

## **España y la Revolución Científica: estado de la cuestión de una polémica secular**

**Carlos M. Madrid Casado\***

### **Resumen**

Este artículo es un ensayo sobre la historia de la ciencia española a propósito de las investigaciones y de los cambios en los esquemas historiográficos de los últimos años. El objetivo es remover toda una serie de cuestiones filosóficas que los estudios históricos han despertado. Proponiendo un esquema interpretativo general de la historia de la ciencia española, construido a partir de los datos empíricos, y alternativo a los que han dominado el panorama (el de ausencia de ciencia hispana o su acotación a un pequeño número de cabezas siempre aislado). Pero esto precisa regresar previamente al campo de la filosofía de la ciencia, atendiendo a la teoría de la ciencia que lo posibilita y subrayando la necesidad de superar el viejo paradigma teoreticista (ciencia = teoría), así como abrir paso a las nuevas concepciones experimentalistas, materialistas y sociológicas de la ciencia.

### **Palabras clave**

España; Hispanoamérica; Revolución Científica; Siglos XVI-XVIII;  
Filosofía de la Ciencia

### **Spain and the Scientific Revolution: state of the art of a century-old controversy**

### **Abstract**

The present paper is an essay on the history of Spanish science, more particularly about the studies conducted and the changes in the historiographical views that occurred in recent years. The aim is to remove a series of philosophical questions that historical studies have raised. The article formulates an interpretive scheme of the history of Spanish science built from empirical data as an alternative to the notions that prevailed until the present time (to wit, non-existence of Hispanic science, or its restriction to a small number of isolated minds). To accomplish the intended goal, a look back into the field of philosophy of science is necessary, and into the theory of science that makes it possible to overcome the older paradigm (science = theory), and makes way for new experimentalist, materialist or sociological views of science.

### **Keywords**

Spain; Hispanic America; Scientific Revolution; 16<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> centuries; Philosophy of science

---

\* Departamento de Estadística e Investigación Operativa II, Universidad Complutense de Madrid, España.  
Email: cmadrid@ccee.ucm.es

*Cuando se estudian seriamente las obras originales de los primeros historiadores de la Conquista, nos sorprende encontrar en los escritores españoles del siglo XVI el germen de tantas verdades importantes en el orden físico.*

Alexander von Humboldt, *Cosmos: Ensayo de una descripción física del mundo* (1862)

### Más allá de la leyenda negra

Parece pasado el tiempo en que un título como el del presente artículo sonaba provocativo a oídos académicos. La “leyenda negra” amortiguaba cualquier intento de ofrecer una visión global de la ciencia española que superara la imagen del erial. En especial, durante el periodo imperial, 1500-1800. Precisamente, la “polémica de la ciencia española” comenzó a finales de este periodo. En 1782, Masson de Morvilliers publicó una entrada en la *Enciclopedia Metódica* francesa, titulada “¿Qué se debe a España?”, en que aventuraba que España era quizá la nación más ignorante de Europa. Las respuestas del Abate Cavanilles desde París y del Abate Denina desde Berlín no se hicieron esperar. El primero mentó a figuras científicas hispanas de la talla de Jorge Juan (a la sazón miembro de la Academia de Ciencias de París). El segundo, en cambio, respondió – inaugurando una vía por la que abundaría Forner en su *Oración apologética* – citando no a científicos, sino a literatos y artistas de origen hispano.

La polémica conoció una segunda fase de recrudecimiento coincidiendo con la lucha entre liberales y tradicionalistas durante el siglo XIX.<sup>1</sup> Así, por ejemplo, en 1866, el matemático e ingeniero José de Echegaray pronunció un discurso durante su ingreso en la Real Academia de Ciencias en que – asumiendo la “leyenda negra” – achacaba a la represión inquisitorial la inexistencia de ciencia española. Años después, el discurso fue contestado por el profesor de matemáticas Felipe Picatoste en sus *Apuntes para una biblioteca científica española del siglo XVI*.<sup>2</sup> A finales de la década siguiente, Manuel de la Revilla, Menéndez Pelayo y José del Perojo se sumarían a la polémica, discutiendo de nuevo la relación de la ciencia española con la asfixiante Inquisición. Y en 1913, a raíz de su premio en un concurso literario, Julián Juderías divulgaría la expresión “leyenda negra” (aunque la acuñación se debe a Emilia Pardo Bazán y Vicente Blasco Ibáñez).<sup>3</sup>

Hoy, casi un siglo después, los complejos atávicos parecen superados. Las investigaciones de los últimos treinta años llevadas a cabo por historiadores de nuestro país y de allende nuestras fronteras (especialmente desde EE.UU.) muestran que España participó y, en algunos momentos, estuvo en la primera línea de la Revolución

<sup>1</sup> Esta polémica ha sido bien estudiada por los hermanos E. y E. García Camarero (eds.), *La polémica de la ciencia española* (Madrid: Alianza, 1970) y, más recientemente, por Ricardo García Cárcel, *La leyenda negra: historia y opinión* (Madrid: Alianza, 1998).

<sup>2</sup> Felipe Picatoste, *Apuntes para una biblioteca científica española del siglo XVI: estudios biográficos y bibliográficos de ciencias exactas, físicas y naturales y sus inmediatas aplicaciones en dicho siglo* (Madrid: Imprenta y Fundación de Manuel Tello, 1891).

<sup>3</sup> Cf. Iván Vélez, “Vicente Blasco Ibáñez y la leyenda negra,” *El Catoblepas* 108 (2011): 10.

Científica.<sup>4</sup> Algunos de los esfuerzos más recientes por incluir a España e Hispanoamérica en la narración (anglosajona) del nacimiento de la ciencia moderna son los trabajos de Barrera-Osorio, Cañizares-Esguerra y Bleichmar.<sup>5</sup> No obstante, el libro ya clásico de López Piñero (publicado en 1979) sigue siendo el más significativo, por cuanto marcó un antes y un después en el estudio de la historia de la ciencia española.<sup>6</sup>

Las referencias a la “polémica de la ciencia española” y a la “leyenda negra” siguen siendo una constante en estos estudios.<sup>7</sup> Una barrera ideológica que hay que saltar y explicar. A fin de evitar los dos extremos: o bien la reducción de la producción científica hispana a cero, o bien la tortura de los archivos al máximo. Este artículo presenta el estado de la cuestión de esta polémica secular, poniendo de relieve la actualidad de las últimas investigaciones para superar la “leyenda negra” y diluir la propia polémica a la que dio origen.

El problema radica en que la historia de la ciencia no se reduce a describir positivamente una sucesión de hechos, porque los historiadores continuamente se encuentran y ejercitan ideas filosóficas: la idea de ciencia, de técnica, de Estado, de Imperio, de España, etc. Nuestro objetivo pasa por remover toda una serie de cuestiones filosóficas (internas) que los estudios históricos han despertado. Proponiendo un esquema interpretativo general de la historia de la ciencia española, construido a partir de los datos empíricos historiográficos, y alternativo a los que han dominado el panorama (el de ausencia de ciencia hispana o su acotación a un pequeño número de cabezas siempre aislado). Este esquema trietápico se detalla en la tercera y quinta secciones.<sup>8</sup> Pero precisa, en primer lugar, de regresar al campo de la filosofía de la ciencia. En la segunda sección se atiende a la teoría subyacente de la ciencia que ha posibilitado la reconsideración del papel científico jugado por España entre los siglos XVI y XVIII.

---

<sup>4</sup> Curiosamente, el hispanista John H. Elliot apuntaba a principios de los años '60: “It may be that further investigations will show a greater degree of scientific interest in Spain than has hitherto been assumed, but at present there is no evidence of this”, en “The Decline of Spain,” *Past and Present* 20 (1961): 52-75, en 68.

<sup>5</sup> Alejandro Barrera-Osorio, *Experiencing Nature: the Spanish American Empire and the Early Scientific Revolution* (Austin: University of Texas Press, 2006); Jorge Cañizares-Esguerra, “Iberian Science in the Renaissance: Ignored How Much Longer?,” *Perspectives on Science* 12, n° 1 (2004): 86-122; *Nature, Empire, and Nation: Explorations of the History of Science in the Iberian World* (Stanford: Stanford UP, 2006); Daniela Bleichmar et al., eds., *Science in the Spanish and Portuguese Empires 1500-1800* (California: Stanford University Press, 2009).

