1	Introducción: Qué es la Ilustración.	3
2	Características de la Ilustración.	4
3	La Ilustración en España.	6
3.1	La primera Ilustración (1720-1750).	8
3.2	La plena Ilustración (1750-1810).	10
4	Las expediciones científicas españolas en el siglo XVIII.	14
5	La cartografía en la Ilustración.	20
6	Las Sociedades Económicas de Amigos del País.	24
6.1	La Sociedad vascongada de Amigos del País.	26
6.2	La Sociedad económica de Amigos del País de Soria.	28
7	La Química en España en el siglo XVIII.	31
7.1	Joseph Louis Proust.	31
7.2	El Seminario de Bergara.	33
7.3	El descubrimiento del wolframio.	36
7.4	El platino.	39
7.5	El descubrimiento del vanadio.	41
8	El Jardín Botánico de Madrid.	43
9	Los Reales Observatorio Astronómicos.	47
9.1	El Real Instituto y Observatorio de la Armada.	47
9.2	El Real Observatorio de Madrid.	48
10	Los canales fluviales.	53
10.1	El Canal de Castilla	53
10.2	El Canal Imperial de Aragón.	58
11	Bibliografía reciente y comentada sobre el tema.	60

## 1. Introducción: qué es la Ilustración

La **Ilustración** fue un movimiento cultural que se desarrolló en Europa entre mediados del siglo XVII y principios del siglo XIX. Su nombre proviene del objetivo de utilizar las luces de la razón para liberar a la humanidad de las tinieblas de la ignorancia.

Los ilustrados sostenían que con la razón se podía combatir la superstición, la ignorancia y la tiranía. Con ella el ser humano sería más feliz, ya que según ellos la felicidad radica en el conocimiento y a éste sólo se llega a partir de la razón.

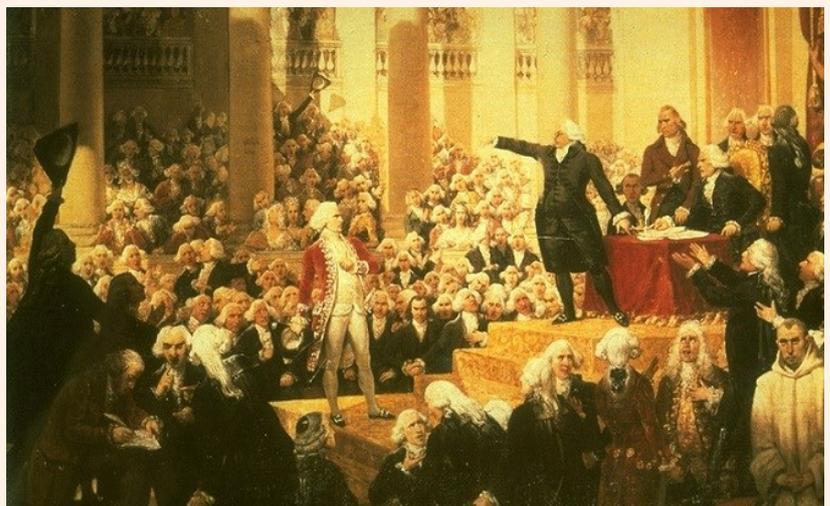
Gracias a la Ilustración, el siglo XVIII se conoce como el “**Siglo de las Luces**”, ya que las luces de la lógica, de la razón y de la inteligencia lo iluminaban todo. Personajes como Voltaire, Montesquieu, Rousseau, Diderot o Kant fueron claves para su desarrollo.



Con la Ilustración se instaura la fe en la capacidad racional del

La **razón** es la capacidad que permite pensar a las personas de una forma crítica, es decir, cuestionar todo aquello que se ha dado antes por sentado. Por lo tanto, este movimiento cultural afecta la vida de las sociedades europeas en todos sus aspectos, desde el desarrollo de la ciencia y la filosofía hasta la política y la religión.

Paulatinamente, se exige a todo poder una legitimación racional y no ya por cuestiones de sangre o religiosas. Este proceso cultural se da en el contexto del ascenso económico de la burguesía, sector social que no compartía los privilegios de la nobleza y que comienza cuestionarlos.



Por estas razones, en el siglo XVIII asoman múltiples revoluciones que ponen fin a las monarquías absolutas, entre ellas la Revolución Francesa y la de Norteamérica.

## 2. Características de la Ilustración

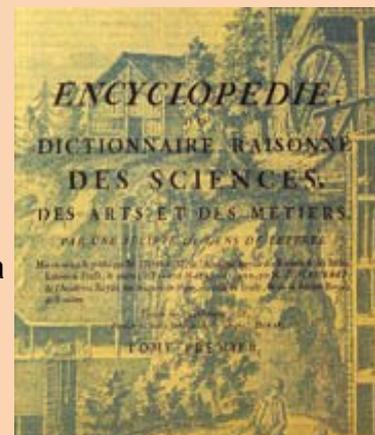
**1. La razón y la duda metódica:** Se instaura el pensamiento crítico, como consecuencia lógica de la fe en la capacidad razonadora de la persona. **René Descartes (1596-1650)** es el fundador de la duda metódica en la Filosofía. Esta posición es signo de una nueva actitud crítica ante todo lo que previamente se daba por sentado como cierto. Las supersticiones son desdeñadas y en algunos casos también lo es la religión y todo privilegio social y político es cuestionado, llegando incluso a las revoluciones.

**2. Visión mecanicista de la naturaleza:** En oposición a una visión mágica de la naturaleza, donde podían esconderse espíritus y potencias inexplicables, la Ilustración ve el mundo natural de forma mecanicista. El descubrimiento de leyes naturales (principalmente por **Isaac Newton (1643-1727)**), que explican lo que hasta entonces había sido inexplicable, permitió a científicos y filósofos observar la naturaleza como un objeto que podía ser medido, estudiado y, principalmente, conocido en profundidad.

**3. Enciclopedismo:** Es la recolección y publicación del conocimiento de la humanidad sobre un tema o sobre todos los temas en general. El objetivo del enciclopedismo es divulgar el saber y erradicar la ignorancia. En la Ilustración, el conocimiento está asociado a la libertad y por lo tanto es un arma que permite luchar contra las tiranías.

El inicio de esta tradición se dio con la publicación de dos grandes obras:

- Enciclopedia razonada de las ciencias y de las artes **de Diderot y D'Alembert** (Encyclopédie raisonnée des Sciences et des Artes). Publicada entre 1751 y 1765.
- Diccionario Filosófico de **Voltaire** (Dictionnaire philosophique). Publicado en 1764.



**4. Progreso:** En el siglo XVIII el ser humano descubrió su propia capacidad de transformar y dominar el mundo.

Gracias al uso de la razón en su investigación de la naturaleza y de sí mismo, la ciencia registró progresos acelerados. Esta situación se vio como un principio inevitable de la historia y del ser humano, y se vio a la razón y al conocimiento derivado de la misma como ilimitado.

**5. El antropocentrismo y el laicismo:** Mientras que las creaciones culturales de los siglos previos y el orden social giraban en torno a Dios, la Ilustración pone al hombre (y principalmente a su raciocinio) como medida de la realidad.

La importancia de la religión se ve disminuida, ya que previamente regía todos los órdenes de la vida. La Iglesia tenía una importante función política que se debilita a medida que la razón se abre camino.



**6. Optimismo:** Considerando la fe en la capacidad racional del ser humano y en su posibilidad de progreso y el ver la naturaleza como algo que puede conocerse y dominarse a partir del conocimiento de sus leyes, la consecuencia lógica tanto en la filosofía como en la cultura es el optimismo. Esta actitud se refiere no sólo a las posibilidades personales de cada individuo sino al progreso de la sociedad y de toda la humanidad, bajo la premisa de que la acumulación de conocimiento conduciría a la felicidad.

### 7. Bondad natural del hombre:

**Jean Jacques Rousseau (1712-1778)** fue una de las figuras más importantes de la Ilustración. Como la mayor parte de los filósofos ilustrados, se dedicó a diversas áreas del conocimiento, desde la música hasta la botánica. En su obra



*“Emilio, o de la educación”*, así como en el posterior *“Contrato social”*, sostiene que el hombre es bueno por naturaleza. Esta premisa permite pensar en la educación como una forma de ayudar a los niños y jóvenes a alcanzar su potencial, y por otro lado es uno de los componentes del optimismo ilustrado y su fe en el progreso. Si el hombre es naturalmente bueno, una sociedad regida por la razón sólo puede llevar al bien universal.

**8. Despotismo ilustrado:** A partir de la segunda mitad del siglo XVIII, las monarquías absolutas de Austria, Francia, Rusia y Prusia incluyen las ideas de la Ilustración en su forma de regir sus reinos y aunque favorecen el enriquecimiento de la cultura y confían en el poder de la razón en la toma de decisiones, su posición era paternalista. La frase que representa al despotismo ilustrado es **“todo para el pueblo, pero sin el pueblo”**. Sin embargo, esas mismas ideas difundidas por esos monarcas absolutos son la semilla del inicio de su decadencia, ya que las clases subordinadas, principalmente la burguesía, comienzan a creer en sus propias posibilidades de progreso.

**9. Liberalismo:** Se desarrolla el **liberalismo**, que defiende la iniciativa individual y las libertades civiles y económicas. **John Locke (1632-1704)** estableció los tres derechos naturales del hombre: a tener una vida privada en libertad, a la propiedad privada y a la felicidad.

La autoridad política era considerada legítima por el liberalismo sólo si había sido elegida por hombres libres. El Estado no debe intervenir en la vida privada de las personas, sino que sólo debe regular la vida pública y el ejercicio del poder no debe ser arbitrario sino que tiene que estar basado en la racionalidad, lo que significó el fin de la monarquía absoluta. Aunque hoy en varios países europeos siguen existiendo monarcas, los mismos han perdido casi todo su poder, funcionan como figuras diplomáticas y las decisiones políticas de los países son tomadas por parlamentos elegidos democráticamente.

**10. Universalismo:** Bajo la idea de una razón común a todos los hombres, los filósofos y artistas ilustrados cultivan una cultura cosmopolita y en el aspecto político, se consideran las posibilidades utópicas de un gobierno colectivo.

### 3. La Ilustración en España

Se inscribe en el marco general de la Ilustración europea (espíritu crítico, fe en la razón, confianza en la ciencia, afán didáctico, etc.).

La ilustración llega a España con cierto retraso con respecto a otros países europeos, y viene sobre todo de Francia. En la primera mitad del siglo XVIII las ideas ilustradas propiamente españolas se limitan a los escritos del **padre Feijoo** y es a partir 1760, sobre todo con la subida al trono de Carlos III, cuando realmente el peso de los ilustrados va a ser destacado.

En España los ilustrados son una minoría culta formada por burgueses, nobles y algunos (pocos) clérigos que se interesaron por las nuevas ideas que proceden del país vecino y que plantean la necesidad de reformar algunos aspectos del país.

Básicamente se interesaron por:

- Reformar y reactivar la economía y asumir las doctrinas económicas de la **fisiocracia y del liberalismo económico**.

- Preocuparse por las ciencias útiles y por la mejora del sistema educativo.

- Realizar una crítica moderada de algunos aspectos de la realidad social del país.

- Tener un interés por las nuevas ideas políticas liberales, aunque, en su mayor parte, no apoyaron planteamientos revolucionarios.

- Su afán reformista, que les llevó a chocar con la Iglesia y la mayor parte de la aristocracia. Pese a los afanes ilustrados, la mayoría del país siguió apegada a los valores tradicionales.



La **fisiocracia** fue una escuela de pensamiento económico del siglo XVIII fundada por François Quesnay, Anne Robert Jacques Turgot y Pierre Samuel du Pont de Nemours en Francia.

La fisiocracia sostenía que la riqueza provenía exclusivamente de la explotación de los recursos naturales propios de cada país y del libre cambio de los productos de los diversos países entre sí, y sostenía, además, la existencia de un orden natural de las sociedades humanas, y por consiguiente el deber de no inmiscuirse el Estado en la vida económica del país. Su doctrina queda resumida en la expresión "laissez faire".

La fisiocracia surge como una reacción de tipo intelectual a la común concepción de la vida intervencionista del pensamiento mercantilista. Insistían que la intervención de intermediarios en varias etapas del proceso de la producción y distribución de bienes tiende a reducir el nivel total de prosperidad y producción económica.



La implantación de la Ilustración tiene en España dos fases, una primera entre 1720 y 1750 y una segunda posterior en la segunda mitad del siglo y que dura hasta 1810. En cualquier caso, hay dos elementos que tienen una enorme importancia en el desarrollo de la Ilustración en España:

a) La Universidad. El espíritu ilustrado avanza poco a poco a través de sus aulas.

b) Las Sociedades Económicas de Amigos del País. Estas sociedades preocupadas por la difusión de las “ciencias útiles” y el desarrollo económico, trataban de estudiar la situación de cada provincia para fomentar la agricultura, el comercio y la industria, así como impulsar las ideas liberales, fisiócratas, traducir libros, publicar otros, etc.

Aunque la realidad es que las ideas ilustradas nunca llegaron a tener en España el peso que sí tuvieron en Francia y en Alemania. Sólo la llegada de Carlos III al trono español permitió cierto avance dentro de este modelo de pensamiento, pero nunca con la importancia suficiente como para conseguir cambiar el paso de un país, que seguía atascado social, económica y culturalmente.



La extensión de los conocimientos tecnológicos y su aplicación práctica no sólo corrió de la mano de la educación, sino también de un modelo de encuentro entre pensadores, intelectuales, religiosos y científicos que se dieron en las **Reales Sociedades Económicas de Amigos del País**. La primera fue fundada por un grupo de nobles vascos en 1774. La más importante de ellas fue la Real Sociedad Económica de Madrid, 1775, ciudad que será el centro y reflejo del nuevo modelo social. Sin distinción de clases, estas sociedades acogían a todos los sectores en el afán común de procurar el desarrollo económico de las regiones donde estaban implantadas: técnicas nuevas de cultivo, escuelas de oficios, difusión de la mecánica y la producción.

Tras el impulso reformista del reinado de Fernando VI, la Ilustración llega a su apogeo en el reinado de Carlos III. Los ministros de este monarca, con espíritu renovador, trataron de elevar el nivel económico y cultural del país. Durante este período se crearon las principales **Academias**, instrumento de difusión de las “nuevas luces”. Se establecieron la Real Academia de la Lengua, Medicina, Historia, Bellas Artes de San Fernando, y, junto a ellas, el **Jardín Botánico y Gabinete de Historia Natural**. El interés por la educación y el progreso científico se concretó en la creación de nuevas instituciones de enseñanza secundaria (Reales Estudios de San Isidro), de enseñanza superior (Colegio de Cirugía, Escuela de Mineralogía, Escuela de Ingenieros de Caminos) y en la reforma de las Universidades y de los Colegios Mayores. Se desarrollaron la prensa y las revistas literarias y científicas y la literatura didáctica y crítica, con la obra relevante de Moratín “*El sí de las niñas*”.

### 3.1. La primera Ilustración (1720-1750)

Fue la actividad intelectual de determinados individuos en tres campos específicos lo que condujo a la difusión de la Ilustración en España:

- El ensayo y la historia crítica, en forma de discursos, oraciones, cartas e informes.
- El pensamiento político, social y económico.
- La ciencia.

#### a) El ensayo y la historia crítica: Feijoo y Mayans.

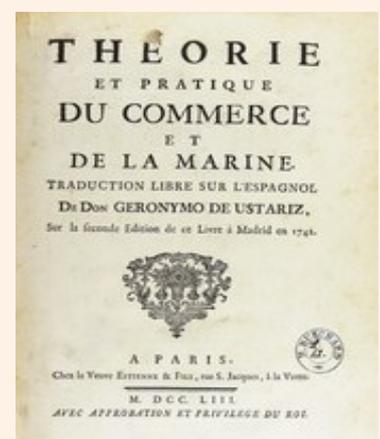
Los dos innovadores más importantes en el campo del ensayo y de la historia crítica fueron el gallego afincado en Asturias Benito Feijoo y el valenciano Gregorio Mayans.

**Benito Jerónimo Feijoo (1676-1764)** publicó entre 1726 y 1739 la que es su obra más importante llamada "*Teatro Crítico Universal*", que es completada con la serie de "*Cartas eruditas y curiosas*". Feijoo se adaptó plenamente a las exigencias de la monarquía absoluta borbónica que ensalzó en numerosas ocasiones, aunque criticó con dureza el atraso de las Universidades donde seguía predominando el pensamiento escolástico, lo que impedía la introducción de la ciencia moderna. En su *Teatro Crítico*, Feijoo censuró la superstición y se ocupó especialmente de denunciar los milagros falsos, porque consideraba además que no hacían ningún favor al cristianismo.

En cuanto a la historia crítica, el valenciano **Gregorio Mayans (1699-1781)** fue más lejos que Feijoo y defendía que sólo se podía conocer la verdad histórica recurriendo a las fuentes y sometiénolas a un riguroso examen crítico.

#### b) El pensamiento político, social y económico

El pensamiento político, social y económico de los ilustrados españoles en su mayor parte ha permanecido inédito ya que publicar sobre "política" llevaba consigo muchos riesgos, como verse envuelto en un proceso inquisitorial o tener que lidiar con el Consejo de Castilla. La obra más importante sobre estos temas y de mayor influjo fue "*Theórica y Práctica de Comercio y Marina*" (1724) de **Jerónimo de Ustáriz (1670-1732)**, que es considerada por muchos como el estudio cumbre del pensamiento mercantilista español, pero sí es una obra ilustrada por dos de sus rasgos: empeño científico y objetivo de progreso social.





## 3.2. La plena Ilustración (1750-1810)

La Ilustración en España se abrió paso con dificultad y sólo llegó a constituir islotes poco extensos y nada radicales, pero estos islotes no surgieron al azar. El caldo de cultivo de las ideas ilustradas se encontraba en ciudades y comarcas dotadas de una infraestructura material y espiritual: imprenta, bibliotecas, centros de enseñanza superior, sector terciario desarrollado, burguesía culta, comunicación con el exterior, que son condiciones difíciles de hallar en el interior de la península, salvo en contadas ciudades: Madrid, Salamanca, Zaragoza, pero sí se hallaban en el litoral, en puertos comerciales.

En la **costa cantábrica** surgieron dos tempranos focos de la Ilustración. El primero fue el asturiano, gracias a la senda abierta por el benedictino Benito Feijoo que desarrolló la mayor parte de su actividad intelectual en el monasterio de San Vicente de Oviedo. En la segunda mitad del siglo sus dos figuras más sobresalientes son Campomanes y Jovellanos, cuyos escritos muestran la asimilación de las teorías económicas de la fisiocracia y del liberalismo económico.

**Pedro Rodríguez de Campomanes (1723-1803)** fue un político, economista e historiador. Estudió leyes y en 1747 publicó "*Disertaciones históricas del orden y caballería de los Templarios*", cuya erudición le valió el ingreso, al año siguiente, en la Real Academia de la Historia. En 1762 Carlos III lo nombró ministro de Hacienda, cargo desde el cual introdujo una amplia serie de medidas encaminadas a la reforma de la economía española. Su actuación al frente del Ministerio de Hacienda encontró siempre la oposición de la clase eclesiástica, temerosa, con fundada razón, de las intenciones de Campomanes, convencido de la necesidad de entregar a agricultores no propietarios las tierras de la Iglesia sin cultivar. En este sentido, creyó que el crecimiento económico de España pasaba por el desarrollo de la agricultura, por lo que logró que el monarca estableciera subsidios para las zonas agrícolas más desfavorecidas.

En 1766, tras los acontecimientos políticos derivados del motín de Esquilache, el conde de Aranda, su más fiel aliado en política de Estado, le encargó la elaboración de un informe para depurar responsabilidades, las cuales recayeron en los jesuitas, que fueron expulsados del país en abril de 1767. En 1786 fue oficialmente nombrado presidente del Real Consejo de Castilla. Tras la subida al trono de Carlos IV, Campomanes perdió influencia en los asuntos de Estado, sobre todo debido al favoritismo del nuevo soberano por el conde de Floridablanca. Éste, a su vez, lo destituyó de todos sus cargos en 1791. Tras la destitución conservó su puesto en el Consejo de Estado y su fama de afrancesado le impidió recuperarse políticamente.