<sup>6</sup> José M. López Piñero, *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII* (Barcelona: Labor, 1979).

<sup>7</sup> Cf. Víctor Navarro Brotons, & William Eamon, eds., *Más allá de la Leyenda Negra: España y la Revolución Científica*. (Valencia: Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación López Piñero, 2007).

<sup>8</sup> Nuestro modelo trifásico es propuesto sin ánimo de originalidad, ya que es tácitamente asumido por la mayoría de los historiadores actuales. Es, de hecho, una extrapolación del que López Piñero propusiera para la “ciencia barroca” en España.

### Una “nueva” historia de la ciencia como cultura material

La polémica de la ciencia española es un debate estéril si previamente no se ventila una cuestión filosófica aneja: ¿qué se entiende por ciencia? En español pueden distinguirse cuatro modulaciones cronológicas del término.<sup>9</sup> En primer lugar, la ciencia como “saber hacer” ligado a la técnica, al taller (la ciencia o el arte del herrero). En segundo lugar, la ciencia como sistema de proposiciones derivadas de principios, cuyo escenario es la Academia y cuyo principal ejemplo es la geometría griega. En tercer lugar, las ciencias positivas, cuyo escenario es el laboratorio (la física y la química). Y en cuarto y último lugar, las ciencias humanas, como extensión de la tercera acepción. La ciencia que nace con la Revolución Científica se corresponde, como es natural, con la tercera modulación. Y es esta “ciencia” la que presenta unos contornos borrosos que el historiador tiene que delimitar en su trabajo.

El énfasis en la práctica científica, procedente originariamente de la sociología de la ciencia y, más recientemente, de la filosofía de la ciencia, está produciendo una concepción de la ciencia dramáticamente nueva. La práctica científica dibuja dentro de la órbita científica no sólo teorías y hechos, sino también instrumentos, aparatos, máquinas y seres humanos. Lo que distingue esta concepción de la tradicional es que no comprende la ciencia como una construcción únicamente en términos conceptuales y lingüísticos, sino como una actividad social y material.

Este giro que ha tomado el estudio de la ciencia, interesándose por la práctica científica, es producto de la composición de tres líneas de investigación: la sociológica, la filosófica y, finalmente, la histórica. Dentro de la línea sociológica nos encontramos con la sociología del conocimiento científico. A los trabajos seminales de las Escuelas de Edimburgo y Bath se uniría el estudio etnográfico *Laboratory Life* de Bruno Latour y Steve Woolgar, publicado en 1979, así como el estudio de laboratorio *The Manufacture of Knowledge* de Karin Knorr Cetina.<sup>10</sup>

Al tiempo que los sociólogos comenzaban a llamar la atención sobre los aspectos prácticos de la ciencia, una nueva corriente surgía en las aguas de la filosofía de la ciencia: el Nuevo Experimentalismo. La filosofía analítica de la ciencia ha venido dedicando poca atención a la práctica científica. De hecho, incluso el giro “historicista” kuhniano mantiene una fuerte orientación teórica. Por su tendencia a centrarse sólo en la historia de las teorías científicas, Kuhn constituye – como Carnap o Popper - uno de los máximos exponentes de la miseria del “teoreticismo”.<sup>11</sup> Sin embargo, a

<sup>9</sup> Gustavo Bueno, *Sciences as Categorical Closures* (Oviedo: Pentalfa, 2013), 14.

<sup>10</sup> Bruno Latour, & Steve Woolgar, *La vida en el laboratorio: la construcción de los hechos científicos* (Madrid: Alianza, 1995); Karen Knorr Cetina, *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science* (Oxford: Pergamon Press, 1981).

<sup>11</sup> Por decirlo con palabras de José Ferreirós y Javier Ordóñez, “Hacia una filosofía de la experimentación,” *Crítica* 102 (2002): 47-86, en 47.

comienzos de los años 80, algo estaba a punto de cambiar. *Representing and Intervening* de Ian Hacking es el hito que marca el cambio de rumbo en la filosofía de la ciencia.<sup>12</sup>

Estas ideas que estaban abriéndose paso en los ámbitos sociológico y filosófico fueron, precisamente, el caldo de cultivo de una nueva historiografía de la ciencia. Si bien, la historia de la ciencia entró en el tema algo antes que la filosofía, y casi en simultáneo con la sociología, con precedentes como la obra de John L. Heilbron.<sup>13</sup> No tardando mucho, autores como Steven Shapin y Simon Schaffer comenzaron a escribir la historia (social) de la experimentación e instrumentación en física, química, biología, etc.<sup>14</sup> Esta nueva forma de hacer historia de la ciencia guarda, por tanto, unas relaciones metodológicas muy claras con la filosofía y la sociología de la ciencia.<sup>15</sup>

En esta dirección, el historiador M. Norton Wise apuesta por materializar el paradigma kuhniano, asemejándose – según confiesa - a Hacking, a Latour con sus redes o, incluso, a Pierre Bourdieu con sus campos.<sup>16</sup> Wise liga la técnica a los aparatos y realza cómo éstos median entre la teoría y la realidad. Estos tres planos (teoría, tecnología y realidad) forman un círculo cerrado en que el acceso a la realidad desde la teoría puede verse, desde una perspectiva teoreticista, como algo dado directamente por el método hipotético-deductivo; pero también, desde una perspectiva orientada prácticamente, como algo mediado por la tecnología, aunque a la larga las tecnologías se vuelvan transparentes y se olvide el rol que desempeñaron. Según esto, la historia de la ciencia no sería una historia de las ideas, sino básicamente una historia cultural, que atiende a las prácticas y las representaciones, a lo material y lo visual, a las manos y los ojos (no sólo el cerebro).<sup>17</sup>

La “nueva ciencia” que comenzó a gestarse durante el Renacimiento es, en manos de los historiadores actuales, algo más que teoría (fórmulas y ecuaciones), es una práctica (observaciones, experimentos, medidas) basada en técnicas previas y en tecnologías posteriores (reificadas o materializadas en forma de aparatos como el telescopio, el microscopio o la bomba de aire). De igual modo que la primera revolución científica (la de la geometría griega) tuvo un origen técnico (prisma significa en griego lo que se ha serrado; cilindro, lo que se ha enrollado; etc.), las nuevas teorías científicas – como la de la esfericidad de la Tierra - aparecieron engarzadas con nuevas técnicas artesanales, mundanas (por ejemplo, de navegación). Muchas de ellas desarrolladas e implementadas por vez primera en los países mediterráneos (Italia, España, Portugal).

<sup>12</sup> Ian Hacking, *Representing and Intervening* (Cambridge: Cambridge University Press, 1983).

<sup>13</sup> John L. Heilbron, *Electricity in the 17th and 18th Centuries: A Study in Early Modern Physics* (New York: Dover, 1979).

<sup>14</sup> Steven Shapin, & Simon Schaffer, *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life* (Princeton: Princeton University Press, 1985).

<sup>15</sup> Cf. Carlos M. Madrid Casado “Cómo hacer ciencia con aparatos,” *Empiria* 19 (2009): 147-70.

<sup>16</sup> M. Norton Wise, “Mediations: Enlightenment Balancing Acts, or the Technologies of Rationalism,” en *World Changes: Thomas Kuhn and the Nature of Science*, ed. Paul Horwich (MIT Press, 1993), 207-56

<sup>17</sup> Así lo sostiene, dentro del ámbito ibérico, el historiador Juan Pimentel, “¿Qué es la historia cultural de la ciencia?,” *Arbor* 186, nº 743 (2010): 417-24.

Frente a las ciencias clásicas de herencia griega – la geometría y la astronomía geométrica<sup>18</sup> -, las nuevas ciencias baconianas – por decirlo con terminología de Kuhn<sup>19</sup> - revalorizaron las artes técnicas en su busca de “retorcerle la cola al león”, de escudriñar los mecanismos naturales. Así, antes de 1590, el instrumental físico se reducía al empleado para las observaciones náuticas, geográficas y astronómicas, pero los siguientes cien años conocen una explosión instrumentalista: telescopios, microscopios, termómetros, higrómetros... y todo un arsenal de aparatos prestados de los artesanos.

El ejemplo de *Los linceos*, cuya figura central fue Galileo, sirvió de inspiración para otras muchas sociedades científicas y culminó, como es sabido, con la creación de la más importante de todas, la *Accademia dei cimento*, que se traduce literalmente por “Academia de la experimentación”, pero que en realidad envuelve un juego de palabras en el que “cemento” alude a la idea de investigar los nexos de los fenómenos. El lema de esta sociedad era *Provando e riprovando* (“probando y comprobando”), y en ella se construyó cierto número de instrumentos necesarios para la investigación científica. Sus *saggi*, “pruebas” o “ensayos” fueron el primer corpus elaborado sistemáticamente de medidas y experimentos diseñados con toda deliberación. Su declinar en Italia coincidió con el prendimiento de la llama en Francia, Holanda e Inglaterra. Había comenzado el despliegue del conglomerado de ciencias físico-químicas.

De modo que el historiador de la ciencia estudia ahora algo más que los vaivenes de las teorías científicas. Estudia las pruebas, las experiencias y, en general, la circulación de los agentes y objetos científicos. En el caso de España, el historiador estudia cómo esta circulación transformó un vasto territorio hasta convertirlo en parte de un imperio, creando nuevas rutas terrestres y marítimas de ida y vuelta, desde las nuevas tierras a los centros de cálculo (la Casa de la Contratación, el Consejo de Indias...).<sup>20</sup> Un proceso en el que tomaron parte navegantes, cartógrafos, astrónomos, entre otras personas instruidas; pero, también, naves, embarcaciones, cartas portulanas, instrumentos náuticos y, en especial, las nuevas tierras descubiertas, que fueron incorporadas a un mundo en expansión.<sup>21</sup>

---

<sup>18</sup> Y cuya revolución sería muy particular, correspondiendo – en el caso de la primera- a la inclusión de manipulaciones algebraicas y – en el de la segunda - al cambio del “modelo” geocéntrico por el heliocéntrico. Porque la “revolución copernicana” sólo fue (en su siglo y en los siguientes) una revolución en los mapas celestes, sin pruebas apodícticas (lo que es necesario tener en cuenta para no caer en anacronismo al analizar el conflicto entre Galileo y Roma).

<sup>19</sup> Thomas S. Kuhn, “La tradición matemática y la tradición experimental en el desarrollo de la física”, en *La tensión esencial* (México: FCE, 1982): 56-90

<sup>20</sup> Cf. Antonio Sánchez Martínez, “La institucionalización de la cosmografía americana: la Casa de la Contratación de Sevilla, el Real y Supremo Consejo de Indias y la Academia de Matemáticas de Felipe II,” *Revista de Indias* 70, n° 250 (2010): 715-48, en 716 et seq.

<sup>21</sup> John Law, “On the Social Explanation of Technical Change: The Case of Portuguese Maritime Expansion,” *Technology and Culture* 28, n° 2 (1987): 111-34.

Pues para que el mundo acabe en el gabinete del geógrafo o del cosmógrafo hace falta que las expediciones hayan podido geometrizar las nuevas tierras, cuadrificarlas. El trabajo de los geógrafos o cosmógrafos no puede, por tanto, desconectarse de los viajes de los navegantes. Que hagan falta años de duras labores para obtener esas mediciones es algo que no se debe olvidar, bajo pena de creer que la teoría describe o representa el mundo sin esfuerzo y sin transformación. Hacer una historia exenta de las teorías científicas es – por decirlo con Latour<sup>22</sup> – tan absurdo como hacer una historia de los martillos sin mencionar los clavos, los tablones, las casas y los carpinteros. El poder de la red científica descansa, es cierto, en los centros de cálculo, pero sólo porque allí es donde se acumulan los conocimientos que son transportados a lo largo y ancho de la red. Los primeros navegantes levantan mapas, al igual que los primeros botánicos recogen plantas desconocidas, que luego traen de vuelta a la metrópoli. Movilizan, sin ser conscientes de ello, partes del mundo.

En lo que atañe a la historia de la ciencia española, la posibilidad de reescribirla descansa en superar el viejo paradigma “teoreticista” (ciencia = teoría) y abrir paso a estas nuevas concepciones experimentalistas, materialistas o etnográficas de la ciencia. La asimilación permite negar la crítica teoreticista habitual: “no hay un solo teorema matemático, ni una sola ley física, ni una sola ley química y ni una sola ley biológica debidas al pensamiento en lengua española”. No se puede mirar la ciencia (hispana) de los siglos XVI-XVII con anteojos actuales, buscando leyes dadas como fórmulas o ecuaciones, lo que sería un anacronismo. Los científicos hispanos no eran físicos sino astrólogos y cosmógrafos, no eran químicos sino alquimistas y ensayadores, no eran biólogos sino coleccionistas de gabinetes de historia natural o curiosidades...

De hecho, el propio término de “científico” (como sustituto del término “filósofo natural”) no aparece hasta finales del siglo XVIII (en un panfleto escrito por Jean-Paul Marat durante la época del Terror en la Revolución Francesa) y no se populariza hasta bien entrado el siglo XIX (gracias a William Whewell).<sup>23</sup>

Por lo tanto, aunque sus disciplinas no coincidan con las que finalmente produjo la Revolución Científica, la ciencia hispana marca en algunos aspectos – como argumentaremos – el punto de inflexión de la Modernidad. Sus contribuciones no se reducen a meras reliquias sin valor científico, al menos cuando se estudian con una mirada amplia que rebasa el plano teórico y atiende a las conexiones reales (a la circulación de objetos y agentes). Así, desde esta nueva perspectiva, tan “teorema científico” (en un sentido material no meramente formal) es la construcción de un mapa o de una clasificación botánica como la deducción de una ecuación o la formulación de una ley.<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> Bruno Latour, *Ciencia en acción: cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad* (Barcelona: Labor, 1992).

<sup>23</sup> Cf. Carlos M. Madrid Casado, *Laplace: La mecánica celeste* (Barcelona: RBA, 2012), 160.

<sup>24</sup> Cf. Gustavo Bueno, “El mapa como institución de lo imposible,” *El Catoblepas* 126 (2012): 2.

Por otra parte, ligado a esta revisión conceptual, hay que señalar que la historia de la ciencia ha permanecido presa muchas veces de esquemas progresistas.<sup>25</sup> Pero no hay una única línea o escala de progreso en función de la cual se mida el atraso o el adelanto científico de un Estado o de una nación. El manido “atraso científico español” presupone una concepción lineal y progresista de la historia de la ciencia. El siglo XIX nos acostumbró a una narración de la historia de la ciencia cuyo hilo conductor depende básicamente de un rosario de grandes figuras, descubrimientos y teorías que se suceden en un progreso continuo hasta el presente.<sup>26</sup> En este sentido Maria Portuondo defiende que el análisis negro-legendario estaba sesgado, pues hacía suyos los tópicos decimonónicos y buscaba homogeneizar la línea de desarrollo científico hispano con el europeo.<sup>27</sup> En consecuencia, no hay que explicar por qué no hubo un Newton en España, sino por qué lo hubo en Inglaterra (que es lo realmente excepcional y raro).

Y esto conduce a la pregunta (sociológica) de por qué hay o no hay ciencia en un determinado Estado en una época histórica concreta. En paralelo con la nueva visión de la ciencia, ha habido una revalorización de la respuesta clásica de Robert K. Merton siguiendo a Max Weber y, en especial, a Boris Hessen.<sup>28</sup> Los nuevos sociólogos de la ciencia han sacado a la luz la segunda parte de ella que había permanecido oscurecida por la visión teoreticista hegemónica (algo que el propio Merton reconoció en el prólogo a la segunda edición de su obra, en los años setenta, cerca de cuarenta años después de la primera).