**Gaspar Melchor de Jovellanos (1744-1811)** se graduó bachiller en 1761 en Cánones por la Universidad de Santa Catalina de El Burgo de Osma (Soria) y en 1763 se licenció en Cánones por la Universidad de Ávila. Desarrolló su máxima actividad durante el reinado de Carlos IV.

En 1778 fue nombrado Alcalde de Casa y Corte en Madrid. En 1798, Godoy le nombra Secretario de Gracia y Justicia para reformar los estudios universitarios y para dar cauce legal a las medidas para amortiguar la fuerza del partido reaccionario, que encabezaba la Inquisición, pero poco después es cesado, detenido y conducido hasta la isla de Mallorca, donde permaneció encarcelado, primero en Valldemossa y luego en el castillo de Bellver hasta 1808. Lejos de abandonar su actividad, se dedicó, en cuanto obtuvo el oportuno permiso, a leer y escribir. En Valldemossa empezó el *“Tratado teórico-práctico de enseñanza”*.

Cuando el motín de Aranjuez colocó en el trono a Fernando VII, Jovellanos quedó en libertad. Estamos en marzo de 1808 y en vísperas de la guerra de la Independencia. El grupo de los ilustrados se divide entre los que creen que Napoleón y José I van a resolver los problemas de España, y aquellos que consideran que los españoles se bastan a sí mismos para llevar a cabo esta tarea. Los primeros, llamados afrancesados intentaron convencer a Jovellanos para que colaborara con el gobierno de José I, pero Jovellanos se negó. En setiembre aceptó el nombramiento para representar a Asturias en la Junta Suprema Central Gubernativa del Reino, compuesta por los diputados nombrados por cada una de las Juntas provinciales, creadas para luchar contra Napoleón.

El otro foco ilustrado de la costa cantábrica fue Guipúzcoa. Allí nació la primera Sociedad Económica de Amigos del País, que servirá de modelo a todas las demás, a iniciativa de los *“Caballeritos de Azcoitia”*, nombre que se dio al grupo encabezado por Javier María de Munibe, conde de Peñaflores, Joaquín Eguía, tercer marqués de Narros, y Manuel Ignacio de Altuna, este último admirador de Rousseau, de quien fue amigo.



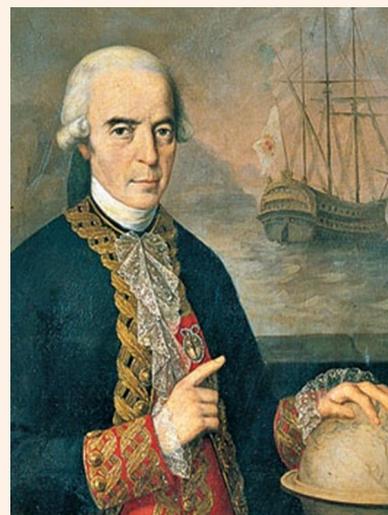
**Jovellanos: Memoria sobre la educación pública:**

*“Obsérvese que la utilidad de la instrucción, considerada políticamente, no proviene de la suma de conocimientos que un pueblo posee, ni tampoco de la calidad de estos conocimientos, cuanto de su buena distribución. Puede una nación tener algunos, o muchos y muy eminente sabios, mientras que la gran masa de su pueblo yace en la más eminente ignorancia, ya se ve que en tal estado, la instrucción será de poca utilidad, porque siendo ella hasta cierto punto necesaria a todas las clases, los individuos de las que son productivas y más útiles serán ineptos para sus respectivas profesiones, mientras sus sabios compatriotas se levantan a las especulaciones más sublimes. Y así vendrá a suceder que, en medio de una esfera de luz y sabiduría, la agricultura, la industria y la navegación, fuentes de prosperidad pública, yacerán en las tinieblas de la ignorancia. ¿A qué podrá aspirar un pueblo sin educación, sino a la servil y precaria condición de jornalero?”*



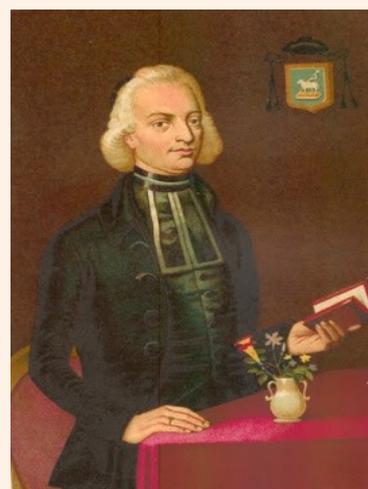
En la costa mediterránea el foco ilustrado más relevante es Valencia, en donde destacan el matemático y astrónomo Jorge Juan, Gabriel Ciscar y el botánico Antonio José Cavanilles.

**Jorge Juan (1713-1773)** fue un humanista, ingeniero naval y científico español. Tras la publicación junto con Antonio de Ulloa en 1748 de las “Observaciones astronómicas y físicas hechas en los reinos del Perú”, se hace cargo del observatorio astronómico de Cádiz. Años después, Jorge Juan muestra su pensamiento en “Estado actual de la Astronomía en Europa” (1774), con una defensa de la teoría astronómica de Newton. Midió la longitud del meridiano terrestre demostrando que la Tierra está achatada en los polos. Reformó el modelo naval español y siguió desarrollando sus estudios astronómicos, matemáticos y físicos, que culminaron con la publicación en 1771 de “Examen Marítimo”, que a juicio de muchos historiadores es la única obra española de mecánica racional que es original.



**Gabriel Ciscar (1759-1829)** fue un matemático, marino, que continuó la labor científica y docente de Jorge Juan en la Escuela de Guardiamarinas para la que redactó una serie de manuales de amplia difusión como el “Tratado de Aritmética (1795) o el Tratado de Trigonometría Esférica (1796)”. Todos estos méritos le valieron ser nombrado representante español en la comisión que iba a establecer en París el nuevo sistema de pesos y medidas de alcance universal que sería conocido como sistema métrico decimal. Su trabajo “Memoria Elemental sobre los Nuevos Pesos y Medidas Decimales” de 1800 fue alabado por la Academia de Ciencias de París.

En el campo de la botánica el sistema de Linneo fue aceptado por la mayoría de los científicos y por los jardines botánicos creados entonces: Barcelona, Sevilla, Valencia, Zaragoza, gracias a la venida a España en 1751 de Pehr Löfving para estudiar la flora española y al apoyo del director del **Jardín Botánico de Madrid**, el valenciano **Antonio José Cavanilles (1745-1804)**, autor de numerosos trabajos sobre botánica y creador y director de la revista “Anales de Historia Natural”. Además Cavanilles, cuyo método científico fue alabado en toda Europa, mantuvo contacto con el naturalista francés Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, cuyos trabajos difundió en España el Real Gabinete de Historia Natural, que impulsó la traducción de su Historia Natural, General y Particular por José Clavijo y Fajardo, editor de El Pensador, quien con el fin de evitar dificultades con el Santo Oficio, incluyó la retractación a que se había visto obligado el mismo Buffon. La obra magna de Cavanilles fue mucho allá de la botánica, ya que en ella analizó fenómenos demográficos, antropológicos, sociales y económicos. Se trataba de las “Observaciones sobre la historia natural, geografía, población y frutos del Reino de Valencia”.





El segundo gran foco ilustrado de la costa mediterránea fue Barcelona. Allí dominó la figura de **Antonio de Capmany**, autor de la que puede considerarse la primera historia económica de España, titulada *“Memorias históricas sobre la Marina, Comercio y Artes de Barcelona”*. Su actividad continuó en el siglo siguiente y participó en las Cortes de Cádiz.

En la **España interior** los focos ilustrados de relevancia son Zaragoza, Salamanca y Madrid. En la capital aragonesa el movimiento ilustrado se articuló en torno a la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País, que fue muy activa y en donde se fundó la primera cátedra de Economía civil, lo que después se conocería como Economía política.

El núcleo ilustrado de Salamanca se reduce a la Universidad, cuyo claustro estaba muy dividido entre el sector tradicionalista y el defensor de la introducción de las nuevas ideas. **Juan Justo García**, introductor de la matemática moderna en España, tuvo que pelear para que se abandonara el aristotelismo y se introdujeran las nuevas teorías científicas. Gracias a estos y otros cambios, la Universidad de Salamanca dejó de ser baluarte del tradicionalismo, y de sus aulas salen en las últimas décadas del siglo: José Cadalso, el poeta Meléndez Valdés, el jurista Ramón de Salas.

Madrid, al ser la sede de la corte, atrajo gobernantes, pensadores y artistas de todas las regiones, por lo que Madrid fue el centro de la Ilustración gracias a un conjunto de factores que no se encontraban en ninguna otra ciudad: instituciones docentes de espíritu moderno, ambiente cosmopolita, prensa abundante, mecenazgo de aristócratas ilustrados, una Sociedad Económica cuya actividad sobrepujo mucho a las de provincias y una presencia gubernamental que era, según los casos, impulso, freno o tutela.

Por otro lado, hay que decir que durante el reinado en España de Carlos III (de 1759 hasta su muerte en 1788) hubo una gran preocupación por las ciencias y el propio rey intensificó el impulso que se había dado a las mismas en España durante el reinado de Fernando VI.

En diversas instituciones académicas españolas trabajaron destacadas personalidades científicas y en distintos organismos oficiales se introdujeron cátedras de química, y la mineralogía y la metalurgia se convirtieron en objeto de especial protección para el gobierno. Las necesidades del ejército y de la marina continuaron estimulando la introducción en España de los nuevos conocimientos de medicina, matemáticas, física experimental, geografía, cartografía y astronomía, imprescindibles para un mejor conocimiento y protección del imperio.



## 4. Las expediciones científicas españolas en el siglo XVIII

En el siglo XVIII, con la llegada de la dinastía de los Borbones a España, el número de expediciones científicas es inmenso y de diversa índole, desde exploraciones marítimas e hidrográficas, con aportaciones cartográficas de alta calidad, pasando por expediciones astronómicas y geodésicas, hasta reconocimientos naturalistas que dieron a conocer a la ciencia europea nuevas especies vegetales y animales en el momento del nacimiento de la historia natural moderna. En esta empresa, la Marina tuvo un papel protagonista al convertirse los buques en "laboratorios flotantes", donde se ensayaron los nuevos métodos de medición astronómica con instrumentos que ayudaron a mejorar la cartografía existente.

La organización y envío de expediciones españolas a los dominios coloniales, además de ser una consecuencia de la política científica ilustrada borbónica, fue resultado de una serie de factores políticos como la delimitación de fronteras, el control de la expansión de otras potencias imperiales, económicos, como el aumento del comercio, la contención del contrabando y la explotación de nuevos recursos naturales; demográficos y cartográficos.

Los componentes de las expediciones se escogieron entre marinos, médicos, boticarios, naturalistas e ingenieros militares españoles, además de algún representante ilustrado de la elite criolla. Como personal de apoyo fueron dibujantes y pintores, formados tanto en academias



ubicadas en la metrópoli como en las colonias, quienes se encargaron de representar los ejemplares exóticos y de trazar los mapas de los territorios explorados.

La convicción de que los mares estaban llamados a convertirse en los "teatros" del enfrentamiento entre las potencias europeas, obligó a proteger algunas áreas del ultramar español: el Caribe, el noroeste del continente americano y el cono sur, con una atención preferencial a los estrechos que daban paso a estas zonas estratégicas del imperio español. De este modo, las exploraciones científicas españolas dividieron sus objetivos entre estos territorios fronterizos considerados estratégicos para el control colonial con el estudio de los virreinos, en los que además intervinieron en el movimiento de reformas que los borbones habían impuesto previamente en el metrópoli, que afectaba tanto a la administración, la organización territorial, la enseñanza, la medicina y la farmacia o la adquisición de la ciencia moderna procedente de Europa.



En la segunda mitad del siglo XVIII se desarrolla en España un nuevo interés por ampliar conocimientos sobre los dominios de ultramar de la Corona española, lo que provoca el envío de numerosas expediciones científicas a América y Filipinas y en el plazo de sesenta y cinco años (entre 1735 y 1800) se llevan a cabo unas sesenta expediciones científicas. En este contexto, los descubrimientos y las actividades científicas se dirigen hacia los problemas concretos que plantea el desarrollo económico y social y las iniciativas españolas no desmerecen en nada de los proyectos que otras naciones europeas están llevando a cabo.

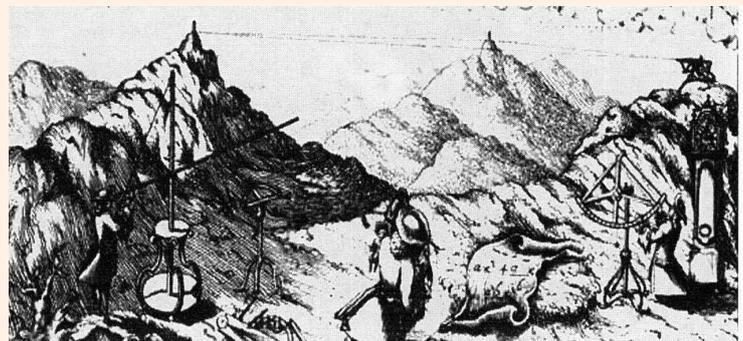
Entre las primeras expediciones españolas se encuentran aquellas destinadas a la fijación de fronteras entre los dominios españoles y portugueses en América, conocidas como **expediciones de límites**, como las que tuvieron para delimitar soberanía y territorios. En el equipo humano de estas expediciones hay que destacar que, junto a los cartógrafos, se solía incluir un grupo de naturalistas y dibujantes científicos, dirigidos por un botánico experto. La expedición de **Félix de Azara** tuvo por objeto delimitar los límites de Paraguay para fijar la línea de demarcación con Portugal desde el Río de la Plata, y dicha expedición aportó innovadoras ideas sobre Historia Natural, incluso al mismo Darwin.



La subida al trono de Carlos III da un fuerte impulso a algunos de los proyectos científicos del reinado anterior. Se desarrollan ambiciosos programas de investigación americanista, que se plasma en innumerables expediciones científicas, con objetivos militares, sanitarios, minero-metalúrgicos y de búsqueda de recursos naturales.

La primera **expedición botánica oficial** en tiempos de Carlos III a los virreinos estuvo mediatizada por el interés de los franceses por desvelar los secretos de la naturaleza americana, a la vez que obtenían una valiosa información sobre las posesiones españolas.

Además se pretextaba la búsqueda de los manuscritos del francés Joseph de Jussieu, científico que había participado en la expedición geodésica hispano-francesa de **La Condamine** (1735-1745), destinada a Quito con el fin de aclarar la polémica sobre



la figura de la Tierra, y de la que habían sido miembros los guardiamarinas españoles Jorge Juan y Antonio de Ulloa. El gobierno español aceptó la propuesta francesa de exploración del virreinato del Perú, con la salvedad de que la dirección estaría encomendada a los españoles, medida de prudencia adoptada tras los incidentes ocurridos en la anterior expedición hispano-francesa y con la mira puesta en obtener las ventajas de la mayor formación de los científicos franceses.



La **segunda expedición botánica** fue la del médico gaditano **José Celestino Mutis (1732-1808)** al virreinato de Nueva Granada. Mutis había llegado a Santa Fe en 1760 en calidad de médico del nuevo virrey Pedro Mexía de la Cerda, pero con la idea clara de continuar el estudio de la naturaleza americana.

Mutis desempeñó en América sus tareas de médico y contribuyó a sentar las bases educativas necesarias para la creación de una élite ilustrada en Nueva Granada. Entre sus actividades de estos años hay que destacar su labor como catedrático de Matemáticas en el Colegio del Rosario desde 1762, sus exploraciones en busca de las controvertidas quinas neogranadinas, sus envíos botánicos al gran sabio Linneo y su atención hacia la minería de Nueva Granada.

A Mutis le sorprendió el ambiente cultural y social: la educación era una copia de las instituciones educativas metropolitanas, especialmente de la contrarreformada Universidad de Salamanca. La pedagogía que se infundía en las escuelas y seminarios era heredera del Concilio de Trento de 1530 y estaba centrada en el aristotelismo y la escolástica tardía, sin ninguna explicación científica de la realidad. Mutis en su empeño por modernizar las estructuras mentales de los criollos, se enfrentó con los sectores tradicionales de la sociedad.

Mutis se preocupó por adelantar observaciones astronómicas, recolectar plantas con las que fue formando un herbario, comprobar gran parte de lo consignado en obras escritas sobre América y en estudiar la quina. En Santa Fe sentó las bases de la revolución científica cuando, en el discurso inaugural de la cátedra de matemáticas del Colegio Mayor del Rosario, expuso los principios del sistema de Copérnico, que fue la presentación de una nueva metodología, la del eclecticismo y de una novedosa actitud ante el mundo y la vida, que significaba el abandono del fanatismo, para entrar en los terrenos de la física de Newton.



Billete de 2.000 pesetas con la imagen de José Celestino Mutis observando una flor con su lupa.





Aunque Mutis era el médico preferido de los habitantes de Santa Fe y percibía buenas entradas económicas, prefirió incursionar en arriesgadas empresas comerciales y mineras. En sus aventuras mineras fracasó económicamente, aunque introdujo, junto con su socio Juan José de Elhuyar, el método de amalgamación para la extracción de la plata. En lo que no fracasó, aunque tuvo que afrontar serias disputas, fue en el descubrimiento de la quina en el territorio de la actual Colombia.

Una vez que se organizaron las tareas, tras la aprobación de la expedición en 1782, la responsabilidad de Mutis era abrumadora. Comenzaba un camino que debía conducirle a la formación de una flora de Bogotá, a organizar el estanco de la quina, aclimatar canelos, promover su té de Bogotá, buscar fuentes de azogue, ensayar técnicas de fundición o de amalgamación para la minería y tomar medidas de prevención sanitaria.



Una vez establecida la expedición se creó una auténtica institución científica con tareas centralizadas, dedicada a varias disciplinas y en la que se profesionalizaron las actividades a través de la formación de científicos criollos, que lograron cierta autonomía respecto a la metrópoli madrileña, hasta crear una pequeña comunidad científica con características nacionales. Fue el trabajo de estos hombres uno de los que mayores frutos de la expedición, ya que la obsesión de Mutis por representar fielmente las plantas descritas y la utilización de una técnica cromática peculiar -se utilizaron los tintes extraídos de los propios vegetales- tuvo como resultado una magnífica colección de 6.000 láminas.

En 1791, Mutis recibió la orden de regresar a Santa Fe, donde tuvo que reorganizar la expedición, para lo cual se le permitió la contratación de nuevos pintores y la de ayudantes, los cuales poco después fueron detenidos y expatriados por su participación en las conspiraciones independentistas contra la corona española. Dos años más tarde comenzó a publicar, en el Papel Periódico de Santa Fe de Bogotá, su obra El arcano de la quina, revelado a beneficio de la humanidad. Los últimos años de la vida de Mutis fueron también decisivos para la formación del entramado intelectual de Nueva Granada. Consiguió, casi al comenzar el nuevo siglo, la creación de una Sociedad Patriótica. Además, se retomaron antiguas ideas sobre la formación de un jardín botánico, la creación de una Escuela de Minería, de un gabinete de química, de un Museo de Historia Natural y de una Universidad,.

Tras la muerte de José Celestino Mutis, en 1808, sus discípulos principales participaron de forma directa en las revueltas independentistas sofocadas por el general español Morillo, quien, tras fusilar a gran parte de los seguidores de Mutis en 1816, ordenó que todos los materiales acumulados por la expedición, manuscritos, herbario y láminas, fueran enviados a la Península para ser examinados por el sabio ojo de la ciencia metropolitana.