El *ethos* puritano fue un buen caldo de cultivo para el nacimiento de la ciencia en el siglo XVII en los países protestantes al valorarse la utilidad técnica de la ciencia (el éxito como signo de la gracia) y la propia ciencia como glorificación de Dios en la creación (la ciencia como la teología por otros medios). Pero, por otra parte, y a demostrar esto estaba dedicado la mayor parte del libro de Merton, las necesidades económicas y militares ejercieron una influencia poderosa en el desarrollo científico. Así, por ejemplo, el comercio y la navegación, a través de los problemas de la latitud y la longitud, de la declinación magnética de la brújula y del trazado de mapas y tablas fomentaron las observaciones astronómicas y los estudios matemáticos que condujeron a la teoría de la gravitación. Asimismo, la balística militar impulsó decisivamente los estudios mecánicos. Según Merton, entre el 30 y el 60 % de las investigaciones leídas en la *Royal Society* estaban influidas por requerimientos prácticos.

---

<sup>25</sup> David Alvargonzález, “Is the History of Science Essentially Whiggish?,” *History of Science* 70 (2013): 85-99.

<sup>26</sup> Una manera de hacer historia de la ciencia canonizada en la llamada “gran tradición”, en la historia de la ciencia elaborada entre 1920 y 1970 (Butterfield, Cohen, Koyré, Hall, etc.), deudora de una historia de héroes y grandes ideas más que de sociedades, problemas y materiales.

<sup>27</sup> Maria Portuondo, *Secret Science: Spanish Cosmography and the New World* (Chicago: University of Chicago Press, 2009), 13 et seq.

<sup>28</sup> Robert K. Merton, *Ciencia, Tecnología y Sociedad en la Inglaterra del Siglo XVII* (Madrid: Alianza, 1984).

Aplicando la doble tesis de Merton a España podemos adelantar que las condiciones culturales y materiales proclives para la ciencia a duras penas se dieron en la España del siglo XVII (volveremos a esta cuestión en la conclusión del artículo). Por un lado, la decadencia económica y militar determinó, obviamente, el panorama.<sup>29</sup> Por otro, la ideología católica dominante hablaba de la salvación por las obras (espirituales), penalizando el trabajo manual y favoreciendo la picaresca (el oficio mecánico o artesanal como deshonor). De aquí precisamente la queja formulada por el Conde-Duque de Olivares en el Gran Memorial dirigido a Felipe IV en 1624: la necesidad de “hacer la nación comercial, industrial”. Por consiguiente, la ausencia de novedades científicas durante este siglo antes podría asumirse como consecuencia de la declinación económica, militar y técnica que como simple corolario de la impermeabilidad al erasmismo, la persecución de alumbrados o la intolerancia inquisitorial – como, no obstante, sigue manteniéndose<sup>30</sup> -. Y es que una historiografía que se compagina bien con una versión vulgarizada de la sociología weberiana ha repetido hasta la saciedad la cantinela de que el protestantismo era el bando promotor de un espíritu aperturista y renovador, mientras que el catolicismo estaba imbuido de un espíritu reaccionario y oscurantista que reprimía cualquier novedad científica. Por suerte, este esquema tan simplista ha sido – como el de la “leyenda negra” - derribado.

Sin embargo, las condiciones favorables sí se dieron en la España del XVI. La ideología imperial expansionista y el auge económico y militar favorecieron las ciencias al servicio de la navegación, la geografía, la cosmografía, la historia natural americana, la minería, la metalurgia y la ingeniería militar.<sup>31</sup> Basta citar al respecto dos testimonios de sobra conocidos: “Hace falta para navegar, compás y arte, es decir, la brújula y la ciencia que es el arte de los astrónomos”<sup>32</sup>; “Tres cosas han de concurrir en el soldado o ingeniero que quiere tratar la materia de fortificación. La primera saber

---

<sup>29</sup> Una decadencia que no fue, desde luego, artística (ahí está el Siglo de Oro). Es la sociedad, con su impronta, lo que orienta a los individuos y los concentra hacia una actividad (las artes) en detrimento de otras (la ciencia y la técnica). Es decir, la existencia o no de ciencia española no se explicaría biológicamente (el número de individuos potencialmente aptos para ella es prácticamente igual dentro y fuera de nuestras fronteras), sino sociológicamente (teólogos, juristas, legisladores, arbitristas, dramaturgos, poetas y pintores eran, quizá, más necesarios al servicio del Imperio que filósofos, científicos e ingenieros durante el siglo XVII).

<sup>30</sup> Un buen ejemplo de ello se encuentra en David C. Goodman, “The Scientific Revolution in Spain and Portugal,” en *The Scientific Revolution in National Context*, ed. R. Porter, & M. Teich (Cambridge: Cambridge University Press, 1992), 158-77.

<sup>31</sup> Según López-Piñero, quien investigó los escritores científicos de los siglos XVI y XVII registrados en la *Biblioteca Hispana Nova* de Nicolás Antonio, que abarca toda la producción entre 1500 y 1684, aparecen 572 científicos, de los que el 32,87% son médicos y cirujanos, 18,70% clérigos, profesores de artes 6,29%, marinos y militares 9,61%, cosmógrafos 3,67% (todos ellos radicados principalmente en estos núcleos: Sevilla, Madrid, Salamanca, Alcalá y Valencia), vide *Ciencia y Técnica en la sociedad española*. Nótese, por tanto, la intrincación entre la serie de oficios y las necesidades económico-políticas del momento.

<sup>32</sup> Cristóbal Colón, *Relación de su Cuarto Viaje* (1505), citado por Alexander von Humboldt en *Cosmos: Ensayo de una descripción física del mundo* (Madrid: CSIC, 2011 [1862]), 359.

mucha parte de matemática: si fuere posible, los seis primeros libros de Euclides, y el undécimo y duodécimo”<sup>33</sup>.

Estas condiciones favorables también se darían en la España del siglo XVIII, donde la ideología ilustrada de moda en Europa caminaría de la mano del reformismo borbónico.

En resumen, dos son los puntos sobre los que converge la nueva historia de la ciencia, en particular, la nueva historia de la ciencia española:

1. Una idea ampliada de ciencia, en que se atiende a la reificación del conocimiento, la evolución de las prácticas y las instituciones, las biografías de los objetos científicos, etc.

2. Una concepción no lineal o progresista del desarrollo científico.

### **Primera etapa: ciencia, tecnología e imperio, 1492-1598**

El esquema trietápico que se desprende de las investigaciones históricas más recientes se concreta en una primera etapa que se corresponde con la llamada «ciencia imperial», que abarca un intervalo de tiempo que podemos acotar significativamente entre el descubrimiento de América y la muerte de Felipe II.

Con respecto a este primer cuadro histórico puede decirse que la “esfera terrestre” es, sin duda, el centro de la composición. Y el 7 de septiembre de 1522, día en que Elcano regresó a Sanlúcar de Barrameda en la nave Victoria, la fecha clave. La primera circunvalación de la Tierra fue un “hecho” de una importancia para el complejo ciencia-filosofía de alcance mayor, si cabe, que la “revolución copernicana”, aunque de otro orden.<sup>34</sup> La circunnavegación de Magallanes y Elcano fue una circunvalación física, en virtud de la cual la esfera de Eratóstenes llegó a ser pisada realmente, y fue la primera vez en la historia de la humanidad en que una teoría científica muy abstracta y de gran alcance práctico pudo ser demostrada efectivamente.<sup>35</sup> La primera vez en que los hombres podían comenzar a pensar que las teorías científicas eran algo más que especulaciones, puesto que tenían que ver con la misma realidad empírica y práctica:

---

<sup>33</sup> Cristóbal de Rojas, *Teoría y práctica de fortificación* (Madrid: Luis Sánchez, 1598), f. 1.

<sup>34</sup> Para Juan Valera, antes de que vinieran Copérnico, Galileo, Kepler y Newton, era menester ensanchar y completar la idea del globo que habitamos (con la prueba de la esfericidad y el conocimiento del hemisferio austral), de modo que “si la ciencia moderna, si la moderna filosofía, hubieran de marcar el día de su origen, esta nueva era no empezaría el día en que Bacon publicó su *Novum Organum*, ni el día en que salió a la luz el *Método* de Descartes, sino el 7 de septiembre de 1522, día en que Sebastián Elcano llegó a Sanlúcar de Barrameda en la nave *Victoria*” (citado por García Cárcel, *Leyenda negra*, 209).

<sup>35</sup> Cf. Julio Rey Pastor, *La ciencia y la técnica en el descubrimiento de América* (Madrid: Austral, 1942); Lino Camprubí, “Viaje alrededor del Imperio: rutas oceánicas, la esfera y los orígenes atlánticos de la revolución científica,” *El Catoblepas* 95 (2010): 1; Gustavo Bueno, “La teoría de la esfera y el descubrimiento de América,” *El Basilisco* 1 (1989): 3-32.

“¿Quién dirá que la nao Victoria, digna, cierto, de perpetua memoria, no ganó la victoria y triunfo de la redondez del mundo, y no menos de aquel tan vano vacío, y caos infinito que ponían los otros filósofos debajo de la tierra, pues dio vuelta al mundo, y rodeó la inmensidad del gran océano? ¿A quién no le parecerá que con este hecho mostró, que toda la grandeza de la tierra, por mayor que se pinte, está sujeta a los pies de un hombre, pues la pudo medir?”<sup>36</sup>

Esta sensación de estar asistiendo a la visión de sucesos que los antiguos nunca contemplaron, de estar viviendo el nacimiento de la Modernidad, es consustancial a los españoles del siglo XVI.<sup>37</sup> Estos eran conscientes, por ejemplo, de que observaban el cielo desde regiones como las australes nunca entrevistadas por griegos y romanos. Con palabras entresacadas otra vez de la obra de José de Acosta: “nosotros los que vivimos en Perú nos vemos obligados a observar desde este hemisferio esa parte y región de los cielos que gira alrededor de la Tierra y que los antiguos nunca vieron”<sup>38</sup>.

La contribución hispana al desarrollo científico consistió, en definitiva, en la institucionalización de ciencias y técnicas (náuticas, cartográficas, geodésicas, astronómicas, metalúrgicas, médicas, agrícolas, urbanísticas...) pioneras durante el siglo XVI que sentaron las bases de la Revolución Científica del siglo XVII. La creación de ciencia y técnica en lengua española durante este siglo – la de primera fila, porque hubo, naturalmente, muchísimas creaciones menores - se puede concretar en lo siguiente sin ánimo de ser exhaustivos. En cosmografía y geografía, el descubrimiento de América, la exploración de nuevos e inmensos territorios (que constituyen datos de primer orden y de valor innegable), la prueba de la esfericidad de la Tierra, y el trazado de mapamundis y planisferios incorporando los últimos descubrimientos y mediciones dentro de la geometría esférica. En astronomía, la reforma del calendario, tablas que mejoraban las de Alfonso X y las de Copérnico, y mejoras en los instrumentos de observación. En náutica, regimientos de navegación y cartas de marear, así como diversas soluciones al problema del cálculo de la longitud y de la declinación magnética. En historia natural, tratados de la física del globo y clasificaciones de la flora y fauna americanas. En artillería y fortificación, avances en el cálculo de trayectorias de proyectiles y en la construcción de máquinas, ingenios y fuertes. Y en minería y metalurgia, el método del beneficio de la plata por amalgamación.

Pero, ¿por qué fueron los españoles del XVI los primeros en el punto de salida? Fundamentalmente, porque el rescate y la traducción de los saberes clásicos conservados en Al-Andalus se realizó a través de la escuela de traductores de Toledo y, más tarde, de las propias universidades (en Salamanca, por ejemplo, ejerció el judío

<sup>36</sup> José de Acosta, *Historia natural y moral de las Indias* (Sevilla: Juan de León, 1590), Libro I, Cap. II.

<sup>37</sup> Cf. J. Antonio Maravall, *Antiguos y modernos: visión de la historia de la idea de progreso hasta el Renacimiento* (Madrid: Alianza, 1986).

<sup>38</sup> Acosta, *Historia natural y moral*, Libro I, Cap. II.

Abraham Zacuto, clave en la recopilación y actualización del saber astronómico árabe). Las universidades españolas (Salamanca, Alcalá, Valencia...) y, muy pronto, las novohispanas (Santo Domingo 1538, México y Lima 1551), con sus facultades de medicina y de artes (donde se enseñaba matemáticas, astrología, cosmografía y filosofía natural), sirvieron de escenario al nuevo humanismo científico. La plana mayor de los humanistas hispanos pasó, de hecho, por sus aulas.

Asimismo, el descubrimiento de esa *cuarta pars* denominada América tuvo un efecto revulsivo en la determinación de la matemática de la esfera, la física del globo y el avance de la historia natural. Y es que el descubrimiento, la conquista, la construcción, la explotación y la defensa del imperio no fueron asuntos menores y demandaron la presencia sostenida de numerosos astrónomos, cosmógrafos, "ingenieros" (*sic* Nebrija) y "ensayadores", pues hubo que intensificar la construcción naval, la fábrica de cañones y centuplicar la producción de plata, entre otras metas.<sup>39</sup> La ciencia y la técnica hispanas no sólo siguieron a las águilas del imperio, sino que hicieron posible su vuelo: "A la espada y al compás, más, más y más"<sup>40</sup>. Sin su respaldo España no habría podido llevar a cabo la descomunal expansión territorial, militar y administrativa del XVI. Se precisaban contables, geómetras diestros en medir tierras, astrónomos, cosmógrafos, pilotos, arquitectos, ingenieros, maquinistas, artilleros, niveladores de aguas, constructores de relojes, etc. La Corona necesitaba trazar cartas náuticas correctas, describir con precisión las nuevas tierras, proyectar y levantar nuevas vías, puentes, ciudades y baluartes, así como aprovechar la riqueza del suelo y el subsuelo. Lo que los historiadores recientes han demostrado es que esta conexión no es gratuita: las mejoras científicas y técnicas eran de inmediata aplicación en el arte de la guerra y la política. Por ejemplo, para determinar los límites fijados por el Tratado de Tordesillas en América y Asia.<sup>41</sup>

Con más precisión, en esta primera etapa podemos dar noticia de los siguientes campos que han roturado las últimas investigaciones históricas:

---

<sup>39</sup> Antonio Lafuente, & Javier Moscoso, eds., *Madrid, ciencia y corte* (Madrid: Comunidad de Madrid, 1999), 23.

<sup>40</sup> Bernardo de Vargas Machuca, *Milicia y descripción de las Indias* (Madrid: Pedro Madrigal, 1599), prólogo.

<sup>41</sup> El conocimiento, la medida y la representación de la esfera fueron recíprocos de la acción política dentro de la controversia del meridiano y el antimeridiano entre España y Portugal. La matemática fue fiel compañera de ambos imperios. Cf., verbigracia, David C. Goodman, *Power and Penury: Government, Technology and Science in Philip II's Spain* (Cambridge: Cambridge University Press, 1988). No obstante, algunos historiadores cuestionan el papel que se está adscribiendo a la ciencia en el contexto de la construcción de los imperios modernos. Cf., por ejemplo, Diogo Ramada Curto, "A Composite Typology of Imperial Knowledge," *História* 31, n.º 2 (2012): 326-35, en 33-4.

### *Las técnicas artesanas de los ingenieros renacentistas y de los ensayadores*

Se ha estudiado cómo ciertos ingenios físicos, contruidos para desviar aguas o elevar pesos, prefiguraron la mecánica como ciencia de las máquinas. En España se han destacado los inventos de Juanelo Turriano, Juan de Lastanosa y Jerónimo de Ayanz.<sup>42</sup>

También se ha estudiado cómo el conocimiento y el tratamiento de los metales fue clave – aparte de para la fabricación de armas- en el desarrollo de la acuñación y la determinación de la ley de las monedas, un factor imprescindible para el comercio. En particular, se ha subrayado la influencia del libro *Arte de los metales*, impreso en 1640, de Álvaro Alonso Barba, un destacado *ensayador* metalúrgico, que fue todo un *best-seller* de la época (Newton, director de la Casa de la Moneda londinense, poseía la edición impresa en inglés). Junto a Bartolomé de Medina, quien introdujo en 1555 el método de amalgamación, este sacerdote de Lepe afincado en Potosí fue clave en la explotación eficaz de la plata de las minas americanas.<sup>43</sup> Además, la minerometalurgia, con las prácticas alquímicas y la farmacopea (desarrolladas, por ejemplo, en la Torre de la Botica mandada construir por Felipe II en El Escorial), dibujó una disciplina fronteriza, a medio camino entre la artesanía y la industria, que fue de obligada partida para los futuros químicos.