La labor de Mutis quedó recogida y cuando en junio de 1817 llegó al puerto de Cádiz un cargamento de 104 cajones, al abrirlos un aire de bosque de Indias se extendió más allá de la nave. Era un verdadero tesoro científico con semillas, resinas, minerales, maderas y dibujos de plantas que había sido recopilado treinta años atrás por Mutis en las tierras que entonces pertenecían al virreinato de Nueva Granada, la actual Colombia, y cuya independencia se proclamaría poco después.

Las cerca de 20.000 plantas herborizadas y las más de 6.000 ilustraciones con los diarios manuscritos pasan a formar parte del Real Jardín Botánico de Madrid. El encargado de recoger los valiosos materiales para llevarlos a la capital fue Mariano Lagasca y Segura, director del Real Jardín Botánico de Madrid. Lagasca y Segura se emocionó en el momento en el que se abrieron esos cajones y aspiró aquellos aromas, esa colección que era el resultado de la vida del sabio José Celestino Mutis, el gran botánico que había nacido en Cádiz y cuya memoria regresaba así a su ciudad natal.

La **tercera expedición botánica** a los virreinos fue la destinada a Nueva España, en 1786, bajo la dirección del médico aragonés **Martín de Sessé (1751- 1808)**.

La real orden de 1786 mandaba establecer un jardín botánico, con su cátedra correspondiente en México y la formación de una expedición que debía hacer los dibujos y recoger las producciones naturales. Para la consecución de este cometido, se nombró a Martín de Sessé director del futuro jardín y de la expedición. La llegada de la expedición a Nueva España supuso la introducción de la historia natural moderna, con los presupuestos teóricos linneanos, y la instalación de una institución de nuevo cuño en este territorio. Esta entrada no fue fácil, ya que la brusca injerencia de los linneanos peninsulares en los asuntos de la colonia, con el propósito de reformar instituciones como la Universidad y el Protomedicato -organismo encargado del control sanitario y farmacéutico del país-, además de la creación de un jardín con enseñanzas modernas, produjo fuertes reacciones en contra de los intrusos.



Las primeras actividades expedicionarias tuvieron lugar en octubre de 1787, en las zonas periféricas de la ciudad de México, donde se ensayaron las técnicas de recolección botánica y zoológica. Sessé recorrió diferentes itinerarios por el valle de México, los bosques, ríos y desiertos de la zona. En las cercanías de Toluca encontraron el "árbol de las manitas". En el recorrido que hicieron desde México a Cuernavaca y Acapulco, se hizo una importante recolección de aves, minerales, semillas y plantas, entre las que destacaron el Huictzilxochitl, "que mana goma", el Copalcuahuitl, árbol del copal, y el Tzinacancuilitlacuahuilt, el árbol que "cría una goma como incienso y que los boticarios llaman gacca".



El impacto de estas expediciones botánicas a los diferentes virreinos americanos en la comunidad científica internacional fue limitado, al quedar inéditas muchas de las aportaciones y descubrimientos hechos por los españoles. Los científicos regresaron a la Península o enviaron sus resultados en un momento histórico de hundimiento de la ciencia española, como consecuencia de la invasión francesa, la caída del movimiento ilustrado del Antiguo Régimen, la subida al trono del absolutista Fernando VII y el movimiento de independencia americano, al que de alguna forma habían contribuido.

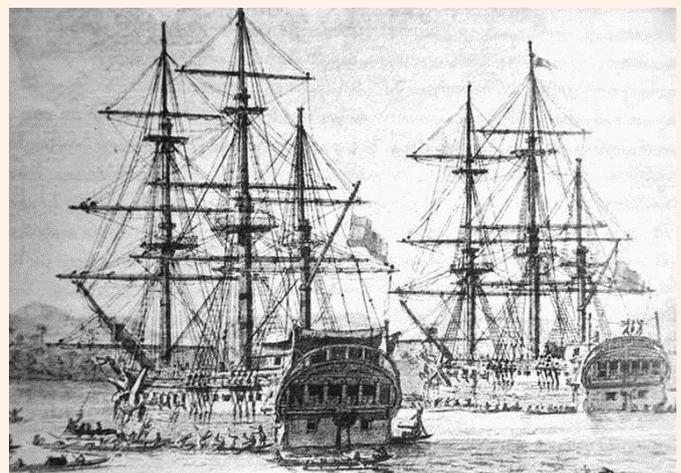
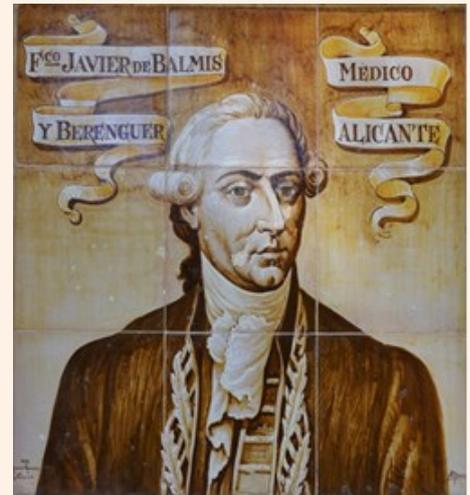
**En relación con la medicina**, la Real Expedición Filantrópica de la Vacuna a las posesiones españolas de América y Filipinas, tuvo lugar entre 1803 y 1806 y fue un hito en la historia de la medicina.

El objetivo de dicha expedición, dirigida por el médico y cirujano militar alicantino **Francisco Javier Balmis (1753-1819)** fue la de propagar la vacuna contra la viruela, descubierta por el británico Edward Jenner, a América y Asia.

Balmis ya era muy conocido por haber descubierto durante su estancia en las Antillas unas raíces indias como remedio para las enfermedades venéreas y cuyo hallazgo había publicado en 1794. La Real Expedición Filantrópica de la Vacuna alcanzó merecida fama, hasta el extremo de ser celebrado por los científicos extranjeros como uno de los hitos básicos en los inicios de la moderna medicina preventiva.

Mención aparte tiene el viaje científico y político alrededor del mundo conocido como **Expedición Malaspina**, en honor científico y capitán de navío Alejandro Malaspina, y fue una expedición financiada por la Corona española en la época ilustrada de Carlos III. La expedición se prolongó a lo largo del periodo entre 1789-1794. Recorrió las costas de toda América desde Buenos Aires a Alaska, las

Filipinas y Marianas, Vavao, Nueva Zelanda y Australia. El 21 de septiembre de 1794 la expedición regresó a España habiendo generado un ingente patrimonio de conocimiento sobre historia natural, cartografía, etnografía, astronomía, hidrografía, medicina, todas ellas ramas de conocimiento de gran importancia geopolítica, así como sobre los aspectos políticos, económicos y sociales de estos territorios. La mayor parte de los fondos obtenidos se conservan en el Museo Naval de Madrid, el Real Observatorio de la Armada, el Real Jardín Botánico y el Museo Nacional de Ciencias Naturales. En la actualidad siguen siendo objeto de estudio por parte de historiadores y biólogos.



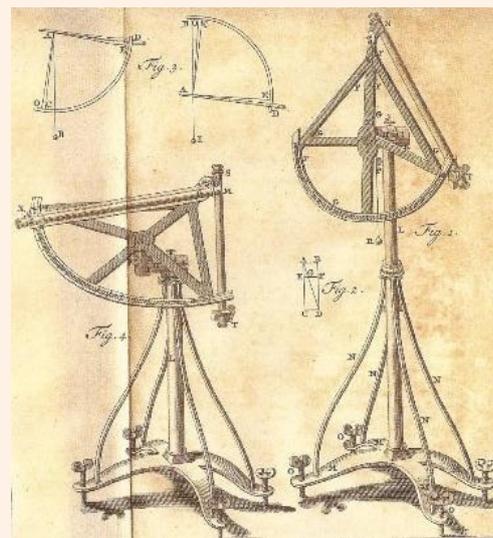
## 5. La cartografía en la Ilustración

El siglo XVIII fue la edad de oro de las expediciones científicas y en ellas la aportación española fue deslumbrante. España en dicho siglo estaba formada por el territorio peninsular y las colonias de ultramar y el imperio español era un vasto laboratorio para la experimentación de las ciencias aplicadas, entre las que estaban la cartografía, la hidrografía y la geografía. Era necesario tener un conocimiento más preciso del territorio porque de él dependía el mantenimiento del imperio y la hegemonía política.

El gran científico ilustrado **Jorge Juan** fue el gran promotor de la cartografía española del siglo XVIII. A su vuelta de la Expedición Geodésica en Perú para la medición del tamaño de la tierra, propuso la creación de un nuevo mapa español a través de un sistema de triangulación que permitiera medir correctamente la península Ibérica. El plan elaborado en 1751 era ambicioso y suponía la constitución de varios grupos de trabajo.

Aunque el proyecto no fue puesto en marcha por una serie de obstáculos técnicos (falta de especialistas en diversas materias) y presupuestos, la tentativa sirvió para dejar en evidencia dichas insuficiencias. También para que el Gobierno de la Nación decidiera pensionar en París a cuatro jóvenes con el objetivo de aprender, entre otras cuestiones, el arte del grabado para la realización de mapas. Entre ellos están los significados geógrafos madrileños de la segunda mitad de la centuria: **Juan de la Cruz Cano (1734-1790)** y **Tomás López de Vargas Machuca (1730-1802)**.

Instalados en España, a partir de 1760, la serie de trabajos realizados por ambos fue realmente impresionante. Primero, colaboraron en la dirección de mapas sobre los diversos lugares en los que España estaba desarrollando conflictos bélicos, tales como Portugal (1762), Luisiana (1763), Sacramento (1778) y Nueva Inglaterra (1779), y realizaron las cartografías de los territorios peninsulares en manos extranjeras, como eran los casos de Gibraltar o Menorca. Y, en segundo lugar, colaboraron en los grabados que debían ilustrar obras históricas o geográficas, tales como las Guías de Forasteros o La España Sagrada.



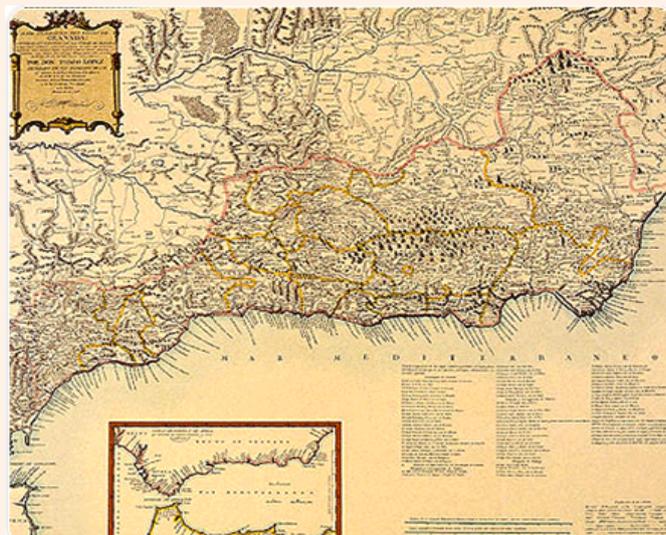
Instrumentos de medición utilizados por Jorge Juan, reproducidos en la relación histórica del viaje a la América Meridional (1748).



Mapa de América Meridional de Juan de la Cruz Cano (1775).



Con todo, la obra más significativa fue la elaboración de un mapa de España y sus dominios indianos. Para ello, se trazó en 1766 un plan de recogida de datos en todas las regiones de España, a fin de obtener noticia puntual de montes y ríos, producciones agrarias y manufactureras, centros educativos y restos arqueológicos. De este vasto plan, fue en los datos topográficos en los que mayor insistencia se puso durante los treinta años que duró la recogida de materiales. En esta tarea, el método de acumulación de mapas parciales tuvo inconvenientes técnicos que no siempre se supieron salvar, tales como la reducción a una misma escala de los diferentes planos regionales. En 1810, se publicó finalmente de la mano de Antonio López el “*Atlas general de España*”.



Atlas general de España de Antonio López (1810).

La iniciativa de estos dos importantes geógrafos no fue suficiente para las necesidades que fueron planteándose. Ante la necesidad de informaciones geográficas precisas se tiene que acudir a instituciones que dispusieran de los técnicos y del instrumental más adecuado posible. Por ello se acude a la Marina, que era la responsable de la defensa de las costas metropolitanas y americanas. La Academia de Guardias Marinas y el Observatorio Astronómico instalados en Cádiz, así como los existentes desde 1777 en Cartagena y El Ferrol, aseguraban una buena preparación técnica a los marinos.

En 1783, el ministro de Marina, **Antonio Valdés**, encargó al director de la academia gaditana, **Vicente Tofiño de San Miguel y Vanderiales (1732-1795)**, un mapa general de las costas españolas. Tres años después de iniciado el periplo, en una fragata y un bergantín, se publicaron los “*Derroteros de las costas de España y Atlas Marino de España, islas Azores y adyacentes*”. Además, la expedición tuvo como virtud la formación de un equipo de expertos, como Dionisio Alcalá Galiano, José Espinosa, José de Vargas Ponce y Alejandro Belmonte, entre otros, que con el tiempo se dedicaron a realizar viajes por las diversas costas del planeta, haciendo así caso de las necesidades militares, económicas y políticas que la cartografía debía responder. En estas numerosas expediciones cartográficas destacaron los viajes por las costas de África y, sobre todo, por América. En 1785 y 1786, al mando de Antonio de Córdoba y con Alcalá Galiano a bordo, se efectuó una incursión por la Patagonia y el estrecho de Magallanes para contrarrestar la información que franceses e ingleses estaban consiguiendo. Asimismo, desde 1777 se iniciaron expediciones al norte, donde el marino danés al servicio del imperio ruso, **Vitus Jonassen Bering (1681-1741)** había descubierto en 1728 el estrecho que lleva su nombre, al explorar las costas siberianas y alcanzar la costa occidental de América del Norte.



El conjunto de estos viajes cartográficos permitió a los españoles un buen conocimiento de las costas norteamericanas. Finalmente, tuvo lugar la expedición de **Alejandro Malaspina**, cuyo objetivo fue dar la vuelta al mundo para realizar investigaciones botánicas, pero también para levantar cartas hidrográficas en las regiones más remotas de América, en un intento de facilitar, entre otros objetivos, unos mejores intercambios mercantiles.



Mapa de la costa de Lima y alrededores de Alejandro Malaspina (1790).

Dentro de la España peninsular, los ingenieros militares realizaron una meritoria misión: la cartografía planimétrica de la Monarquía; acorde al nuevo ordenamiento territorial. La obra ejecutada fue ingente: miles de planos y mapas con valiosa información acerca de las diversas provincias de España fueron levantadas por estos militares. Fue asimismo destacable la colaboración de los eclesiásticos.

Los obispos, especialmente los afines a la Ilustración, tuvieron verdadero interés en conocer geográficamente sus diócesis. En Toledo, Valencia o Cuenca se estimularon tal tipo de empresas. Algunos prelados colaboraron incluso personalmente. Éste fue el caso del mallorquín **Antonio Despuig y Dameto (1745-1813)**, que fue obispo de Orihuela, arzobispo de Valencia y de Sevilla y nombrado por el papa cardenal con título de San Calixto, arcipreste de la Basílica de Santa María la Mayor y protector de varias órdenes religiosas italianas. Despuig fue uno de los acompañantes de la expedición de Tofiño y tomó la determinación de realizar junto con su secretario un mapa de la isla de Mallorca, en 1784.



En los dominios americanos también hubo realizaciones llevadas a cabo por el clero, como las emprendidas, por ejemplo, por el obispo de Nueva España. Tampoco los jesuitas descuidaron la realización de planos en los territorios donde tenían intereses.



Por último, en el campo de la geografía, es preciso resaltar la obra de uno de los mejores geógrafos del siglo, como fue el aragonés **Isidoro de Antillón (1778-1814)**, que fue un político, jurisconsulto e historiador de España. Desde su cátedra del Seminario de Nobles en Madrid, representó la síntesis de la geografía ilustrada y la eclosión de los nuevos enfoques, hechos especialmente detectables en sus manuales geográficos y en los atlas sobre su tierra o en sus observaciones astronómicas.



Mapa de España de Antonio de Antillón (1808).

Colaboró en la construcción de un Diccionario geográfico e histórico de España y fue autor de las Lecciones de Geografía, editadas en 1804-1806, y de los Elementos de la geografía astronómica, natural y política de España y Portugal, publicados en 1808. En ellos se recopila una buena parte de la información recogida por los mejores eruditos del siglo, como Ponz, Bowles, Labrada o Asso, dando realce con estas publicaciones a la geografía humana.

Todo ello contribuyó a que la geografía, que se mostró como una disciplina especialmente ilustrada por sus múltiples posibilidades del conocimiento de la realidad española. Su versatilidad se demostró acudiendo al socorro de cuestiones geopolíticas en las que España estaba interesada, pero también en prestar ayuda a las necesidades internas del país, a las que aportó los conocimientos necesarios para la construcción de obras hidráulicas, la planificación de ciudades o las decisiones en los pleitos jurisdiccionales o de propiedad. Por eso, no es extraño que se aspirase desde el reinado del segundo rey Borbón a realizar una geografía física del país. Para su realización, por consejo de Antonio de Ulloa, se contrató al irlandés **William Bowles (1705-1780)**, que durante años se dedicó a recorrer el territorio. Resultado de este largo periplo fue su *“Introducción a la historia natural y a la geografía física de España”* (1775), en la que se aprecia las variadas implicaciones que existían entre botánica y geografía. Otra iniciativa más interesante fue la que desde 1740 inició la Real Academia de la Historia para la elaboración de un Diccionario Geográfico Histórico de España. Pese al material ingente recogido y al apoyo de Campomanes, cuando asumió la presidencia de la academia, lo cierto es que la empresa no ve luz hasta la centuria siguiente.

Con respecto al continente americano es digna de mención de **José de Alcedo (1735-1812)**. Conocía América, pues había nacido en Quito y pasado los 17 primeros años de su vida en las Indias, sólo en 1752 vino a España, ingresando en la Guardia real con el grado de alférez, llegando a mariscal de campo y gobernador de La Coruña, donde se encontraba al producirse la invasión napoleónica. Su conocimiento directo de las Indias y el haber recorrido gran parte de América y de sus islas, le sirvió de gran ayuda para la confección de su gran obra: *“Diccionario geográfico de América”* (1786-1789).

## 6. Las Sociedades Económicas de Amigos del País

A partir de la segunda mitad del siglo XVIII, se fundan varias **Sociedades Económicas de Amigos del País**, que son organismos no estatales con el fin de promover el desarrollo de España, especialmente en el aspecto económico, y que se inician en los círculos culturales. Contaban con licencia real para constituirse y reunirse, y en su fundación intervienen los sectores más dinámicos de la sociedad, como importantes figuras de la nobleza y numerosos cargos públicos, de la Iglesia, del mundo de los negocios y los artesanos.

La primera en constituirse fue la Sociedad Bascongada de Amigos del País, fundada por el conde de Peñaforida en 1765; diez años después se constituye, a iniciativa de Campomanes, la Real Sociedad Económica de Madrid. A principios del siglo XIX ya se habían constituido 63 sociedades en las principales ciudades del país.

Campomanes y otras personas percibieron que en España tardaba en desarrollarse su potencia económica por la falta de industria y baja productividad, por lo que los pensadores liberales y los afrancesados (administradores y pensadores influidos por el advenimiento de la dinastía de los Borbones) buscaron difundir los avances y el pensamiento de la Ilustración.

Igualmente se formaron Sociedades de igual tipo en países de Sudamérica, en donde la misión de fomentar la industria chocaba con la primacía de la industria de la metrópolis, pues las colonias debían comprar los productos de España. Además, en la cultura conservadora de la América española, la misión de propagar la Ilustración encontró un camino difícil por la censura oficial. Sin embargo, ciertos miembros de las Sociedades se atrevieron a traer libros prohibidos de Europa, aún de la misma España, donde por ejemplo la Enciclopedia de Diderot se podía comprar. Es cierto que varias de las Sociedades de América nunca fueron más que el proyecto de un aristócrata aficionado o una imitación de una novedad metropolitana. Con todo, varias Sociedades se destacaron en sus actividades, publicando ensayos sobre nuevos desarrollos en el mundo agropecuario, abogando por el libre comercio y se puede ver el trabajo de estas Sociedades como un antecedente del proyecto de emancipación de las colonias de ultramar.

Las Sociedades Económicas fueron cuna de nuevas formas de sociabilidad, donde personas (hombres) se reunían en público (no en casas) para debatir los temas del día y solían organizarse formalmente, conservando actas de las actividades de cada reunión, eligiendo oficiales (presidente y secretario para las funciones oficiales del grupo).





Las Sociedades Económicas de Amigos del País se muestran como un movimiento extendido a todo lo largo de la geografía, del que sólo se desentendieron algunos grupos burgueses bien caracterizados, como parecen demostrar la inexistencia de fundaciones de este tipo en Cádiz y Barcelona, tal vez por falta de sintonía con los planteamientos económicos emanados de los sectores oficiales impulsores por parte de los comerciantes, industriales y navieros, que encontraron un mecanismo alternativo para la defensa de sus intereses en el Consulado o la Junta de Comercio. En cualquier caso, la geografía de las Sociedades Económicas tampoco es exactamente la geografía del subdesarrollo, pues junto a los centros establecidos en las capitales de comarcas estrictamente rurales, existieron muchas otras instaladas en núcleos urbanos expansivos y cuyas preocupaciones iban mucho más allá de la mera promoción de la agricultura.

Las Sociedades Económicas de Amigos del País fueron una agrupación de ilustrados de buena voluntad y un instrumento de fomento al servicio del reformismo oficial. En el primer caso, su actuación fue encomiable y contribuyó a despertar la conciencia crítica sobre los males de la nación y a difundir la ilusión de que la supresión del atraso era posible, mientras que en la segunda vertiente los resultados sólo pueden calificarse, salvo algunos logros puntualmente localizados, como decepcionantes.



El fracaso final de los Amigos del País debe ponerse en relación con la ralentización del empuje reformista del gobierno desde los años finales del siglo, con la incompreensión manifestada por buena parte del entorno social, con la crisis económica finisecular que privó de recursos a las instituciones benéficas o docentes en funcionamiento, pero quizás sobre todo se debió al planteamiento voluntarista subyacente a toda su labor, ya que los medios disponibles nunca hubieran podido poner remedio a una situación de atraso económico y cultural que necesitaba de acciones más enérgicas y radicales y de mayor envergadura que las permitidas en el ámbito local de actuación reservado a los Amigos del País.

Las Sociedades Económicas de Amigos del País, en definitiva, fueron uno de los productos más originales del dirigismo cultural de los equipos gobernantes borbónicos. Su historia permite plantear el problema de las relaciones entre el Despotismo Ilustrado y la propagación de corrientes reformistas espontáneas entre los grupos sociales que tenían acceso a la cultura superior. Su historia permite introducir la cuestión del reformismo en provincias, al margen de la incitación directa de la administración de la corte.

La Guerra de la Independencia y la revolución liberal acaban con las Sociedades, pero algunas son refundadas posteriormente o no habían llegado a liquidarse por lo que aún existen algunas con ese nombre, aunque desde el siglo XIX tienen un carácter diferente.

## 6.1. La Sociedad vascongada de Amigos del País

La primera Sociedad Económica de Amigos del País fue una iniciativa de los nobles ilustrados guipuzcoanos conocidos como los "**Caballeritos de Azcoitia**", encabezados por **Javier María de Munibe, conde de Peñaflores**, que en 1748 formaron una tertulia llamada "Junta Académica", cuyas actividades "incluía las matemáticas, la física, la historia, la literatura, la geografía, sesiones de teatro y conciertos de música. Tomaron como modelo las sociedades económicas que estaban proliferando en toda Europa debido al interés creciente por los temas económicos y en especial por el progreso de la agricultura, y que tenían un carácter más utilitario que las academias literarias y científicas.

En 1763 las Juntas Generales de Guipúzcoa aprobaron el proyecto de creación de una Sociedad Económica de la Provincia de Guipúzcoa, cuyos miembros son reclutados entre las personas más conocidas por su sabiduría en la agricultura, las ciencias y artes útiles a la economía y en el comercio, dando entrada así en el seno de la sociedad a gente plebeya y enriquecida por el comercio que tenían los mismos derechos que los socios procedentes de la nobleza o el clero.

La iniciativa de los "Caballeritos de Azcoitia" fue secundada por políticos e ilustrados del Señorío de Vizcaya y de la "provincia" de Álava, quienes se reunieron con los guipuzcoanos en Azcoitia para aprobar los estatutos de una nueva sociedad llamada Sociedad Bascongada de Amigos del País, que comenzó a funcionar en 1765. Unos de sus objetivos era estrechar más la unión de las tres provincias vascongadas, contaba con tres secciones, una por cada territorio, y más tarde promovió la formación de las dos sociedades de amigos del país del Reino de Navarra establecidas en Pamplona y Tudela. Las secciones "provinciales" se dividieron en cuatro comisiones: "Agricultura y Economía rústica", "Ciencias y artes útiles", "Industria y Comercio" e "Historia, Política y Buenas Letras".

Los fines de la Sociedad Económica Bascongada de Amigos del País eran aplicar los nuevos conocimientos científicos a las actividades económicas, por ejemplo en las ferrerías, y enseñar aquellas materias que no se explicaban en las universidades, como la física experimental o la mineralogía, que sería el germen de la Real Escuela de Metalurgia. También establecieron cátedras de historia y de francés.



El palacio de Insausti de Azcoitia fue la sede principal de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País.





Cuando fueron expulsados los jesuitas de España en 1767, los "caballeritos de Azcoitia" consiguieron la cesión del colegio de Bergara, en el que fundaron el Real Seminario de Nobles. La Sociedad logró formar una importante biblioteca y consiguió el permiso para suscribirse a la Enciclopedia, aunque con la condición de que sólo pudiera ser consultada por los socios de la entidad que tuvieran licencia de la Inquisición para leer libros prohibidos, condición que al parecer no se cumplió.

Por iniciativa de Campomanes, el ejemplo de la Bascongada se extendió a toda la Monarquía. El proyecto de Campomanes tenía cinco notables diferencias respecto de la institución vasca.

- La primera, era que la iniciativa partía del gobierno, con lo que la existencia de un grupo de ilustrados no era una condición previa para su fundación.

- En segundo lugar, la función fundamental de sus estatutos es la de apoyar las reformas emprendidas por los ministros del rey.

- En tercer lugar, se aumenta considerablemente la tutela pública sobre las mismas.

- En cuarto lugar, el acceso a las sociedades queda restringido a la nobleza ilustrada, caballeros, eclesiásticos y gentes ricas, y miembros de la administración y autoridades locales, con lo que su base social es mucho más reducida que la de la Bascongada.

- En quinto lugar, su ámbito de actividades se restringe a la teoría y la práctica de la economía política en todas las provincias de España, por lo que se prescindía de la "Historia, Política y Buenas Letras" y pasa a un segundo plano las matemáticas, la física y la medicina.



Así pues, las más de sesenta Sociedades de Amigos del País que se constituyen en España entre 1775 y el final del reinado de Carlos III, en 1788, no siguen el mismo camino que la Bascongada.

En cuanto a la aportación que hicieron las Sociedades de Amigos del País al progreso de las ideas ilustradas, es cierto que tuvieron muchas limitaciones y no fueron lejos a la hora de hacer lo que Jovellanos ensalzaba de la nueva institución, tocada del deseo del bien común. Sin embargo, no cabe duda de que las Sociedades se convirtieron en uno de los productos más representativos del idealismo de una minoría de ilustrados. Su concepción de la sociedad todavía unía la felicidad pública a la desigualdad jurídica y a la monarquía absoluta, por mucho que reivindicara el talento, las ciencias y la utilísima ciencia de la economía, pero no por ello dejó de provocar la reacción adversa de los sectores sociales más tradicionales.

## 6.2. La Sociedad Económica de Amigos del País de Soria

La **Sociedad Económica Numantina de Amigos del País** se crea en 1777 y fomenta la actividad industrial, que es básicamente la industria lanera, gracias al apoyo de una serie de socios, comerciantes avecindados en Cádiz, que son un importante apoyo moral y financiero.

El fomento de las actividades industriales lleva pareja la promoción social de los sectores más humildes de la población. Una vez más, se observa que las reformas económicas estaban estrechamente unidas en la mente de los ilustrados a la reforma social. Este aspecto queda muy claro en el artículo segundo del título primero de los Estatutos de la Sociedad Numantina: *“Su primer empeño, reza el citado artículo, es combatir la ociosidad de los pobres, como principio de su miseria, proporcionándoles ocupación y empleo de sus fuerzas, con el fomento de la industria popular en artes, oficios y agricultura”*. Estas intenciones están sintetizadas en el escudo y lema de la Sociedad, un joven mendigo, errabundo, con su hatillo y hortera, y la leyenda: *“El ocioso para nadie es provechoso”*.



Hay que decir que Soria, al ser una de las zonas más despobladas de la Corona de Castilla y contar con una geografía que en nada favorece las rutas comerciales, se configura como una capital con escasa industria textil tanto en su capital como en las localidades que la formaban. Es de destacar el hecho de la ubicación en San Pedro Manrique se sitúa una fábrica con una posición más o menos consolidada, con unas ordenanzas propias en las que se detalla el proceso de producción de paños, así como también la elaboración de cordellates.

La producción de lana se llevaba a cabo mediante la oveja merina, que requería pastos frescos y exigía la práctica de la trashumancia. Desde mediados del siglo XVIII, el rígido marco de una oferta de tierra inmovilizada por las formas de propiedad y producción creó las condiciones para la ruina de los ganaderos y la eliminación de dichas formas de propiedad.

Para encuadrar la aportación de la Sociedad Económica Numantina a la industria soriana, es preciso conocer el marco urbano y el ambiente industrial de la ciudad. En las últimas décadas del siglo XVIII, la ciudad de Soria estaba bien situada y con las circunstancias adecuadas que se requieren para la manufactura y el tráfico de paños. El Duero, que circunda el asentamiento de la capital, proporciona abundancia de agua y el declive del río facilita el que puedan establecerse diversas máquinas que funcionan gracias a la energía proporcionada por un salto de agua para la elaboración de diversas manufacturas. Pero las buenas condiciones naturales no son suficientes para que creciera la actividad industrial y extraña que sus habitantes se preocupasen más por formar un consulado de comercio, cuando no había comerciantes de suficiente entidad, y no trataran de establecer fábricas textiles donde abundaba la lana.



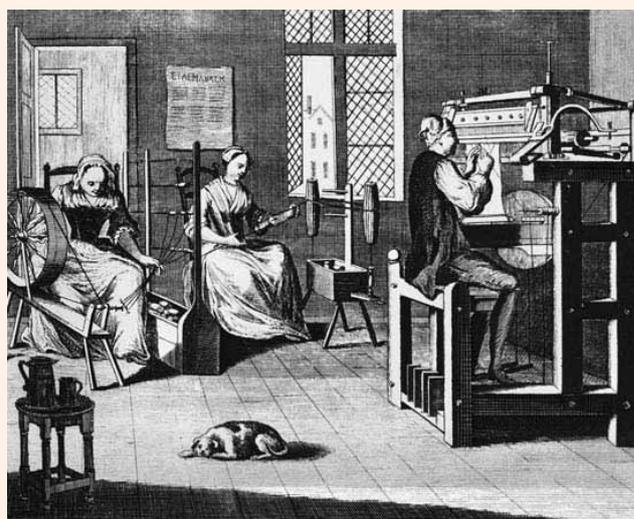


La cortedad de la población y la dificultad del tráfico casi obligaban a Soria a no aprovecharse de sus recursos. La capital era testimonio elocuente de lo que ocurría en casi toda la provincia. Su población era escasa y había experimentado una notable decadencia, como lo demostraba el ámbito urbano, que era capaz de albergar siete u ocho mil vecinos, pero que de hecho, recogía a muchos menos. Con semejante panorama no es de esperar una actividad industrial pujante. En efecto, la tradicional industria lanera soriana había entrado en decadencia. Se puede asegurar que en 1747 la producción de paños estaba reducida a seis telares que no estaban siempre en funcionamiento, porque en todo el referido año sólo se tejieron 3.200 varas. La noticia es escueta, pero muestra la debilidad de esta actividad industrial que más tarde trataría de potenciarse por la Sociedad Económica y por la Compañía de Ganaderos Trashumantes de Soria y Burgos.

El procesamiento de la lana requería:

**1º La adquisición de la “lana blanca en jugo”**, es decir, sin estar lavada. Era frecuente la compra a los ganaderos por parte de compañías de laneros, así como la compra de la lana a cuenta (antes de que la oveja fuere esquilada).

**2º. El cardado e hilado:** El propósito del **cardado** de la lana es dar cuerpo a la fibra. El **hilado** es la elaboración de ovillos de lana. Ésta había sido anteriormente afinada gracias a su paso por husos y ruecas. De esta forma la lana toma consistencia al unirse entre sí las distintas hebras de la fibra y dando lugar a un hilo largo, fuerte y listo para pasar por el telar. Este proceso de hilado, al igual que el cardado, no exigía mano de obra cualificada.



**3º. La fase de tejido:** Es una fase crítica del proceso y el oficio de tejedor es relevante.

**4º. La fase de acabado o refinado de los paños:** Dentro de esta fase destacan las operaciones de: el batanado, el perchado, el tundido y el sellado. El **batanado** consistía en la limpieza del tejido a base de golpes por medio de unos mazos de madera accionados por energía hidráulica. De esta forma también se conseguía una mayor consistencia de la pieza. El proceso continúa con el **perchado**, oficio que requería para su ejercicio de la superación de un examen tanto para ser oficial como para ser maestro, por lo tanto caracterizado por el empleo de mano de obra cualificada. Esta operación era delicada, ya que se efectuaba un cardado sobre el paño casi acabado. El **tundido** es la siguiente fase en el proceso y consistía en ir sacando el pelo a la tela por medio de las cardas e igualarlo con unas grandes tijeras de manera sucesiva. Si el paño contaba con la calidad requerida, se procedía finalmente a su **sellado** por parte del veedor de los tundidores, por tanto el sellado era una garantía de la calidad del textil y de evitación del fraude.

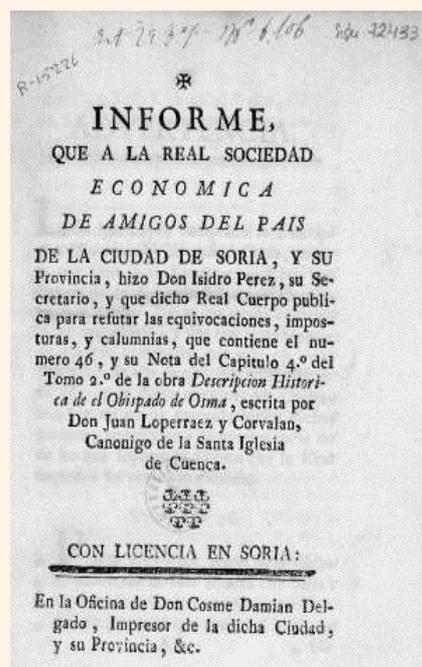


**5º. El tintado:** Las materias tintóreas tenían el color rojo como base, que se conseguía con una solución hirviendo de rubia. El polvo rojizo salía de la raíz de una planta que se cultivaba en Castilla hasta mediados del siglo XIX en que fue sustituido por un material químico.



**6º. Finalmente la comercialización del producto.**

En 1786 funcionaban en Soria 80 telares a cargo de 57 maestros, es decir, había varios maestros que tenían más de un telar y sus correspondientes aprendices. En ese año, solamente 11 maestros llegaron a consumir 1330 arrobas de cáñamo y 54 de lino. A finales de siglo hay entre 50 y 60 vecinos que tenían hasta un total de 82 telares de lienzos, de los cuales 28 funcionaban todo el año y los otros 54 sólo en invierno, pues en verano sus dueños trabajaban en los lavaderos de lana de la ciudad y provincia. Finalmente, se sabe que, al igual que en algunos pueblos de la provincia, a comienzos del siglo XIX revivieron una vez más los intentos industrializadores de una fábrica de paños, pero más importancia llegó a tener en la capital soriana la manufactura del lino y cáñamo.



La Sociedad Económica Numantina de Amigos del País de Soria, pese a pertenecer a una capital y provincia que no se caracterizaba por su prosperidad, tiene un positivo balance en cuanto al fomento de la actividad industrial se refiere, aunque nada más sea por el contraste de sus actividades con lo poco que antes existía y sin contar tampoco el éxito o fracaso final.



En 1786, se abre un debate nacional sobre las causas de la decadencia de las sociedades económicas. Las respuestas de cada sociedad evidencian que la mayoría de ellas atravesaban un induda-



ble estado de decadencia, pero la inoperancia no era general. La de Soria, en contra de lo que pudiera parecer, ofreció una respuesta satisfactoria, pues en esta Sociedad, a pesar de las muchas y graves dificultades que se le presentaron en la ejecución de sus ideas, continuó con actividad, al conseguir establecer dos tintes y dos prensas, un taller de percha y otro de tundido, una fábrica de medias de estambre con 26 telares (se escribe en 1788) y una escuela de hilazas de estambre, todo ello en Soria. Igualmente, hay otra escuela de hilar estambre en San Pedro Manrique.



## 7. La Química en España en el siglo XVIII

En el siglo XVII la química aplicada a la metalurgia se encontraba bastante desarrollada en España, siendo el Arte de los metales del eclesiástico y metalúrgico **Álvaro Alonso Barba (1569-1662)**, una de las obras más influyentes, reeditándose en varias ocasiones a lo largo del siglo XVIII. A Alonso Barba se le debe el método de los cazos para la explotación de la plata.

Sin embargo, a principios del siglo XVIII, la química al igual que el resto de las ciencias no gozaba de una buena situación en nuestro país. De ahí surgió la necesidad de incorporar y difundir las nuevas teorías químicas que estaban surgiendo en la Europa de la época.

La revolución química de Lavoisier la introdujo en España Pedro Gutiérrez Bueno, con la traducción de la *“Nueva Nomenclatura Química de Lavoisier, Fourcroy, Morveau y Berthollet”* en 1788, que amplió considerablemente en la segunda edición de 1801.

Hay que decir que entre las iniciativas creadas para promover el desarrollo de la ciencia en España en el siglo XVIII se encontraba el pensionar a jóvenes españoles para su formación en el extranjero. Fue el caso de los hermanos Elhuyar que en 1783 descubrieron el wolframio trabajando en el laboratorio dependiente de la Sociedad Bascongada de Amigos del País en Vergara (Guipuzcoa).

No obstante, a diferencia de las dificultades que encontró en España la física newtoniana, en la química los planteamientos del padre de la química, el francés **Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)** fueron rápidamente aceptados, y así surgieron varios laboratorios de química fundados por la Secretaría de Indias (1786), de Hacienda (1787) y por la Secretaría de Estado (1788), además de los de Azpeitia, Barcelona, Cádiz, Segovia o Valencia creados por las Sociedades Económicas de Amigos de País u otras entidades.

### 7.1. Joseph Louis Proust

El francés **Joseph Louis Proust (1754-1826)** emigrado a España, fue profesor en Segovia y dirigió en Madrid el laboratorio que le hizo construir Carlos IV. Llevó a cabo numerosos trabajos de análisis de compuestos químicos y estableció la ley de las proporciones definidas, que le supuso una larga controversia (1801-1807) con su compatriota Claude Berthollet. La ley de Proust es la ley de la química más importante después de la ley de conservación de la masa de Lavoisier.





Proust comenzó a estudiar en el laboratorio de su padre, a la sazón farmacéutico. Continuó sus estudios en París, donde trabó amistad con Lavoisier y ganó en 1776, tras un brillante concurso, el puesto de farmacéutico jefe en el hospital de la Salpêtrière. Su vocación por la enseñanza le hace abandonar París a finales de 1778 y se establece en Bergara (Guipúzcoa) para desempeñar la cátedra de química en el Real Seminario Patriótico de la Real Sociedad Económica Bascongada de Amigos del País.