### *A medio camino entre la técnica y la ciencia: la medicina*

Analizando la constitución de la medicina como ciencia se ha estudiado con detalle el impacto que la obra de Vesalio tuvo en España.<sup>44</sup> Andrés Vesalio revolucionó la anatomía y las ciencias de la vida, inertes desde Galeno, con la publicación del libro *De humani corporis fabrica* en 1543. Exactamente el mismo año en que apareció el *De revolutionibus orbium coelestium* de Copérnico. Mientras este último cuestionó a Ptolomeo, el primero lo hizo con Galeno (ambos tan influyentes como Dioscórides, Vitrubio y Euclides durante el Renacimiento). Sus discípulos, Luis Collado y Pedro Ximeno, convirtieron la Universidad de Valencia en la primera de Europa en incorporar la anatomía vesaliana. Es así que los médicos hispanos se formaron practicando disecciones y autopsias –que recogían avances de los cirujanos y barberos- en los teatros anatómicos de las universidades de Bolonia (donde se encontraba el Colegio de los Españoles), Valencia, Lérida y Valladolid (a donde precisamente había viajado Vesalio).

Otros reputados médicos que han merecido la atención de los investigadores han sido los excelentes alumnos de Alcalá Francisco Vallés, Nicolás Monardes y Francisco Hernández (cuya labor reseñaremos en el apartado dedicado a la historia natural, con la que la materia médica guardaba gran relación). Y, asimismo, Andrés

<sup>42</sup> Nicolás García Tapia, & Javier Carrillo Castillo, *Tecnología e Imperio: ingenios y leyendas del Siglo de Oro. Turriano, Lastanosa, Herrera, Ayanz* (Madrid: Nivola, 2002).

<sup>43</sup> M. Bargalló, *La minería y la metalurgia en la América Española durante la época colonial* (México: FCE, 1955).

<sup>44</sup> José Pardo Tomás, *Un lugar para la ciencia: escenarios de práctica científica en la sociedad hispana del siglo XVI* (Canarias: Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, 2006).

Laguna (médico personal de Carlos V, que editó el *Dioscórides*, corrigiendo y ampliando al clásico en casi un millar de referencias), Juan Valverde de Amusco (cuyo impactante libro de grabados *De la composición del cuerpo humano*, publicado en 1556, dio a conocer la circulación pulmonar, dado que la obra teológica fechada en 1553 de Miguel Servet fue prácticamente destruida por Calvino y sus acólitos), Gómez Pereira (defensor del automatismo de las bestias que haría suyo Descartes) y Huarte de San Juan (cuyo *Examen de ingenios* es quizá el texto científico más reeditado de la época, puesto que conoció 82 ediciones en siete idiomas).

### *Las ciencias matemáticas: geometría y arquitectura*

Las artes matemáticas contaban con una buena presencia en las universidades castellanas y aragonesas desde finales de la Edad Media. En las cátedras de astrología y matemáticas se leían *Los Elementos* de Euclides, *La Esfera* de Sacrobosco, *El Almagesto* de Ptolomeo y las Tablas de Alfonso X. En Salamanca ejerció Juan Martínez Silíceo, que llegaría a ser el preceptor de Felipe II; y en Alcalá, Pedro Ciruelo, profesor formado en Salamanca que enseñó en París e introdujo las matemáticas modernas (la aritmética moderna) en España, contando entre sus alumnos con Domingo de Soto y Pedro Esquivel.

Según avanzó el siglo XVI, los matemáticos hispanos fueron percibiendo cada vez con mayor nitidez la importancia de su disciplina. Rodrigo Zamorano, de quien hablaremos más adelante en cuanto piloto mayor y catedrático de cosmografía de la Casa de la Contratación de Sevilla, fue el autor en 1576 de la primera traducción al español impresa de los seis primeros libros de Euclides. En la introducción a la obra explicaba a los lectores que “de la Geometría penden todas las artes y ciencias”<sup>45</sup>.

En primer término, la arquitectura. La fábrica de los Reales Sitios (El Escorial, Aranjuez, El Pardo, etc.) precisó de la formación continua de juntas de matemáticos e ingenieros; porque la ciencia no sólo estaba al servicio del Imperio, sino también de la Corte. Los matemáticos Pedro Esquivel, Juan Bautista de Toledo y Juan de Herrera, por ejemplo, fueron piezas centrales en el estudio geodésico de los Jardines de Aranjuez que Felipe II proyectaba. Eran los matemáticos de palacio. El primero colaboró con Juan López de Velasco en la elaboración de las famosas “relaciones topográficas del Reino” encargadas por el monarca. El segundo proyectó las obras de El Escorial, que a su muerte serían dirigidas por Herrera (arquitecto y aposentador real, cuyo fallecimiento el rey sentiría notablemente). Además, este geómetra encabezó la primera Academia de Matemáticas moderna, fundada por Felipe II en 1582 con sede próxima al Alcázar Real de Madrid. La Academia, con casi dos siglos de existencia (si no consideramos su absorción, a través del Consejo de Indias, dentro del Colegio Imperial de los jesuitas en 1625 como una desaparición), dio cabida en sus lecturas a las obras de

---

<sup>45</sup> Rodrigo Zamorano, *Los seis libros primeros de la Geometría de Euclides traducidos en lengua Española* (Sevilla: Alonso de la Barrera, 1574), prólogo.

Euclides, Copérnico, Galileo o Tartaglia entre otros (traducidas al español por Pedro Ambrosio de Ondériz y Juan Cedillo Díaz).<sup>46</sup> Los matemáticos de la Academia – entre los que se contaban matemáticos portugueses contratados por Felipe II al entrar en Lisboa, como Juan Bautista Labaña (de quien Lope de Vega fue alumno) - se sirvieron abundantemente, desde la fundación, de los fondos de El Escorial, que atesoraba múltiples instrumentos y valiosos libros comprados por el rey, no faltando tampoco obras que el Santo Oficio había expresamente prohibido. No obstante, la Academia estuvo desde el principio más orientada a la aplicación práctica de las matemáticas. Especialmente a la cosmografía, la navegación y demás ciencias afines.

### *La composición de las matemáticas con el mundo terrestre: cosmografía y náutica*

La cosmografía renacentista se desarrolló a medio camino entre la Corte y la universidad. Presuponía el dominio de saberes universitarios (matemáticas, astronomía, geografía), pero también de prácticas científicas vinculadas a la cartografía, el arte de navegar y la construcción de instrumentos como la aguja de marear, la ballestilla y el astrolabio. Este vínculo entre teoría y práctica es, empero, lo que hace de la cosmografía una de las disciplinas más sobresalientes de la cultura científica hispana. En especial por lo que tiene de punto de arranque de varias disciplinas físicas enraizadas en nuestro presente.

La institucionalización oficial de la cosmografía hispana se produjo a través del funcionamiento burocrático de la Casa de la Contratación, respaldada por el Consejo de Indias. Esta ciencia, que combinó el saber de cosmógrafos y navegantes con el servicio a los intereses del Estado, fue fundamental para el mantenimiento del imperio de ultramar, del Nuevo Mundo, y la consolidación de una monarquía universal en torno al mundo atlántico y los viajes transoceánicos. En el ámbito de la monarquía hispánica, la Casa de la Contratación de Sevilla (fundada en 1503) fue la institución encargada de ejercer el control de la navegación oceánica, prestarle apoyo instrumental y conceder el título de piloto de la Carrera de Indias, siendo muy bien valorados los pilotos, geógrafos y cosmógrafos salientes de ella. El cosmógrafo era “maestro de hacer cartas, astrolabios e otros ingenios de navegar”<sup>47</sup>.