Regresó a su patria en 1780, hasta que años más tarde fue llamado por Carlos IV y designado, en 1785, profesor de química del Real Colegio o Academia Militar para Oficiales y Caballeros Cadetes de Artillería, instalada en el alcázar de Segovia desde 1763. Desde 1799 hasta 1806 dirigió el laboratorio que el rey le hizo construir en Madrid. Éste era el resultado de la fusión de sendos laboratorios dependientes de los ministerios de Estado y de Hacienda, dirigidos hasta entonces, respectivamente, por Pedro Gutiérrez Bueno y Francisco Chavaneau.

En 1798 contrae matrimonio con la aristócrata Ana Rosa de Chatelain D'Aubigne, refugiada en España a raíz de la persecución de la aristocracia en Francia, y con ella regresa a Francia a finales de 1806. Allí se enteró, en 1808, del saqueo de su laboratorio durante el levantamiento popular producido en Madrid contra el invasor francés, así como de la pérdida de su empleo.



Fijó su residencia en su región natal en el pueblo de Craon. Fueron años de importantes logros científicos: en 1808 descubrió el azúcar de uva o glucosa, después de que Napoleón I invitara a todos los químicos franceses a buscar una nueva sustancia que remediara la escasez de edulcorantes causada por la guerra. Sin embargo, ya en España Proust había anticipado este descubrimiento (1799), e incluso había publicado en Madrid su obra Ensayo sobre el azúcar de uva (1806). Para la investigación y producción de dicha sustancia recibió, en 1810, una subvención que no terminó de remediar su maltrecha situación económica.

Fue nombrado académico de número de la Academia de Ciencias de París (1816), caballero de la Legión de Honor (1819), miembro de la Real Academia de Ciencias de Nápoles (1819) y miembro asociado no residente de la Real Academia de Medicina de París (1820).

## 7.2. El Seminario de Bergara

Cuando el proyecto docente de la Sociedad Bascongada de Amigos del País cristalizó, sus enseñanzas se establecieron en un espléndido inmueble que perteneció a los jesuitas y que fue donado a la Sociedad cuando la Compañía de Jesús fue expulsada de España. El centro se denominó Real Seminario Patriótico Bascongado, y a pesar de llamarse "Seminario", en esta época no se cursaban en él estudios religiosos, sino que ofrecía la educación necesaria para continuar otras carreras superiores, sin olvidar todo tipo de enseñanzas encaminadas a proporcionar una formación integral a su alumnado.



En septiembre de 1777 se crearon las dos primeras cátedras de "Química" y de "Mineralogía y Metalurgia" que se instauraron en el país porque, aunque la "Escuela de Minas" de Almadén se creó unos meses antes, su plan de estudios no las contemplaba. La fundación de estas dos cátedras estuvo asociada a una misión de espionaje científico-militar que contó con la ayuda de los socios de la Bascongada y que tuvo como broche de oro el aislamiento del wolframio en Bergara en 1783, por Juan José (1754-1796) y Fausto (1755-1833) de Elhuyar.

A Louis Proust le cabe el honor de haber establecido en Bergara un perfecto laboratorio para impartir sus clases y para realizar labores de análisis químico. Situado en la cercana "casa de Zabala", el 20 de mayo de 1779 fue testigo de la primera lección de química entendida como una disciplina académica autónoma que se impartió en todo el Reino.

Los hitos científicos conseguidos en la villa bergaresa fueron muchos, entre otros:

- El logro de malear el platino a partir de sus menas, primero por François Chavaneau (1754-1842), profesor de Física, Lengua francesa y Química, y después por Anders Nicolaus Thunborg (1747-1795), profesor de Mineralogía.
- La activación de técnicas innovadoras para promover la industria del país.
- Los distintos trabajos metalúrgicos de Fausto de Elhuyar.
- Los análisis de aguas realizados en distintas fuentes y manantiales por Louis Proust.
- La potenciación de las nuevas prácticas de agricultura y ganadería.
- El elevado nivel de los estudios matemáticos impartidos Gerónimo Más.
- La activación de los estudios de Náutica a través de la entrega de distintos premios.
- La investigación médica de varios tipos, entre la que destacó la campaña de inoculación de la viruela.





En plena convulsión por el desarrollo de la revolución en Francia, entran los soldados franceses en la provincia de Guipúzcoa y todo el personal del Seminario se dispersó, por lo que a partir de 1794 las actividades allí realizadas cesan, aunque no para siempre. Hasta hace poco tiempo se creía que las tropas francesas habían saqueado el centro y habían destrozado, entre otras cosas, los efectos del laboratorio de química, pero hoy en día se ha demostrado que dicha destrucción no tuvo lugar. Todos los utensilios del laboratorio químico situado en la "casa de Zabala" sobrevivieron al conflicto bélico y fueron trasladados al edificio principal en 1800, donde ya se había recuperado la actividad docente en enero de 1798.

El convulso siglo XIX hizo que el centro se denominara "Real Seminario de Nobles". Durante el trienio liberal (1820-23) el Seminario obtuvo la categoría de "Universidad de Provincia para la Segunda Enseñanza, convirtiéndose en el primer centro oficial de enseñanza secundaria de Guipúzcoa. La oferta docente se



amplió en 1848 con una Escuela Especial de Matemáticas y una Escuela de Comercio, que oficializaron los estudios preparatorios para las carreras facultativas superiores. Dos años más tarde se fundó la Escuela Industrial, que fue una de las tres primeras que se crearon (junto con las de Barcelona y Sevilla), precursoras de las actuales Escuelas de Ingenieros Industriales.

Durante la Segunda Guerra Carlista (1873-1876) la ocupación del establecimiento por las tropas del pretendiente Carlos determinó que el Instituto Provincial de Guipúzcoa se trasladase a San Sebastián, ciudad en la que continúa hoy en día. La actividad docente en el Seminario quedó paralizada hasta que fue cedido a la orden de los Padres Dominicos en 1880, con la condición de que instaurasen en él un centro de estudios. Éstos lo reactivaron de tal forma que su fama llevó de nuevo a Bergara a brillar con luz propia, al considerar que la actividad científica era una de las claves de la enseñanza. Ampliaron todos los gabinetes, sobre todo el de ciencias naturales y la colección zoológica porque su director era un estudioso de las teorías de Darwin, a pesar de ser miembro de una orden religiosa.

El Real Seminario es la cuna de la ciencia en el País Vasco. La modernidad y el elevado nivel de los saberes impartidos en ellas hicieron que, al igual que en el siglo XVIII, el Seminario acogiera alumnos de casi todos los puntos de la Península, de algunas naciones europeas y de territorios de ultramar como América y Filipinas. Lamentablemente, las dificultades económicas hicieron que la Escuela Industrial fuera suprimida en 1861, de forma que en el Seminario sólo quedaron los estudios correspondientes al Instituto Provincial y el "Colegio de Internos", manteniendo, aunque sin subvención, las enseñanzas que possibilitaban el acceso a las carreras facultativas civiles y militares del Estado, así como a los estudios de comercio.



Este valiosísimo legado estuvo a punto de desaparecer por la desidia, hasta que, por fortuna, la corporación municipal decidió iniciar en 1992 un ímprobo trabajo de investigación, identificación, restauración y conservación de todo el material que se encontraba abandonado a su suerte. Tras largos años de investigación, clasificación, conservación y restauración de una antigua colección de objetos científicos, en septiembre de 2015 se inauguró el **Museo Laboratorium**, en Bergara.

Su objetivo es difundir la importancia de la innovación, la ciencia y la educación como base para el avance y el desarrollo.

Los rectores del Real Seminario, en el período 1776-1892 acudieron a los principales productores y comercios europeos de equipamiento científico para adquirir el material necesario para equipar las instalaciones de Bergara. Reunieron gran cantidad de utensilios científicos modernos y de calidad, para hacer e impartir ciencia. Ese es el origen de los objetos científicos que constituyen la base de la colección del museo.

Se trata de una colección única en el País Vasco, tanto por la relevancia histórico-científica de la institución que la creó, como por la riqueza de las distintas secciones científicas que la componen, por su antigüedad, y por albergar piezas únicas y extraordinarias. La colección está compuesta hoy por tres mil objetos científicos, entre instrumental de Física, de Química, minerales, fósiles, modelos de anatomía humana y ejemplares de zoología; la mayoría de ellos del siglo XVIII y sobre todo del XIX.

La actividad del museo Laboratorium no se limita solamente a la colección expuesta. Actualmente está ya muy extendido el concepto de la “nueva museología”, cuya clave está en ampliar los parámetros del museo tradicional, democratizándolo; es decir, cuando pasamos del museo tradicional al museo nuevo, sin limitarnos a las colecciones del museo, nos adentramos en el mundo del patrimonio cultural y natural, sin olvidar al público que acude al museo, tomamos como eje a la sociedad, a la comunidad y sin menosprecio del edificio del museo.



Palacio de Errekalde, sede del museo Laboratorium.



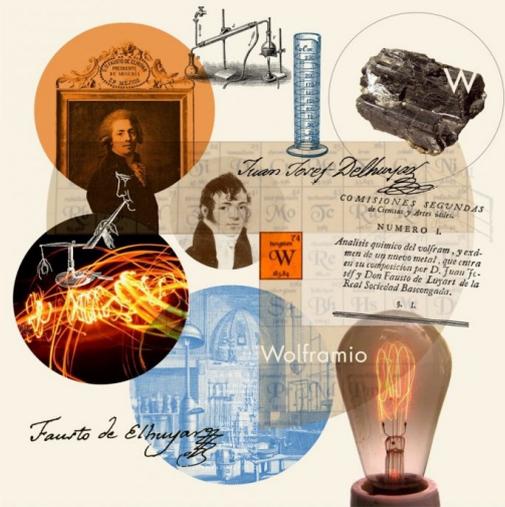
### 7.3. El descubrimiento del wolframio

La bibliografía asigna a España el descubrimiento de dos elementos químicos: el wolframio y el platino (descubierto en 1735 en la actual Colombia) y otro, el vanadio, en competencia con Suecia.

El wolframio es un elemento químico que fue descubierto por los hermanos de Elhuyar en los laboratorios del Seminario de Bergara. Tras trabajar arduamente en ello, informaron del trabajo el 28 de septiembre de 1783 a la Asamblea General de la Asociación Bascongada de los Amigos del País. Fue un descubrimiento de repercusión mundial y un triunfo para la labor investigadora del Seminario.

**Juan José (1754-1796) y Fausto (1755-1833) de Elhuyar** han pasado a la historia como los descubridores del wolframio. Puede encontrarse escrito el apellido de diversas formas, como de Elhuyar, D'Elhúyar o Delhuyar, con o sin tilde, pero no cabe duda, de que son una de las más destacadas familias de científicos de la historia de España.

De origen vascofrancés, el padre de los hermanos de Elhuyar, ejercía como médico cirujano, además de complementar tal actividad con diversos menesteres como la fabricación de aguardientes, en la ciudad de Logroño. Corría el año 1754, cuando la familia hacía menos de un año que se había instalado en tierras riojanas, cuando nació Juan José, hijo de Juan de Elhuyar y Úrsula de Lubice. Con el tiempo el pequeño Juan José se convirtió en uno de los químicos más célebres de su tiempo pero, curiosamente, la historia siempre le ha hecho sombra porque su hermano menor llegó más alto y más lejos, lo cual no resta mérito alguno a la obra de Juan José. Puede decirse que Fausto, gozaba de un espíritu aventurero y extrovertido mucho más marcado que el de su hermano Juan José, más dado a la vida tranquila, pero no por ello orientada a la reclusión, pues terminó sus días en 1796 al otro lado del Atlántico, en lo que por entonces se conocía como Nueva Granada, esto es, la actual Colombia, en donde sus saberes fueron requeridos.



El wolframio es muy conocido ya que, por su resistencia al calor, ha sido indispensable para el funcionamiento de las bombillas de incandescencia que se han utilizado hasta hace poco tiempo. Además, este metal cobró gran importancia en la Segunda Guerra Mundial, así como en la industria moderna actual, donde sigue siendo muy utilizado en blindajes, trabajos de soldadura, en el campo de la máquina-herramienta y en reactores nucleares de fusión



Fausto y Juan José de Elhuyar.





Sin lugar a dudas, el descubrimiento del wolframio es la mayor aportación y la más universal, que el País Vasco ha hecho al ámbito científico. El descubrimiento del wolframio por parte de los hermanos riojanos de Elhuyar no sucedió en Bergara por casualidad, sino gracias a la existencia de una serie adecuada de circunstancias que lo propiciaron: la planificación y fines científicos que el Real Seminario de Bergara mantenía en aquella época; el buen equipamiento de sus laboratorios; la existencia de químicos de prestigio como Proust o Chavaneau y el ambiente intelectual existente, factores que desembocaron en aquel acontecimiento científico de primer orden.

Los hermanos fueron becados para estudiar en centros de Europa por El Real Seminario Patriótico de Bergara (Guipúzcoa) desde 1779 a 1782. Ambos se formaron en París en el marco de la sociedad Ilustrada del siglo XVIII, en Medicina, Cirugía, Química, Física e Historia Natural, en un momento de la historia



en el que se hicieron numerosos avances científicos e ideológicos. Una vez terminados sus estudios, Juan José visitó el laboratorio del célebre químico sueco Torbern Bergman, en Upsala, un viaje que marcó el resto de su vida: allí descubrió la existencia del ácido tungstíco. Mientras tanto, Fausto, entre 1781 y 1785, enseñó mineralogía y tecnología de la extracción y procesado de metales en el seminario de Bergara, además de otras materias.

En 1779 el químico y mineralogista irlandés Peter Woulfe publicó una hipótesis muy bien fundada, a saber, que el mineral llamado wolframita contenía en su interior un nuevo elemento químico que era preciso aislar e identificar. La predicción era correcta, como los hermanos de Elhuyar demostraron, pero había que trabajar mucho para convertir el sueño en realidad. Muchos lo intentaron sin éxito hasta que Juan José y Fausto unieron sus esfuerzos en común para lograr la gesta. Y, así, en el Seminario de Bergara, lo que parecían inocentes muestras de mineral procedentes de Europa, fueron tratadas por medio de una reducción con carbón vegetal para alumbrar el nuevo elemento químico, el wolframio.

A su regreso a España en 1783, Juan José no encontró trabajo y comenzó a utilizar el laboratorio de su hermano para continuar la investigación iniciada en el laboratorio de Bergman. Y fue en el verano de ese mismo año cuando consiguió aislar un poco del metal wolframio o tungsteno, un descubrimiento que los hermanos publicaron conjuntamente. Lo que en ese momento desconocían era que, en Salamanca, concretamente en el término municipal de Barruecopardo, se encontraba uno de los yacimientos más importantes en Europa del mineral que les hizo mundialmente famosos: el wolframio.



Pudo haberse llamado de alguna forma que recordara a los de Elhuyar, pero terminó por ser conocido como wolframio, una palabra que procede del alemán y cuyo origen parece tener relación con cierta superstición minera acerca de espíritus de las profundidades con forma de diabólicos lobos que habitarían en las minas según algunas creencias medievales. Así, la wolframita, espuma de lobo o lupi spuma tal como la llamó Georgius Agricola, el célebre alquimista y mineralogista alemán del siglo XVI, procedería de la forma alemana que expresa esa idea de saliva de lobo diabólico o wolf rahm. Curiosamente, en países anglosajones, ha sido conocido el wolframio durante mucho tiempo como tungsteno, vocablo que procede del sueco tung, pesado, y sten, piedra. No obstante, la IUPAC, autoridad internacional reconocida para determinar la nomenclatura química, considera que el nombre del elemento químico número 74 es el wolframio con prioridad sobre el tungsteno.



Tanto Juan José como Fausto, tenían un gran talento para tratar con todo lo que estuviera relacionado con los minerales. Naturalmente, la ciencia geológica tal y como la conocemos hoy día todavía no había nacido, y el estudio de rocas y minerales, así como de los frutos metálicos de la tierra se orientaba, sobre todo, a su vertiente económica, esto es, hacia la extracción de metales preciosos, hierro y similares de las minas. Era una época fascinante para la ciencia, un tiempo en el que se empezaba a completar, con bastante rapidez, el cuadro de los elementos químicos que tiempo después, se encargó de ordenar y sistematizar el talento del ruso Mendeleiev en la segunda mitad del siglo XIX.

Como los hermanos de Elhuyar aprendieron todo lo que fue posible sobre tecnología minera y metalurgia, además de química, no extraña que el gobierno español confiara en ellos para importantes tareas. Fausto fue nombrado responsable de las minas de México en 1786, pero antes de cruzar el océano, pasa tiempo aprendiendo nuevos métodos para la purificación de la plata y, de paso, se casa con una austriaca. Durante los treinta y tres años de estancia americana se ocupó de la creación del Colegio de Minería (1792), la construcción del Palacio de Minería (1813) y la dirección de los mismos, así como de visitar las "Reales de Minas". De retorno a la Metrópoli es nombrado Director General de Minas.

Por su parte, Juan José es destinado a Nueva Granada para impulsar la minería y el beneficio de los metales, llegó a Mariquita (Colombia) en 1785. Trabajó con José Celestino Mutis, estudiando diversos minerales y fijó su residencia en Santa Ana (actual Falan), donde intentó poner de nuevo en funcionamiento las minas de plata y ensayó el método del mineralogista y metalurgista austriaco **Ignaz Edler von Born (1742-1791)** sobre la extracción de metales por fusión, así como otras mejoras en la minería y otros procesos técnicos, sobre todo en la extracción de la plata.

## 7.4. El platino

En esa misma época, el francés **François Chavaneau (1754-1842)**, profesor y químico que desarrolló su carrera en España en el Real Seminario de Bergara, logró otro descubrimiento importante. Hasta la década de 1780, al platino no se le daba gran importancia, dado que no se le habían encontrado aplicaciones prácticas y solía ser despreciado. Fue Chavaneau quien ideó el primer método de purificación del platino, lo que le convierte en cierto modo en el descubridor de este elemento químico, que en las minas se encuentra junto al oro y al diamante, en forma de polvo o esponja, y al tener una temperatura de fusión alta, era muy difícil obtenerlo en estado puro. Chavaneau, impulsado por las amplias posibilidades de utilización del platino que vislumbró, descubrió un método sencillo y eficaz para eliminar las impurezas. Así consiguió en el Seminario el primer lingote fabricado con la masa pura y maleable de este elemento químico.

No obstante, el platino fue descubierto en América, en la provincia de Esmeraldas, Ecuador, por el español **Antonio de Ulloa (1716-1795)**, siendo llevado por primera vez a Europa en el año 1735. El nombre del elemento se relaciona a su parecido con la plata, con la cual se lo confundió en un primer momento.

Antonio de Ulloa fue el segundo hijo de una familia influyente y acomodada de Sevilla. Su carrera en la marina le llevó desde joven a cruzar el Atlántico: a los 19 años se unió, en compañía de Jorge Juan, a la Misión Geodésica Francesa destinada a medir un arco de meridiano en la América ecuatorial con el fin de determinar la forma de la Tierra. Fue entonces cuando Ulloa tuvo conocimiento de una impureza metálica en el oro americano, a la que denominó platina. La platina se conocía en el Virreinato de Nueva Granada como acompañante del oro en la región de Chocó (actual Colombia) desde 1690, razón por la cual recoge Ulloa la escueta noticia de su existencia al pasar por Popayán, en cuya Casa de la Moneda la platina es un problema recurrente.

Ulloa emprendería el regreso a España en 1745. Tres años después publicó junto con Jorge Juan su *Relación Histórica*, en la que describía por primera vez la platina como una piedra de las minas de lavadero, de tanta resistencia, que no es fácil romperla, ni desmenuzarla con la fuerza del golpe sobre el yunque de acero, y que ni la calcinación la vence.

El origen americano del platino otorga a España una posición inicial de privilegio en su comercio internacional. Pero a pesar de ello y de la innegable relevancia de Ulloa en la historia del platino, otra cuestión es que el español merezca el crédito del descubrimiento. El metal ya era conocido por las culturas precolombinas y en Europa existía una mención a esta tenaz impureza fechada en 1557, en los escritos del italiano Giulio Cesare Scaligero.



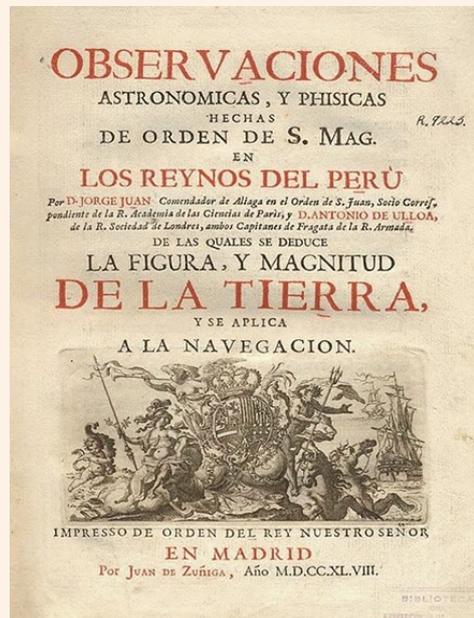


Pero sobre todo, para algunos expertos la paternidad de un elemento debe recaer en los científicos que lo aíslan y estudian. Un ejemplo es el wolframio, que se considera una aportación española gracias al trabajo de los hermanos de Elhuyar, pese a que su existencia había sido sugerida, y su nombre acuñado, por otros autores.

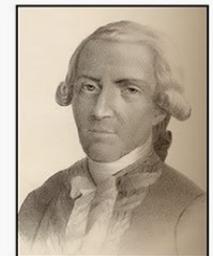
Mientras tanto, el platino ya era objeto de estudio en Inglaterra. En 1741 el británico Charles Wood encontró en Jamaica unas muestras del metal, traídas de contrabando desde Cartagena de Indias. William Watson, miembro de la Royal Society introdujo la platina en el estamento científico británico y cabe destacar que Watson se refería al metal por el nombre acuñado por Ulloa, platina. De hecho, Watson y Ulloa llegaron a conocerse: durante su viaje de regreso desde América, el español fue detenido en alta mar por la marina británica y fue encarcelado en Londres, donde posteriormente fue liberado con el reconocimiento de la Royal Society no antes de que sus documentos fueran examinados de forma concienzuda.

Ulloa no investigó las propiedades del platino, pues él como explorador no tenía en ese momento conocimientos químicos ni medios. Su papel consistió en dar a conocer en Europa la existencia de la platina, pero no debe confundirse la difusión de la existencia de un nuevo material con el descubrimiento de un nuevo metal. Ulloa perdurará en la memoria como ejemplo de hombre ilustrado, aunque no fuera él quien descubrió el platino, pero sin duda fue la primera persona que describió acertadamente el platino como un nuevo elemento químico, aunque se tardó tiempo en ser confirmado en Europa.

El platino, ese carísimo metal empleado actualmente en joyería, como catalizador en vehículos junto con sus parientes el paladio y el rodio, también en circuitos electrónicos y en la industria química, fue durante mucho tiempo tratado como simple basura. Dado su parecido superficial con la plata, recibió el nombre con el que actualmente es conocido. Lo más sorprendente del hallazgo fue que nadie antes se había percatado de que la platina, como fue conocida inicialmente, era algo más que un material de desecho. En efecto, en la minería del oro se solía tratar como escoria sin valor a lo largo del proceso de beneficio y, por otra parte, los incas habían utilizado platino para confeccionar adornos de todo tipo durante años. Cabe también sorprenderse con la forma de actuar de las autoridades españolas tras el descubrimiento de Ulloa. Lejos de pensar en crear una industria o un comercio o algún tipo de monopolio, España repartió libremente muestras del metal a todo aquel que lo solicitó en toda Europa para realizar experimentos.



Jorge Juan



Antonio de Ulloa

## 7.5. El descubrimiento del vanadio

El vanadio es un metal que no se encuentra en estado nativo, pero está presente en minerales como la vanadinita.

En 1792 se inauguró el Real Seminario de Minería de la Nueva España (actual México), a partir de un decreto del rey Carlos III, con el objeto de reformar la minería y metalurgia en la región. Andrés Manuel del Río fue comisionado para ocupar la cátedra de Química y Mineralogía de la nueva institución dirigida por Fausto de Elhuyar, en donde realizó una muy valiosa labor docente y de investigación.

En México, Andrés Manuel del Río fue colaborador y amigo del naturalista alemán Alexander von Humboldt quien escribió a propósito de su colega: es en México en donde se ha impreso la mejor obra mineralógica que posee la literatura española, los Elementos de Orictognosia escrita por el señor Del Río. De hecho, esta obra vino a ser el primer libro de mineralogía escrito en toda América. El barón Humboldt participó activamente en las labores del Real Seminario, al lado de Andrés Manuel del Río y recogiendo datos y muestras de minerales y rocas de la zona, para someterlas a ensayos químicos para identificación.

En 1801, al examinar muestras minerales procedentes de Zimapán en el actual Estado de Hidalgo en México, el científico hispano-mexicano **Andrés Manuel del Río (1764-1849)** descubre el elemento químico vanadio. Preparó varios compuestos químicos con él y al observar la diversidad de colores que presentaban, lo denominó primero pancromio (muchos colores, en griego). Poco después, al observar que los compuestos químicos calentados cambiaban su color al rojo, llamó al nuevo elemento químico eritronio (eritros, significa rojo en griego). Un año después entregó muestras que contenían el nuevo elemento químico a Alexander von Humboldt, quién los envió a Hippolyte Victor Collet-Descotils en París para su análisis. Collet-Descotils analizó las muestras y en 1805 informó equivocadamente que contenía sólo cromo, por lo que von Humboldt, a su vez, rechazó la pretensión de Andrés Manuel del Río sobre un nuevo elemento químico. Del Río aceptó la declaración de Collet-Descotils y se retractó de su afirmación.

En 1831, el químico sueco, Nils Gabriel Sefström, redescubrió el elemento químico vanadio en un óxido mientras trabajaba con minerales de hierro. Más tarde, ese mismo año, Friedrich Wöhler confirmó los principios de la obra de Del Río. Sefström eligió un nombre que comenzase con V, ya que la letra no había sido asignada aún a ningún otro elemento químico. Lo llamó vanadio en honor a la diosa escandinava Vanadis, nombre que oficialmente se mantiene hasta la fecha, debido a los numerosos compuestos químicos de colores que produce. En 1831, el geólogo George William Featherstonhaugh sugirió que el vanadio debería llamarse rionium en honor a Del Río, pero esta sugerencia no fue seguida.





Andrés del Río llegó a ser director del Seminario de Minería y realizó importantes estudios de minerales y desarrollos de novedosos métodos de minería. En 1820 fue diputado electo ante las cortes españolas, en donde adoptó posturas liberales abogando siempre por la independencia de la Nueva España. Del Río se encontraba en Madrid cuando se concretó la Independencia de México. Invitado a permanecer en España, Andrés Manuel del Río decidió volver a lo que llamó su patria.



Después del turbulento periodo de la guerra con España, el gobierno independiente de México decretó en 1829 la expulsión de los españoles residentes en el país, con notables excepciones, entre las cuales se encontraba el caso de Andrés del Río. Estas medidas impactaron de manera decisiva las actividades del Seminario de Minería y de hecho su director Fausto de Elhuyar se vio obligado a renunciar y a salir del país. Indignado con la medida, Andrés Manuel del Río decidió solidarizarse con los expulsados exiliándose voluntariamente en la Ciudad de Filadelfia en los Estados Unidos de América, donde fue ampliamente reconocido, viendo su obra escrita reeditada. Finalmente regresó a México en 1834 y asumió nuevamente su cátedra de Mineralogía.



Andrés Manuel del Río murió a los 84 años de edad, luego de una muy rica vida académica. Su obra y pensamiento político liberal fueron fundamentales para la construcción exitosa de la nueva nación mexicana. Fue miembro fundador del



Palacio de Minería en la ciudad de México.



Palacio de Minería (Colegio de Minería) y sentó las bases para la creación de lo que hoy es el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Fue miembro de la Real Academia de Ciencias Naturales de Madrid, de la Sociedad Werneriana de Edimburgo, de la Real Academia de Ciencias del Instituto de Francia, de la Sociedad Económica de Leipzig, de la Sociedad Linneana de Leipzig, de la Real Academia de Sajonia, de la Sociedad Filosófica de Filadelfia, presidente de la Sociedad Geológica de Filadelfia y del Liceo de Historia Natural de Nueva York, entre otras muchas.



El prestigiado Premio Nacional de Química “Andrés Manuel del Río” fue instituido por la Sociedad Química de México, A. C. en 1964, con la finalidad de hacer un reconocimiento público nacional a la labor realizada por profesionales de la química que han contribuido de manera extraordinaria a elevar la calidad y el prestigio de la profesión.

## 8. El Jardín Botánico de Madrid

El Rey Felipe II creó el Jardín Botánico a instancias del médico Andrés Laguna, junto al Palacio Real de Aranjuez. Más tarde, en 1755, el rey Fernando VI ordenó la creación del **Real Jardín Botánico de Madrid**, situándolo en la Huerta de Migas Calientes (actualmente Puerta de Hierro, a orillas del río Manzanares) Contaba con más de 2.000 plantas, recogidas por el médico y botánico **José Quer y Martínez (1695-1764)** en sus numerosos viajes por la Península Ibérica y Europa, sobre todo a Italia donde fue destinado, u obtenidas, también, por intercambio con otros botánicos europeos.

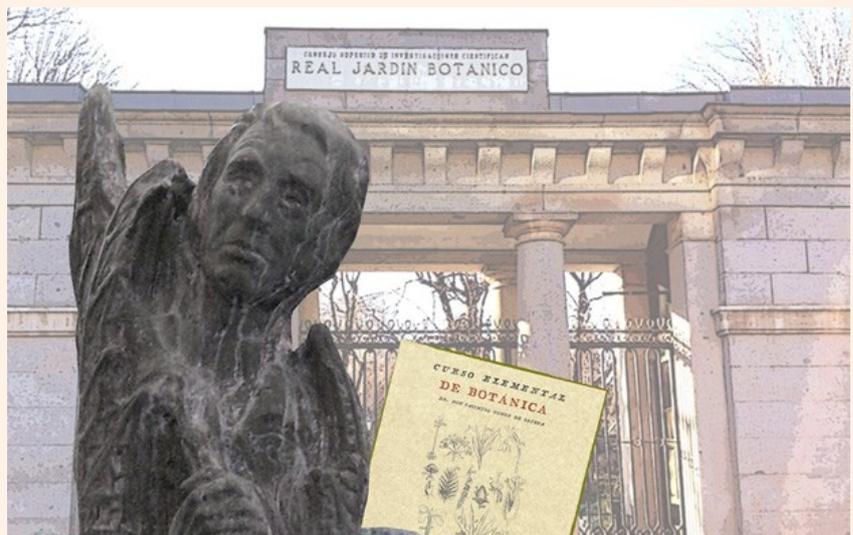
La continua ampliación del jardín llevó a que Carlos III diera instrucciones en 1774 para trasladarlo a su actual emplazamiento en el Paseo del Prado de Madrid, donde se inauguró en 1781. Hay que decir que el Conde de Floridablanca, primer ministro de Carlos III, puso especial interés en el traslado del Jardín al prado viejo de Atocha, no sólo porque permitiría embellecer el proyecto, sino, sobre todo, porque serviría como un símbolo del mecenazgo de la Corona con las ciencias y las artes. No hay que olvidar que en esta zona se ubicarán además del Real Jardín Botánico, el Real Gabinete de Historia Natural (posteriormente Museo del Prado) y el Observatorio Astronómico.

Uno de los científicos que participó en el proyecto del Real Jardín Botánico en el Prado fue el catedrático **Casimiro Gómez Ortega (1741-1818)**, que previamente, antes en 1771, fue nombrado primer catedrático del Real Jardín Botánico de Madrid

de manera interina, ganando definitivamente la plaza por oposición al año siguiente, desempeñándola hasta 1801, año en que se retiró.

Su influencia fue decisiva para el traslado del Real Jardín Botánico de Madrid hasta su actual emplazamiento. Mantuvo correspondencia con los grandes botánicos de la época, sobre todo extranjeros, cuyas obras tradujo al castellano, ampliando de esa manera los conocimientos que se tenían en su época de esta materia. Actuó como editor de una edición española de la obra "*Philosophia Botanica*" de Carlos Linneo (1792).

Los últimos años de su vida se vieron empañados por su animosidad contra quien había de sucederle, el eminente botánico Antonio José Cavanilles, lo que le hizo recibir juicios muy desfavorables tanto dentro como fuera de España.





El primer proyecto arquitectónico fue adjudicado al arquitecto real **Francesco Sabatini**, que entre 1774 y 1781 realizó la traza inicial, con una distribución en tres niveles, y parte del cerramiento, en el que destaca la Puerta Real (en el Paseo del Prado).

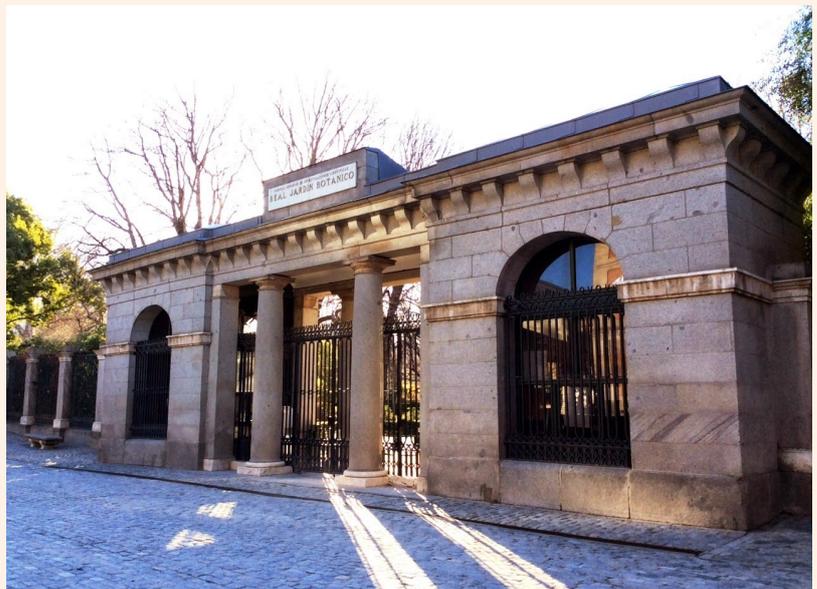
Sobre esta base, entre 1785 y 1789 **Juan de Villanueva** (al que debemos el Museo del Prado y el Observatorio

Astronómico) realizó un segundo y definitivo proyecto, más racional y acorde a la función científica y docente que debía tener el Jardín. Éste ocupaba una superficie de 10 hectáreas distribuidas en tres niveles aterrazados, que se adaptaban a la orografía del terreno, dispuestos en forma de cuarteles cuadrados, siguiendo un trazado octogonal y rematados en las esquinas con fuentes circulares. Las dos inferiores (Terraza de los Cuadros y Terraza de las Escuelas Botánicas) permanecen hoy en día tal y como fueron construidas, mientras que la superior (Terraza del Plano de la Flor) fue remodelada en el siglo XIX con rasgos ajardinados.

En esos años se ordenaron las plantas según el método de Linneo y se construyeron también la verja que rodea el Jardín y los emparrados. El recinto estaba cerrado por una elegante verja de hierro, fabricada en Tolosa (Guipúzcoa) asentada sobre piedra de granito (obra de José de Muñoz) y contaba con dos puertas de acceso: la ya citada Puerta Real de Sabatini, de corte clásico con columnas dóricas y frontón, y otra secundaria, diseñada por Villanueva, enfrente del Museo del Prado, por donde actualmente se accede al recinto (actual Plaza de Murillo).



Vista de la Puerta Real desde el Paseo del Prado, obra de Francesco Sabatini (1781).



Puerta de Villanueva.



También contaba con estufas, semilleros e instalaciones para los enseres de mantenimiento y labor. En la zona este se erigió un pabellón de invernáculos llamado **Pabellón Villanueva**, obra singular dirigida por el arquitecto real, en cuya construcción pesaron más los criterios estéticos que los científicos, por lo que desde principios del siglo XIX se destinó a acoger la biblioteca, herbarios y las aulas para las cátedras de botánica y de agricultura y en donde impartió sus clases Antonio José Cavanilles.



Estatua de Carl von Linneo y Edificio Villanueva en el Real Jardín Botánico de Madrid.

Desde su creación, en el Real Jardín Botánico se desarrolló la enseñanza de la Botánica, se auspiciaron expediciones a América y al Pacífico, y se recibieron dibujos de grandes colecciones de láminas de plantas, semillas, frutos, maderas, plantas vivas y pliegos de herbario, que contribuyeron a acrecentar sus colecciones científicas y su biblioteca.

El Jardín se convirtió en receptor de los envíos de las expediciones científicas que auspició la Corona en este período. Entre los siglos XVIII y XIX, el Jardín Botánico participó en el desarrollo de al menos cinco expediciones científicas, entre ellas destacan la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada (actual Colombia) cuyo director fue José Celestino Mutis, la Expedición Botánica al Virreinato del Perú de los botánicos Hipólito Ruiz y José Antonio Pavón, la Real Expedición Botánica a Nueva España de los botánicos Martín Sessé y José Mariano Mociño, la Expedición alrededor del Mundo de Alejandro Malaspina con los botánicos Antonio Pineda, Luis Née y Tadeo Haenke, y la Comisión Científica del Pacífico, ya en el siglo XIX, donde participó el botánico Juan Isern.



A comienzos del siglo XIX el jardín botánico se había convertido en uno de los jardines botánicos más importantes de Europa, gracias a las colecciones científicas que albergaba y a la labor de su director, Antonio José Cavanilles, uno de los botánicos más importantes de la historia de la ciencia española. Cavanilles reorganiza el Jardín, el herbario, los semilleros y da al centro una relevancia internacional. Además de su uso científico, el Jardín solía ser frecuentado durante la primavera y el verano por la alta sociedad y proporcionaba al público plantas medicinales.



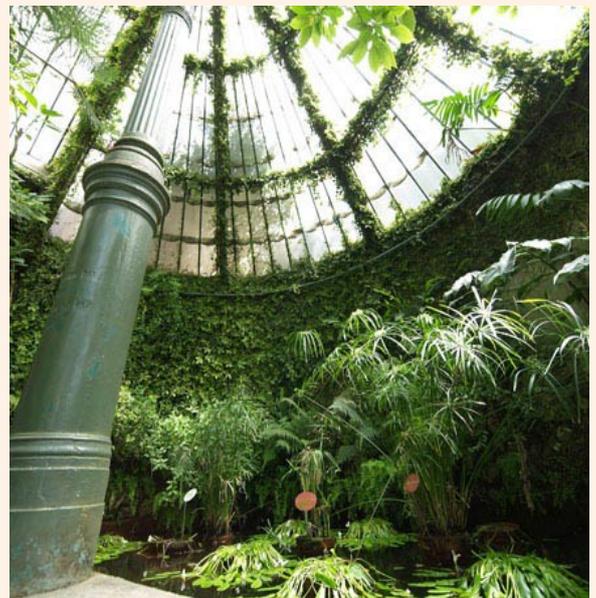
Su sucesor, **Francisco Antonio Zea (1766-1822)**, natural de la ciudad colombiana de Medellín, fue un científico y político, tomó posesión del cargo el 17 de septiembre de 1805 con su discurso "*Acerca del mérito y de la utilidad de la Botánica*", donde pidió la renovación de los métodos de enseñanza. Como director del Jardín Botánico publica en el *Semanario de agricultura y artes* la noticia de la plantación de árboles con carácter festivo en Villanueva de la Sierra, dando pública fe de la celebración del primer Día del Árbol en el mundo. La publicación de este semanario, del que él era director, fue un exponente de la Ilustración española. En él escriben relevantes científicos e ingenieros españoles y extranjeros, que difunden las últimas teorías sobre agricultura, artesanía y usos domésticos cotidianos, con análisis y teorías de corte preindustrial. Junto a ellos los párrocos e intelectuales locales, a través de la correspondencia, contribuyen a completar los contenidos.