<sup>46</sup> Mariano E. Piñero, “Instituciones y oficios matemáticos en la España del siglo XVI,” in *Seminario “Orotava” de historia de la ciencia* (Canarias: Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, 2002): 13-43.

<sup>47</sup> El retrato del lugar de trabajo de un cosmógrafo hispano se asemeja – según lo describe Mariano E. Piñero, “Los cosmógrafos del Rey,” en *Madrid, Ciencia y Corte* (Madrid: Comunidad de Madrid, 1999): 122 et seq - al del geógrafo pintado por Vermeer. Cf. Carlos M. Madrid Casado, “La representación de la técnica y de la ciencia entre los siglos XVI al XVIII en la colección del Museo del Prado,” *Llull* 33, nº 72 (2010): 269-87, para ver cómo esta profesión quedó representada dentro de la propia pintura española.

Dos son los productos que legó la cosmografía hispana y que han recibido la atención de los historiadores. Por un lado, los mapas. El trazado de planos – en especial, del Padrón Real – alcanzó rango de problema nacional en la monarquía hispánica, haciendo de la Casa de la Contratación un centro científico de primera regla.<sup>48</sup> De hecho, la Casa de la Contratación fue, junto a su alter ego portugués (la *Casa da Índia* de Lisboa), la primera institución científica de Europa.<sup>49</sup> El mapamundi de Juan de la Cosa (1500), primer “maestro de hacer cartas” de la Casa, es – de acuerdo a las nuevas coordenadas filosóficas de los historiadores – todo un “teorema científico”, cuyo valor reside en ser la obra cartográfica conservada más antigua que representa el continente americano, recogiendo los descubrimientos geográficos realizados entre 1492 y 1500 (posiblemente con objeto de mostrarlos a los monarcas, Fernando e Isabel). Por su parte, las célebres “relaciones geográficas de Indias” conocieron una gran difusión por toda Europa. Estas relaciones supusieron un método novedoso de recogida de información, que influyó como modelo en las *Transactions* de la Inglaterra del siglo XVII.<sup>50</sup>

Por otro lado, los regimientos de navegación. Estos tratados ilustraban el uso de las cartas y los aparejos de navegar – la ballestilla, la aguja y el astrolabio – para conocer los cuatro términos de la navegación – longitud, latitud, rumbo y distancia –. Enseñaban, empleando palabras del cosmógrafo Pedro de Medina, “esta sutileza tan grande que es que un hombre con un compás y unas rayas señaladas en una carta sepa rodear el mundo”, pues “los navegantes son caballeros cuya espada y cuyo escudo son el compás, la carta, la ballestilla y el astrolabio, y cuyo caballo son los barcos”.<sup>51</sup> Algunos manuales de la época, como *Silva de varia lección* de Pedro Mexía (1540), el citado *Arte de navegar* de Pedro de Medina (1545) o el *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar* de Martín Cortés (1551) fueron sendos éxitos editoriales en el viejo continente.<sup>52</sup>

<sup>48</sup> Ursula Lamb, *Cosmographers and Pilots of the Spanish Maritime Empire* (Aldershot: Variorum, 1995).

<sup>49</sup> David Turnbull, “Cartography and Science in Early Modern Europe: Mapping the Construction of Knowledge Spaces,” *Imago Mundi* 48 (1996): 5-24, en 7.

<sup>50</sup> Cf. Juan Pimentel, “The Iberian Vision: Science and Empire in the Framework of a Universal Monarchy, 1500–1800,” *Nature and Empire: Science and the Colonial Enterprise. Osiris*, special issue, 15 (2001): 17–30.

<sup>51</sup> Pedro de Medina, *Arte de Navegar* (Valladolid: Fernández de Córdoba, 1545), proemio.

<sup>52</sup> Según Martín Fernández Navarrete, *Historia de la náutica y de las ciencias matemáticas que han contribuido a sus progresos entre los españoles* (Madrid: Real Academia de Historia, 1846), Parte III, 24, los franceses prefirieron el compendio de Medina, mientras que los ingleses adoptaron el de Cortés: “no hay libro en lengua inglesa que en un método tan breve y sencillo descubra tantos y tan raros secretos de filosofía, astronomía, cosmografía y, en general, todo cuanto pertenece a una buena y segura navegación”, afirmaba el traductor en el prólogo.

Convencidos de la necesidad de buenos mapas y regimientos de navegación, en 1552 se fundó en la Casa de la Contratación una cátedra de cosmografía y navegación, que ocuparon geómetras de la talla de Alonso de Santa Cruz, Rodrigo Zamorano o García de Céspedes. Este último cosmógrafo enmendó el Padrón Real y renovó las tablas alfonsinas a la luz de un ambicioso programa de observaciones astronómicas basado en los métodos copernicanos (que aprendió en Salamanca de su maestro Jerónimo Muñoz, de quien hablaremos más adelante). Aún más, el canciller Francis Bacon calcaría la portada de su *Regimiento de Navegación* (1606) para su *Instauratio Magna* (1620).<sup>53</sup> No deja de ser una gran paradoja que el lema de la España Imperial (*Plus Ultra*) fuera el mismo que figuraba en la portada del libro de Bacon que profetizaba el advenimiento de la Nueva Ciencia: unos barcos rebasan las columnas de Hércules, descubren nuevas tierras y ensanchan los límites del mundo. Pese al secreto de Estado bajo el que siempre se desarrolló la actividad de los cosmógrafos hispanos, Europa aprendió a navegar en libros españoles y portugueses. No en vano, Sebastián Caboto fue quien exportó a Inglaterra los métodos de navegación hispanos y, en tiempos de la reina Isabel de Inglaterra, se envió una comisión de expertos a Sevilla para conocer el funcionamiento interno de la Casa de la Contratación.<sup>54</sup>

#### *La composición de las matemáticas con el mundo celeste: la astronomía*

En este apartado hay que reseñar que los historiadores de la ciencia han mostrado cómo la obra científica de Copérnico logró abrirse paso y encontrar su hueco en el acervo cultural católico de la época, no sólo en el protestante (a fin de cuentas se trataba de un sacerdote católico). Dentro de los confines de la monarquía hispánica se aceptó el modelo copernicano como una nueva técnica de cálculo de gran valor para la astronomía geométrica, por cuanto era más precisa que la ptolemaica de cara a la construcción de tablas, efemérides y cronologías.<sup>55</sup> En concreto, se empleó para la reforma gregoriana del calendario juliano, que fue una de las grandes empresas científicas de su tiempo, impulsada por Gregorio XIII con el apoyo de Felipe II. La reforma fue llevada a cabo por el jesuita alemán Cristobal Clavio, conocido como “el Euclides del XVI”, con la ayuda del teólogo y matemático español Pedro Chacón y del Claustro de la Universidad de Salamanca.<sup>56</sup>

El *De revolutionibus* fue incluido, desde una fecha tan temprana como 1561, en las Constituciones de la Universidad de Salamanca, que prescribían que “en

<sup>53</sup> Cf. José Manuel Gómez-Tabanera, “Antropología y utopía en el Pacífico español durante el siglo XVII,” *El Basilisco* 8 (1991): 79-88.

<sup>54</sup> A. Sandman & E. H. Ash, “Trading Expertise: Sebastian Cabot between Spain and England,” *Renaissance Quarterly* 57, n° 3 (2004): 813-46.

<sup>55</sup> También fue útil, como es lógico, para la determinación de la longitud y la demarcación geográfica: Fray Martín de Rada, compañero de Urdaneta en la célebre expedición de Legazpi, utilizó las tablas copernicanas para decidir si las Islas Filipinas pertenecían a España o Portugal.