La Guerra de la Independencia trajo al Jardín años de abandono, que se prolongan durante el primer tercio del XIX, a pesar de los esfuerzos de su director en aquel momento Mariano Lagasca por mantenerlo dentro de las corrientes científicas europeas.

En 1857, siendo director del Jardín Mariano de la Paz Graells, zoólogo y también director del Museo de Ciencias Naturales, se realizan importantes reformas que aún perduran, como la estufa fría que lleva su nombre y la remodelación de la terraza superior. También en esa época se instala un zoológico, que doce años más tarde se traslada al Jardín del Buen Retiro (donde se conoció como Casa de Fieras).

En 1882 se segregan dos hectáreas del Jardín para construir el edificio que actualmente ocupa el Ministerio de Agricultura. Además, en 1886 unos vientos intensos que asolaron esa zona de Madrid causaron terribles daños en el Real Jardín, provocando el derribo de 564 árboles de gran valor. En 1893, se abre la calle de los liberos (popularmente conocida como cuesta de Claudio Moyano), perdiéndose un extremo del cuerpo principal del Jardín, con lo que su superficie quedó reducida a las ocho hectáreas actuales.

En 1939, el Real Jardín Botánico pasa a depender del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. En 1942 es declarado Jardín Artístico y en 1947 Monumento Nacional. Sin embargo, siguen décadas de penuria y abandono y en 1974 es cerrado para abordar profundas obras de restauración, que acabaron devolviéndole su estilo original. Contiene, aproximadamente, 5.000 especies diferentes de árboles y plantas de todo el mundo. En febrero de 2005, el Real Jardín Botánico amplió su espacio expositivo en una hectárea.



Estufa de las Palmas.

## 9. Los Reales Observatorio Astronómicos

Los observatorios astronómicos nacionales constituyen una de las instituciones de investigación, que los gobiernos del mundo crearon con un propósito definido e importante: la necesidad de desarrollar la geodesia y, por tanto, la cartografía. Estas actividades son el centro de trabajo del Observatorio de París, fundado en 1667. Por otro lado, la astronomía por sí misma y su aplicación a la navegación fueron los principales objetivos de investigación del Real Observatorio de Greenwich inglés, fundado en 1675.

España necesitó la astronomía por su aplicación a la navegación, al tener que controlar un enorme imperio de ultramar. Fue una razón pragmática, como ayuda al comercio, las comunicaciones y su expansión. El arte de navegar se convirtió en la ciencia de navegar y fue Jorge Juan uno de los principales artífices de esta transformación. Fue precisamente él quien sugirió al rey Carlos III el establecimiento de un Observatorio Astronómico de la Marina en el sur de España, fundado en 1753.

### 9.1. El Real Instituto y Observatorio de la Armada

El Real Instituto y Observatorio de la Armada se levanta sobre el Cerro de Torre Alta, pequeña elevación del terreno de 30 m de altitud, pero que es la mayor altura del término municipal de San Fernando. Este hecho, además de hacer visible al observatorio desde toda la bahía gaditana, favorece la observación astronómica. Actualmente esta labor se ve dificultada por la excesiva contaminación lumínica que existe en la ciudad y su entorno.

El edificio es un bello ejemplo de arquitectura neoclásica. La fachada, basada en el ideal arquitectónico grecorromano, destaca por su orden y claridad. En el proyecto inicial de Vicente Tofiño se diseñó el edificio con planta rectangular rodeada de galerías. Pero fue el proyecto del Marqués de Ureña el que acabó siendo elegido, de planta cruciforme, siendo la razón de elegir este tipo de planta porque poseía más divisiones, mayor luminosidad en las oficinas y por la elegancia arquitectónica del edificio. El edificio está dividido en tres salas, cada una de ellas dedicada a una función diferente: Astronomía, Geofísica y Hora. Muy destacable es la biblioteca, que alberga un patrimonio de más de 30.000 volúmenes y está considerada como una de las bibliotecas científicas más importantes del país. Culmina el edificio con una majestuosa cúpula, de mediados del siglo XX, con un tambor donde se encuentra una serie de ventanales. En la actualidad surge una semicúpula metálica giratoria que, una vez abierta, permite observar cualquier punto del cielo.



Real Instituto y Observatorio de la Armada en San Fernando (Cádiz).



## 9.2. El Real Observatorio de Madrid

El edificio del **Real Observatorio de Madrid** es diseñado por Juan de Villanueva y comienza a construirse en 1790 en el antiguo cerrillo de San Blas en las afueras del Madrid de entonces.

El Observatorio formaba parte de una misma campaña ilustrada de creación de establecimientos vinculados al estudio de la Ciencias Naturales en el entorno del Paseo del Prado de San Jerónimo. El reinado apostaba por el conocimiento de la Ciencias y por ello se proyectó esta Colina de la Ciencias, formada por el Museo de Historia Natural, hoy pinacoteca del Prado, el Observatorio Astronómico y el Jardín Botánico.

Para el proyecto del Observatorio, Juan de Villanueva se inspiró en las ruinas del Templo de Vesta en Tívoli cuando lo visitó de joven, en 1761. El edificio del Observatorio se concibe como **Templo de la Razón y de la Ciencia**, en estilo neoclásico con un atrio con columnas corintias, coronado tras un antepecho con cuatro torrecillas y supercoronado por una gran cúpula. Las bóvedas estaban forradas de cañizo y luego cubiertas con yeso, forma de hacer de la época, por eso muchos edificios han sido pasto de las llamas.

Juan de Villanueva inició la construcción de este Observatorio Astronómico encargado por el conde de Floridablanca, Secretario de Estado del rey Carlos III. La construcción del edificio se inició ya en el reinado de Carlos IV. Está situado junto al actual Parque del Retiro en la calle de Alfonso XII. A la vez se encargó al astrónomo William Herschel la construcción de un telescopio reflector.

La construcción del Observatorio, que se levanta a 656,8 m de altura sobre el nivel del mar, se alargó hasta prácticamente 1808. Se sabe, no obstante, que el 7 de enero de 1802 zarpó de Londres hacia Santander un bergantín que traía a España el telescopio reflector de Herschel. El telescopio tenía 7,6 m de distancia focal y un espejo de 61 cm de diámetro y Herschel dijo que fue lo mejor que construyó. Herschel había recibido el encargo de la Corona de España seis años antes.



Real Observatorio Astronómico de Madrid, en ladera sur del parque del Retiro.





Además, España encargó a Herschel otros dos telescopios más pequeños, que hoy pueden ser contemplados en el edificio levantado por Villanueva. El envío del telescopio incluyó una veintena de láminas que sirvieron para su montaje. Pero cuando llegó el telescopio, surgieron los primeros problemas: el telescopio, que era el segundo más grande del mundo por el diámetro de su espejo cóncavo, se vio que no era práctico, pues no cabía en el edificio de Villanueva que además carecía de cúpula orientable, por lo que fue colocado en el jardín.

Las obras del edificio de Villanueva estaban para entonces muy avanzadas y la obra debió terminarse poco antes de la invasión francesa, aunque se tienen noticias de una primera observación en 1804 después de que Carlos IV pidiera mirar por el telescopio.

El resultado fue un edificio no muy grande de planta cruciforme, con un cuerpo central en forma de rotonda, dos alas iguales en el eje este-oeste, un cuerpo al norte y un pórtico al sur formado por 10 columnas y cuatro contrapilastras de orden corintio. El templete circular con 16 columnas jónicas, que corona el edificio no tiene ninguna función pero es lo que le da la gracia. A pesar de ello, hubo algunas peticiones, que fueron desatendidas, para derribar este templete con objeto de poner el telescopio Herschel. Villanueva proyectó una abertura en las paredes y techo de una de las alas para la observación astronómica y puso en la cubierta norte, junto al templete, dos cúpulas, una para disimular la terminación de una escalera y otra para mantener la simetría.



Dada la carencia de una tradición astronómica en el país, los primeros astrónomos del Observatorio inician su aprendizaje en diversos países europeos. Sin embargo, este empuje inicial termina con la guerra contra Francia, que supone la dispersión del personal y la destrucción de equipos, biblioteca y edificaciones provisionales.

La llegada a Madrid en 1808 de las tropas francesas de Murat frustró todos los planes científicos del Observatorio y a punto estuvo de acabar con el edificio, pues es utilizado durante la guerra de la Independencia como polvorín. Los franceses destruyeron los archivos, pero se logró salvar una parte de la colección de instrumentos, que se habían comprado en comisiones específicas por Europa. La posición estratégica del edificio hizo que los militares franceses ocupan el mismo, colocan un cañón en el templete y derriban la ermita vecina. Los franceses quitan toda la cubierta de láminas de plomo y las funden para hacer balas. Ello perjudicó al edificio más que la explosión del polvorín que colocaron en su interior. Tampoco el telescopio de Herschel tuvo mejor suerte. El armazón y el tubo fueron destruidos. Únicamente se salvó el espejo cóncavo de bronce pulido que fue escondido en una de las cúpulas de la fachada norte que rodean el templete donde fue encontrado cien años después, por lo que, afortunadamente, hoy puede exponerse en este edificio.



Cuando en 1815 se encargó a Antonio López Aguado un informe sobre el estado del Observatorio se indicó que la bóveda del pórtico estaba hundida, la escalera de caracol que subía al templete quebrantada como consecuencia del estremecimiento que hizo al volar un depósito de pólvora que había en el subterráneo y las bóvedas tabicadas, al igual que toda la cubierta de planchas de plomo, debían volverse a hacer. Los costes se evaluaron en 249.000 reales, si bien Fernando VII decidió que solo podía aportar 4.000 reales mensuales.

En 1834 la reina María Cristina de Borbón-Dos Sicilias nombra Director del Real Observatorio de Madrid al ilustrado Domingo Fontán, autor del primer mapa (de Galicia) realizado en España con métodos científicos.

En 1845, ante la situación del edificio, se encargó la rehabilitación del edificio al arquitecto Nicolás Pascual Colomer, que dirigió las obras y aprovechó para construir otras dos cúpulas en la fachada norte con objeto de lograr una mayor simetría. Un año después, y tras una inversión de 600.000 reales, 150.000 más de los previstos, las obras fueron terminadas.



En 1854, bajo la dirección de Antonio Aguilar se construye un segundo edificio como vivienda de empleados y a este edificio, en el que llegaron a vivir hasta ocho familias, se trasladó toda la parte administrativa que estaba en el edificio de Villanueva. Además, se dota al Observatorio de una torre giratoria en la que se instaló en 1858 un telescopio ecuatorial, por tener su eje alineado con el ecuador, iniciándose una etapa de trabajos astronómicos, geodésicos y meteorológicos. El Observatorio Astronómico y Meteorológico de Madrid, nombre oficial que recibió en 1865, vivió entonces su etapa dorada.

Tras una etapa en la que el Observatorio dependió directamente del rey a través de un comisario regio y, posteriormente, del rector de la Universidad Central, en marzo de 1904 el Observatorio fue agregado al ahora llamado Instituto Geográfico Nacional y pasó a dirigir la meteorología nacional. Entre los cometidos del Observatorio estaba fijar la hora oficial.

Por entonces, la fisonomía del cerrillo era muy diferente a la actual. En 1882 comenzaron a levantarse distintas edificaciones en la zona: el edificio de la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, hoy utilizada por el Ministerio de Educación y décadas más tarde los institutos Isabel la Católica y Ramón y Cajal y las viviendas que bordean la calle Alfonso XII y el paseo de Reina Cristina, cuya construcción obligó a cambiar la entrada al Observatorio junto a la puerta del Ángel Caído del Retiro.



Las actividades desarrolladas en el Observatorio cubrían todos los campos de la astronomía y ciencias afines: desde la física solar y estelar a la mecánica celeste, el desarrollo de instrumentación, conservación oficial de la hora y las aplicaciones en geodesia. El Observatorio fue incluso encargado de realizar trabajos de meteorología (considerados entonces como un complemento de los estudios astronómicos), prolongándose la actividad en este campo hasta los primeros años del siglo XX. A partir de ese momento, el Observatorio concentra sus esfuerzos en la investigación astronómica y en el desarrollo de instrumentación asociada.

En 1900, se añadió al complejo un tercer edificio para instalar un astrógrafo y un año después, con proyecto de Enrique María Repullés, un pabellón del Sol, para colocar dos observatorios solares. Los estudios sobre el sol tuvieron su auge a finales del siglo XIX y comienzos del XX pues hubo varios eclipses de sol que fueron visibles en España, por lo que se compraron estos aparatos para llevarlos allí donde fuera más idóneo hacer observaciones. Cuando se devolvieron a Madrid se instalaron en este edificio.

El edificio no sufre grandes daños en la guerra civil, y tras la misma se abre un largo subterráneo que parte del edificio y discurre bajo el jardín y que, posiblemente, fue una ampliación del subterráneo donde el ejército de Napoleón tuvo instalado el polvorín que explotó. Allí, con varios grados menos de temperatura, se instala, en un monolito de hormigón, un reloj de péndulo que fijaba la hora de algunas emisoras de radio de la capital. Actualmente, el Observatorio cuenta con un reloj de cuarzo, sincronizado con señales de GPS enviadas por satélite.

Tras la reducción de personal y medios, consecuencia de la guerra civil, el Observatorio conoce una nueva etapa de modernización y expansión en la década de 1970. Es entonces cuando se crean el Centro Astronómico de Yebes, en la provincia de Guadalajara, y la Estación de Observación de Calar Alto, en Almería, en la que se instala un telescopio óptico de 1,52 m de apertura. Con ello se potencian las líneas más tradicionales de la astronomía óptica que venían llevándose a cabo en el Real Observatorio de Madrid (Astrometría, Heliofísica o Física estelar). Todo ello hace que cambie la actividad del Observatorio, ya que con la construcción de los observatorios de Guadalajara y Almería, las observaciones pasaron a hacerse en las nuevas instalaciones. En esta decisión pesó los problemas de observación desde Madrid debido a la contaminación lumínica y la contaminación, inconveniente este denunciado por los astrónomos ya desde que se abrió la vecina estación de Atocha porque el hollín de las locomotoras degradaba la calidad del cielo.



Reconstrucción del telescopio de William Herschel, en el edificio anexo para su exposición.



Hoy el edificio de Villanueva ofrece un cuidado aspecto después de que en 1975 Antonio Fernández Alba realizara, a lo largo de tres años, una cuidada restauración por la que obtuvo el premio Nacional en 1980.

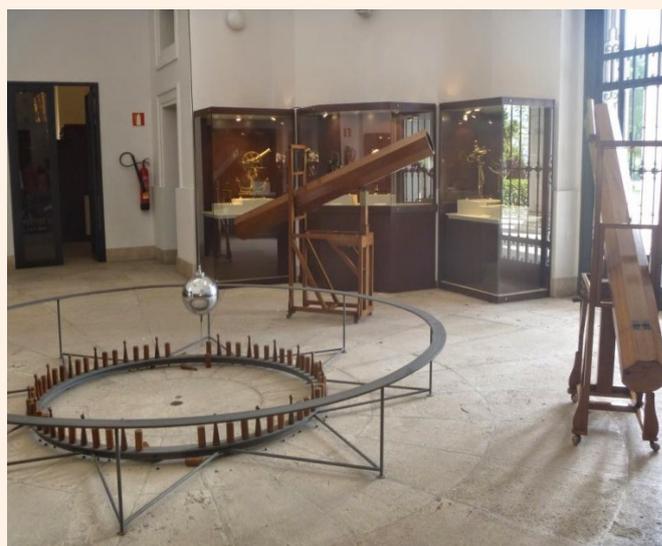
En 1990, y para celebrar los 200 años de la fundación del Observatorio, se instala en el edificio de Villanueva un péndulo de Foucault. También se habilita la rotonda para museo mientras en las dos alas del edificio, una mantiene el uso como biblioteca que se le dio a mediados del siglo XIX y la otra, llamada del círculo meridiano, muestra, además del telescopio utilizado para contemplar el meridiano, varios relojes de péndulo de los siglos XVIII y XIX.

Pero el proceso de recuperación no solo ha afectado al edificio de Villanueva. A los cuatro edificios existentes se ha sumado otros dos. El primero, con proyecto de Antonio Fernández Alba, se construyó para celebrar el 200 aniversario del Observatorio, pero no pudo ser inaugurado hasta 2005. En este edificio, de 16 m de largo y 13 m de alto, con paredes de vidrio, fue colocada la única reproducción a tamaño original del telescopio Herschel que tuvo Madrid. Para su construcción, se estudiaron las láminas que acompañaron al primitivo telescopio y se encargó su construcción a la Escuela de Ingenieros Industriales, supervisada por astrónomos. La ejecución material de la estructura de madera que sujeta el telescopio y del tubo se encargó a un armador de barcos de Bermeo. El segundo edificio, también de Fernández Alba, se inauguró en 2010 como Sala de Ciencias de la Tierra y el Universo, un recinto expositivo en el que se muestran los instrumentos utilizados por el Real Observatorio y el Instituto Geográfico Nacional a lo largo de su historia.

Prácticamente el Observatorio es desconocido por madrileños y foráneos, y es necesario solicitar su visita por escrito. Cuando luce el sol se puede admirar allí el Péndulo de Foucault, en ocasiones se organizan exposiciones temporales y entre sus fondos, hay una gran colección de útiles relacionados con la astronomía: telescopios, astrolabios, etc. para aficionados a la astronomía.



Rotonda del edificio de Villanueva, dedicado actualmente a museo. En el centro, un péndulo de Foucault.





## 10. Los canales fluviales

La idea ilustrada de la mejora de las comunicaciones interiores como fomento de la actividad económica toma cuerpo con dos realizaciones fundamentales: el Canal de Castilla y el Canal Imperial de Aragón, cuyo plan fue diseñado para construir canales en España a semejanza de Inglaterra y Francia.

### 10.1. El Canal de Castilla

El Canal de Castilla es una de las obras de ingeniería hidráulica más importantes de las realizadas entre mediados del siglo XVIII y el primer tercio del siglo XIX en España. Recorre parte de las provincias de Burgos, Palencia y Valladolid y fue construido para facilitar el transporte del trigo de Castilla hacia los puertos del norte y de allí a otros mercados. Sin embargo, ante la llegada del ferrocarril, quedó obsoleto.

El Canal de Castilla es un cauce artificial que recorre 207 km y se divide en tres ramales:

- **Ramal Norte:** De 75 km, es el ramal con más desnivel, requiriendo la construcción de 24 esclusas. Toma sus aguas del río Pisuerga, en Alar del Rey, y finaliza en el río Carrión, en Calahorra de Ribas.

- **Ramal de Campos:** De 78 km, es el ramal con menos desnivel, requiriendo la construcción de 7 esclusas. Comienza en Calahorra de Ribas y sigue por la comarca de Tierra de Campos hasta Medina de Rioseco.

- **Ramal Sur:** De 54 km, tiene 18 esclusas. Comienza en la bifurcación del Ramal de Campos en El Serrón (Grijota) y sigue hasta Valladolid.

El Canal de Castilla es uno de los proyectos más relevantes de ingeniería civil de la España Ilustrada, cuyo objetivo es servir como vía fluvial de comunicación y transporte para solucionar el problema de aislamiento al que estaba sometida la meseta castellana, debido a una orografía complicada y una deficiente y mal conservada red viaria, que dificultaba el transporte de los excedentes agrarios de la región, cereales en su mayoría.

Aunque existían antecedentes de proyectos similares en los siglos XVI y XVII, no es hasta mediados del siglo XVIII, cuando Fernando VI y su ministro el Marqués de la Ensenada, empiezan a pensar en un ambicioso plan para desarrollar la economía de España, plan en el que sobresalen las obras públicas relacionadas con la comunicación.





Al ser Castilla la principal productora de cereales, el Marqués de la Ensenada sugiere a Fernando VI la construcción de una red de caminos y canales de transporte pensados para Castilla. De esta forma, el prestigioso ingeniero Antonio de Ulloa presenta el *“Proyecto General de los Canales de Navegación y Riego”* para los Reinos de Castilla y León, inspirado en anteriores trabajos del francés Carlos Lemaur.



El Canal de Castilla fue concebido originalmente como una red de cuatro canales que unirían Segovia con Reinosa (con la intención de, en un futuro, atravesar la cordillera Cantábrica y poder llegar al mar por el puerto de Santander), pero solo se llegaron a construir tres ramales (Norte, Sur y de Campos). Con una anchura que varía entre 11 y 22 m, el canal atraviesa 38 términos municipales y une las localidades de Alar del Rey (Palencia), donde nace, con las de Valladolid y Medina de Rioseco, situadas respectivamente al final de los ramales Sur y de Campos (el canal tiene forma de Y invertida). La provincia de Palencia es la que más longitud de canal tiene (ramal Norte).



El **Canal del Norte** pretendía unir Reinosa (Santander) con Calahorra de Ribas (Palencia). De este tramo se llega a construir desde Alar del Rey hasta Calahorra de Ribas. El **ramal Canal de Campos** continúa desde Calahorra de Ribas (Palencia) por la comarca de Tierra de Campos hasta Medina de Rioseco y se construye en su totalidad. Y el **Canal Sur**, que toma las aguas del Canal de Campos en El Serrón (Grijota), desemboca en el Río Pisuerga en Valladolid, y también se construye en su totalidad. Y el **Canal de Segovia**, que uniría Segovia con Villanueva de Duero (Valladolid), nunca fue realizado.



Las obras de este grandioso proyecto dan comienzo el 16 de julio de 1753 en Calahorra de Ribas, término municipal de Ribas de Campos (Palencia), bajo la dirección de Antonio de Ulloa y el ingeniero jefe Carlos Lemaur. Al año de haberse iniciado se paralizan, habiéndose construido hasta ese momento 25 km aguas abajo, desde Calahorra de Ribas a Sahagún el Real (cerca de Paredes de Nava). Posteriormente, en 1759 las obras se reanudan, pero esta vez se acuerda iniciarlas en el estrecho de Nogales, cerca de Alar del Rey, comenzando de esta forma la construcción del Ramal del Norte, siendo finalizadas las obras de este ramal en agosto de 1791, cuando las aguas del Norte se unen con las del Ramal Campos en Calahorra de Ribas.



A su paso por la ciudad de Palencia, a la que se acerca mediante un ramalillo terminado en una dársena para facilitar las tareas de carga y descarga, el Canal de Castilla se sitúa a escasa distancia de dos de sus puntos más emblemáticos: Calahorra de Ribas, donde se cruza con el río Carrión, del que pasa a tomar las aguas, y El Serrón, en Grijota.





Al año siguiente de la finalización de las obras del Ramal Norte se inicia la navegación en el tramo comprendido entre Sahagún el Real (Paredes de Nava) y Alar del Rey, a la vez que se comienzan las obras del Ramal Sur desde El Serrón (Grijota) hacia Valladolid. La Guerra de la Independencia y la posterior etapa de crisis política, económica y social que atraviesa España, ocasiona grandes destrozos en lo ya construido, y obliga a paralizar las obras cerca de Dueñas (Palencia).

El rey Fernando VII, previa visita realizada a las instalaciones del Canal, y viendo que el Erario Público no era capaz de seguir sufragando el coste de dicha obra, dicta, el 10 de septiembre de 1828, una Real Orden para que el proyecto pudiera ser ejecutado por una empresa privada. De esta forma, en 1831 el Estado concede a la Compañía del Canal de Castilla la explotación del Canal durante 80 años, una vez terminadas las obras. A cambio se compromete a finalizar las obras en siete años. De nuevo la guerra (guerra carlista) impide el cumplimiento de los plazos establecidos, por lo que es necesario un nuevo contrato mediante el cual se acorta el plazo de explotación a 70 años, y se amplía el plazo para realizar las obras. Una vez privatizada su construcción en 1835 se finaliza el Ramal del Sur con la llegada de las aguas al río Pisuegra a Valladolid, y en 1849 se ve finalizado el Ramal de Campos bajo el reinado de Isabel II.

El 14 de diciembre de 1849 comienza la explotación del Canal de Castilla por la Compañía del Canal de Castilla y en un periodo de 70 años revierte de nuevo al Estado, que lo administra desde entonces, dependiendo de la Confederación Hidrográfica



del Duero. Aunque la navegación comenzó a finales del siglo XVIII, la época de mayor esplendor tuvo lugar entre los años 1850-1860, cuando las barcazas que surcaban el Canal superaban las 350 para el transporte de grano. Pero a partir de la apertura de la línea férrea Valladolid-Alar del Rey, con un trazado casi paralelo al del Canal de Castilla, se limita su uso porque la vía ferroviaria es más económica que el canal y el ferrocarril Valladolid-Medina de Rioseco supone, por último, el colapso del tráfico de mercancías.

No obstante su cauce sigue proporcionando otros usos derivados de la fuerza motriz, generando un desarrollo económico e industrial en las localidades por las que discurre y propiciando que nazcan fábricas de papel, harinas, cueros, molinos e incluso astilleros. El aprovechamiento de la fuerza motriz en las esclusas y la utilización de agua para riego agrícola -23-000 hectáreas- son las principales utilidades del canal desde la segunda mitad del siglo XIX.



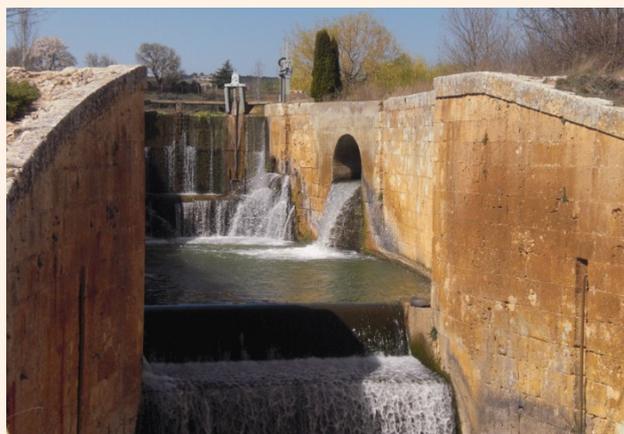
El cauce del Canal tiene una sección trapezoidal, con una anchura y profundidad variable dependiendo de los tramos, entre 11 y 22 m de anchura y 1,80 a 3 m la profundidad. Por sus aguas navegaron las barcazas, en un principio movidas por un sistema combinado de arrastre y vela, pero con el paso del tiempo sólo se mantuvo el arrastre mediante caballerías como fuerza motriz. El tráfico por el Canal solo estaba permitido de sol a sol.



Para la construcción del canal hubo que salvar un desnivel de 150 m y poner en marcha toda una ingeniería del transporte, que implicó la construcción de elementos arquitectónicos capaces de salvar los desniveles propios del terreno y facilitar de esa forma la navegación.

Para salvar los desniveles existentes en el terreno para permitir el paso de las barcazas se levantaron **esclusas**. Para ello, se construye una balsa cerrada en sus dos extremos por dos pares de compuertas tipo mitra, que en su parte inferior cuenta con portonas de desagüe mediante el sistema de guillotina. La balsa se rellena abriendo las portonas inferiores hasta que el nivel de la balsa se iguala con el nivel del cauce del Canal. Se procedía entonces a la apertura de la puerta y se introducía la barcaza.

Hay dos tipos de esclusas: **a) Esclusas ovaladas**, que pertenecen a la primera etapa de construcción del Canal y permiten el paso de dos barcazas a la vez. Sus dimensiones oscilan entre 20-25 m de largo por 10 m de ancho. Son más costosas de ejecutar y más lentas de llenar. En total hay 34 esclusas de estas características.



**b) Esclusas rectangulares**, que corresponden a la etapa en que se privatiza la construcción del Canal. Supone un ahorro de coste en su construcción y un llenado más rápido, aunque solamente permite el paso de una barcaza. Corresponden al siglo XIX y en total son 15 esclusas, las dimensiones son de 30 m de largo por 5 m de ancho.



Para facilitar el cruce del canal con una vía de comunicación (camino) se construyen puentes y para facilitar el paso con otras corrientes de agua se levantan acueductos. En total hay 70 **puentes**, que suelen ser de un solo arco, con fuertes petrillos y andenes en su base que permiten la continuidad de los caminos de sirga (servidumbre de tránsito para permitir que un vehículo de tierra, bestias de carga o un equipo de tiradores humanos pudiesen arrastrar una barcaza). En cuanto a los **acueductos**: los hay de dos clases: **a) Acueducto-puente**, que es la solución adoptada cuando se quiere hacer pasar toda la estructura del Canal por encima de un río o arroyo, para lo que se requiere una fortísima y compleja estructura para soportar todo el vaso del Canal, el agua y los caminos de sirga, sin que a su vez se produzcan filtraciones ni escape de agua. **b) Acueducto-sifón**, que permite el paso de un cauce de agua natural por debajo del Canal.





Las **dársenas** son zonas donde se ensancha el canal con el fin de facilitar la maniobra, fondeo y amarre de las embarcaciones, así como la carga y descarga de las barcazas. Se construyen con grandes sillares de piedra. Son verdaderos puertos de interior. Allí se realizan las cargas, descargas y tareas propias de la navegación (reparación, etc...) disponían de grúas, astilleros y diques.

Las **arcas** sirven para la toma de agua de las acequias utilizadas en el regadío de las tierras, todavía se conservan.

Con el paso del tiempo, en los márgenes del Canal de Castilla se han ido formando una serie de humedales de alto valor ecológico, que representan una isla de biodiversidad dentro del paisaje homogéneo de Tierra de Campos. Estos humedales tienen una extensión variable: algunos no llegan a ocupar ni una hectárea mientras que otros superan las 20. Su alto valor ecológico está relacionado con su diversa vegetación acuática y con el importante número de especies vertebradas que albergan.

En la actualidad, esta gran «Y» invertida que recorre de norte a sur la autonomía castellano-leonesa, conserva un valioso entramado de esclusas, molinos de harina, almacenes y dársenas de gran interés histórico. Además, proporciona abastecimiento de agua a núcleos urbanos, regadíos al campo y espacio cultural y de ocio a autóctonos y visitantes.



Actualmente el principal uso económico directo del canal es el regadío, habiéndose abandonado la navegación en 1959.

Se están realizando distintas inversiones para recuperar el canal y darle una salida dentro del turismo rural a la vez que se acondicionan sus caminos de sirga (servidumbre de tránsito para permitir que un vehículo de tierra, bestias de carga o un equipo de tiradores humanos pudiesen arrastrar un barco, a menudo una barcaza) como vías cicloturísticas, ya que en sus orillas ha surgido diversos ecosistemas de ribera, con una primera franja de vegetación higrófila formada por carrizos y espadañas, una segunda franja similar a un bosque galería (olmos, chopos negros, álamos blancos, fresnos, sauces, alisos y madre selvas) y una tercera franja de arbustos. Entre la fauna destacable tenemos aves como aguiluchos laguneros o garzas, entre otras.



## 10.2. El Canal Imperial de Aragón

El **Canal Imperial de Aragón** es la otra obra hidráulica importante de España. Es un canal de riego y de navegación de 110 km construido de 1776 a 1790 entre Fontellas (Navarra) y Fuentes de Ebro (Zaragoza). Su construcción tenía por objeto mejorar el regadío de la antigua Acequia Imperial de Aragón, llevando el agua del río Ebro hasta Zaragoza y permitir extender el regadío en la región. Asimismo estableció un servicio de transporte de viajeros y mercancías entre Tudela y Zaragoza.

El canal proyectado en el siglo XVIII tenía dos aspiraciones: - Salvar los meandros y azudes del tramo medio del Ebro, haciéndolo navegable. - La vieja idea aragonesa de conseguir una salida al mar que le permitiera exportar directamente sus productos, principalmente agrícolas, al pretender comunicar el Ebro con el mar Cantábrico por los ríos Zadorra y Deva (Guipúzcoa) o bien por Laredo (Cantabria) y con el mar Mediterráneo por el canal de Amposta. De todo el proyecto sólo se llevó a cabo una parte, con cuantiosas inversiones y obras adicionales.

Su construcción se inició en el último tercio del siglo XVIII, pero sus orígenes se remontan al siglo XVI, cuando surgió el proyecto de la "Acequia Imperial". En 1510 los Jurados de Zaragoza pidieron al Rey Fernando el Católico el privilegio de sacar del Ebro una acequia para mejorar y extender los riegos de la huerta meridional de Zaragoza. Gil de Morlanes redactó un proyecto aceptado por Carlos I en 1529 para construir la Acequia Imperial y durante 10 años se construyó en Fontellas una presa de sillería (aguas abajo de la actual), una casa de Compuertas (el hoy llamado Palacio de Carlos V) y una acequia desde El Bocal hasta Gallur. Las dificultades económicas y políticas, unidas a los problemas técnicos, básicamente de nivelación, consiguieron que las obras no llegaran a su fin.

Fue el 9 de mayo de 1772, gracias al impulso dado en el Gobierno por el Conde Aranda cuando se nombra protector del Canal al zaragozano **Ramón de Pignatelli (1734-1793)** que proyectó la construcción material del cauce y la obra civil (1776-1790), venciendo obstáculos de todo tipo como el azud de El Bocal, el gran acueducto del Jalón, el cauce hasta Zaragoza. También construyó las dependencias de la institución en Zaragoza, en la conocida como Casa del Canal.

Organizó la navegación por el mismo (1789) y el 15 de agosto de 1790 se dio por finalizado el Canal Imperial de Aragón de 110 km tras colocarse la última piedra de la presa de El Bocal, Navarra. Con un desnivel total de 125 m en todo su recorrido de 110 km, la pendiente del Canal es tan sólo de 8 cm/km (0,08 %), lo que hace posible la navegación en ambos sentidos.





El agua llega a Zaragoza el 24 de junio de 1784 a través de un canal de madera y por fin el 14 de octubre de este mismo año, el artífice de la obra llega a Zaragoza a bordo de una barcaza, recibido por el pueblo y autoridades con alborozo. La traída del agua a Zaragoza por el canal Imperial tuvo como consecuencia principal una reforma agraria llevada a cabo también por Pignatelli. Su incidencia social se produjo gracias a la ampliación de la extensión del riego que permitió a todos asegurar y regularizar las cosechas evitando las crisis de subsistencia o de alimentos, muy corrientes en la época.

Pignatelli tenía un pensamiento político teñido de un reformismo de corte radical tendente a favorecer al labrador frente a los privilegiados. La necesidad de poner en riego todas las tierras y de cambiar y percibir con efectividad la contribución por el riego, puntos clave de la reforma agraria emprendida, le llevaron a pleitear con nobles como el marqués de Ayerbe, el duque de Villahermosa, con el mismo cabildo al que pertenecía y la temible Casa de Ganaderos zaragozana, que era un reducto de la oligarquía ganadera. Los grandes terratenientes encontraban más rentable dejar sin cultivar ciertos terrenos y destinarlos a pasto extensivo de sus ganados.



La navegación del canal, que ha perdurado hasta hace poco, fue establecida por Pignatelli. Comenzó a funcionar en 1789 y ofreció un servicio de transporte de mercancías y viajeros.



La existencia de aduana entre Navarra y Aragón dificultó el tráfico interregional de mercancías; no obstante, el canal cumplió con efectividad su mermado papel de vía de comunicación comarcal. El tráfico alcanzó un cierto volumen en los últimos años del siglo XVIII pero quedó cortado a causa de la guerra de la Independencia. A mediados del siglo XIX ya se había recuperado, pero el establecimiento en 1861 del ferrocarril Zaragoza-Alsasua, con un recorrido paralelo al del canal, hundió el tráfico. La construcción de otras líneas de ferrocarril hace perder fuerza a las ideas de prolongar el canal y hacer navegable el Ebro.

En mayo de 1873 se constituye la Junta Administrativa del Canal Imperial siendo a partir de entonces un Organismo Autónomo, descentralizado. En 1985 fue suprimido el Organismo Autónomo y la Confederación Hidrográfica del Ebro lo incorpora a su explotación. En 1986 se constituyó la Comunidad General de Usuarios del Canal Imperial de Aragón que agrupa a todos los usuarios y tiene las competencias de la recaudación, la administración del agua y el apoyo a la explotación de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

En mayo de 1873 se constituye la Junta Administrativa del Canal Imperial siendo a partir de entonces un Organismo Autónomo, descentralizado. En 1985 fue suprimido el Organismo Autónomo y la Confederación Hidrográfica del Ebro lo incorpora a su explotación. En 1986 se constituyó la Comunidad General de Usuarios del Canal Imperial de Aragón que agrupa a todos los usuarios y tiene las competencias de la recaudación, la administración del agua y el apoyo a la explotación de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

## 11. Bibliografía reciente y comentada sobre el tema

- **Los mundos de la ciencia en la Ilustración española.** Autores: Antonio Lafuente y Nuria Valverde. Fecha de publicación: 2003. Editor: Fundación Española para la Ciencia y Tecnología. Se trata de una obra que ensaya una mirada original sobre la ciencia y la cultura españolas de la Ilustración. El libro está dividido en dos partes. La primera, La ciencia como oficio, muestra el ecosistema que conforma la novedosa convergencia de actores, prácticas, lugares e instrumentos que se produjo durante el siglo XVIII. En la segunda, La ciencia como cultura, se explora el radical cambio de perspectiva y de imágenes con las que fue mirado y representado el entorno político, social y natural de la época.

- **Ciencia, arte e ilusión en la España ilustrada.** Autor: Jesús Vega. Fecha de publicación: 2011. Editorial Polifemo. La mentalidad ilustrada transformó profundamente los gustos y costumbres a partir de la Filosofía del progreso asentada en la Ciencia. España participó de este proceso y a lo largo del siglo XVIII se vivió una internacionalización del pensamiento que trajo consigo la modernización de costumbres y estructuras, especialmente las administrativas, facilitando la evolución de la sociedad. Los españoles tuvieron que asimilar la reclasificación de los saberes y las prácticas a ellos asociadas, especialmente con el desarrollo de la Física –en particular la renovada Óptica– y la naciente Química. Se hizo necesario crear instituciones alternativas y generar espacios de sociabilidad donde era posible simultanear aprendizaje, entretenimiento, admiración y degustación estética; escenarios comunes donde Ciencia y Arte se desenvolvían con naturalidad y contribuían al bien común y la felicidad: Reales Fábricas, Academias, gabinetes, tertulias y demostraciones públicas que concitaron el interés de las gentes y ofrecieron conocimiento y espectáculo.

- **La Ilustración y la unidad cultural europea.** Autor: Francisco Sánchez-Blanco. Fecha de publicación: 2013. Editorial: Marcial Pons. En el siglo XVIII, academias, periódicos, diplomáticos y mercaderes tejieron una red institucional que agiliza la comunicación científica y literaria entre los países europeos. Nace una cultura común que impulsa el conocimiento de la realidad física y analiza la racionalidad de las sociedades humanas. La filosofía de las Luces no se limita a una especulación teórica, sino que modifica profundamente tanto el mundo doméstico y urbano, como la administración pública de los Estados. Más que en ningún momento anterior de la historia, los cambios se producen casi simultáneamente en todos los países occidentales.

- **La medición del Nuevo Mundo. La Ciencia de la Ilustración y América del Sur.** Autor: Neil Safier. Editorial: Fecha de la edición: 2016. Editor Marcial Pons. Sofisticado y a la vez entretenido, este libro relata unas cuantas aventuras, pero también explica cómo una combinación de interacciones locales, rivalidades internacionales y ambiciones personales afectaron profundamente a la producción y la diseminación del conocimiento científico, gracias a Jorge Juan y Antonio de Ulloa.