<sup>56</sup> Almudena M. Carabias Torres, *Salamanca y la medida del tiempo* (Salamanca: Universidad de Salamanca, 2012).

astronomía se lean los libros de Euclides y el Almagesto, o el de Copérnico al voto de los oyentes”<sup>57</sup>. El libro de Copérnico, publicado en 1543, estaba prohibido en la Sorbona, pero era leído en Salamanca. Primero, al voto de los oyentes; pero, posteriormente, a partir de 1594, de forma obligada (una disposición que se encuentra todavía treinta años después, en 1625). El sistema copernicano fue allí enseñado por el astrónomo valenciano Jerónimo Muñoz (quien defendió, frente a los aristotélicos, que el cielo no era inmutable ni incorruptible tras observar la supernova de 1572).<sup>58</sup> Y vindicado por el agustino Diego de Zúñiga en sus *Comentarios al Libro de Job* (1579), donde mantenía que el sistema de Copérnico era más eficaz que el de Ptolomeo y no era contrario a lo que decían las Sagradas Escrituras.<sup>59</sup> De hecho, la obra de Copérnico – como la de Galileo – no está en el Índice de la Inquisición española, aunque sí de la romana. Copérnico, lo mismo que Galileo después, fue censurado por la Congregación romana porque sus teorías científicas iban contra lo que se lee en la Biblia. Roma condenó el sistema copernicano en 1616, pero la prohibición no fue recogida en el Índice español de 1640 (ni tampoco en los posteriores) y la tesis heliocéntrica tardó en ser censurada en España.<sup>60</sup>

### *La historia natural*

Con este apartado finaliza el recorrido panorámico de la ciencia española durante el siglo XVI. La historia natural sirvió de base a varias ciencias de orientación más descriptiva y experimental que matemática. Si la cosmografía fue la fuente de la que bebieron las ciencias matemáticas del XVII, esta disciplina lo fue de las ciencias

<sup>57</sup> Manuel Fernández Álvarez, *Felipe II y su tiempo* (Madrid: Espasa-Calpe, 2006), 274.

<sup>58</sup> Víctor Navarro Brotons, “Astronomía y cosmología en la España del siglo XVI,” en *Los orígenes de la ciencia moderna* (Canarias: Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, 2007): 187-213.

<sup>59</sup> Víctor Navarro Brotons, “The Reception of Copernicus in Sixteenth Century Spain: The Case of Diego de Zúñiga,” *Isis* 86 (1995): 52-78.

<sup>60</sup> En realidad fue por una razón que nada tenía que ver con Copérnico ni con su tesis. Con lo que tenía que ver era con los derechos de regalía del rey de España en Sicilia. Esos derechos habían sido defendidos en la obra *Notitiae siciliensium ecclesiarum* (publicada en Palermo en 1630), del jurista italiano Rocco Pirro. Y lo que ocurrió fue que en 1634, un año después de la condena de Galileo, la Congregación romana prohibió en un decreto sus obras. Pero en el mismo decreto se condenaba también la obra de Pirro (junto con otras 23 de otros autores), y la Inquisición española decidió ignorarlo para dejar clara su oposición a Roma, porque condenaba una obra que defendía los intereses de la Corona española. Pero la Inquisición española acabaría conformándose a Roma, y las teorías de Copérnico, junto con el libro de Zúñiga, quedarían finalmente prohibidos. Felipe IV sería – lo que es muy significativo – el Rey Planeta, y no el Rey Sol, porque los cortesanos giraban en torno a él como los astros en torno a la Tierra. Lo que explica que, todavía a mediados del XVIII, las *Observaciones astronómicas y físicas* de Jorge Juan y Antonio de Ulloa tuvieran que luchar con la Inquisición y argumentar que el sistema copernicano sólo se defendía a título de hipótesis para poder ser publicadas. No obstante, en lo que atañe a los siglos XVI y XVII, juzgar el progreso o el atraso científico midiendo el grado de adhesión al copernicanismo no resulta prudente: Bacon, Mersenne, Gassendi o Pascal aún eran agnósticos al respecto en 1630, y su conversión – si la hubo, caso del segundo – fue posterior. Thomas Digges, en cambio, defendió el copernicanismo desde muy pronto, aunque no lo hizo por razones científicas sino cabalísticas (lo que no puede considerarse en modo alguno un avance). Cf. Ricardo García Cárcel, & David Moreno Martínez, *Inquisición: Historia crítica* (Madrid: Temas de Hoy, 2000), 332-3; así como José Luis Abellán, *Historia crítica del pensamiento español* (Madrid: Espasa-Calpe, 1988), vol. III, 812.

naturales posteriores (botánica, zoología, geología...). La historia natural como práctica científica consistía en observar, describir y ordenar. En especial, la exótica flora y fauna de que daban noticia los que regresaban del Nuevo Mundo. Para ello se trabajaba en esa suerte de Indias virtuales que eran los jardines, Reales o privados (como la huerta de Nicolás Monardes en la calle Sierpes de Sevilla),<sup>61</sup> y los gabinetes de coleccionista o cámaras de maravillas (*wunderkammern*), como la del catedrático de cosmografía en la Casa de la Contratación Jerónimo de Chaves, que atesoraba objetos naturales procedentes de América (animales disecados, plantas, rocas...) y objetos artificiales asociados (instrumentos, mapas, libros, relojes...).

Cuando las regiones americanas quedaron cercadas por la espada y el compás, dominadas por las armas y los mapamundis, tocó la hora de conocer fielmente los recursos naturales con que contaban. A fin de informar al Consejo de Indias de los nuevos descubrimientos se creó el cargo de Cosmógrafo-Cronista Mayor de Indias. El primero en ocuparlo fue Juan López de Velasco, en 1571. Entre sus deberes, aparte de confeccionar tablas de la cosmografía indiana, observar eclipses para tomar la longitud de las nuevas tierras y recopilar todas las derrotas y navegaciones, estaba el de redactar la historia general y natural de la América hispana.<sup>62</sup>

Fruto de los viajes de ida y vuelta a las Américas sería, por tanto, el “redescubrimiento” del Nuevo Mundo a manos de los naturalistas, brillando con luz propia cuatro expediciones científicas pioneras, que incorporaron la realidad americana al mundo europeo. En primer lugar, la de Gonzalo Fernández de Oviedo, que atravesó el Atlántico en diez ocasiones entre 1514 y 1557, y cuya monumental *Historia Natural y General de las Indias Occidentales*, tuvo gran influjo en la Europa culta, conociendo 15 ediciones en 5 idiomas (pese a que el Padre Las Casas intrigó para evitar la reedición, dado que consideraba la obra una defensa de la empresa imperial). En segundo lugar, la del franciscano Bernardino de Sahagún (1558-1569), que precipitaría en su *Historia General de las Cosas de la Nueva España*. En tercer lugar, la del protomédico de Felipe II Francisco Hernández a la Nueva España, entre 1571 y 1577, cuyos resultados serían difundidos por un volumen impreso en latín por la *Accademia dei Lincei*, a la que perteneció el propio Galileo. Y en cuarto y último lugar, los viajes del jesuita José de Acosta (1572-1587), cuya *Historia Natural y Moral de las Indias*, publicada en 1590, traducida al francés en 1598 y al inglés en 1601, conoció nada menos que 32 ediciones en seis idiomas. Acosta fue ensalzado, un siglo después, por el Padre Feijoo, para quien fue el Plinio del Nuevo Mundo; y, dos siglos después, por Alejandro

<sup>61</sup> Precisamente, Monardes escribió una *Historia medicinal de las cosas que se traen de nuestras Yndias Occidentales*, que contó con 42 impresiones en seis lenguas. Desde su orilla, desde Sevilla, Monardes recogió conocimientos botánicos y de farmacopea comunes al otro lado del Atlántico (algunos de ellos plasmados en obras sobre la herbolaria mexicana como el Códice Badiano). Cf. José Pardo Tomás, *El tesoro natural de América: Colonialismo y ciencia en el siglo XVI* (Madrid: Nivola, 2002), 124.

<sup>62</sup> Una vez que López de Velasco dejó el puesto, el oficio quedó dividido en dos. Por un lado, las tareas de Cosmógrafo Mayor (que ocuparían sucesivamente Ondériz, García de Céspedes y Cedillo). Por otro, las de cronista, más relacionadas con la historia natural.

Humboldt, como primer estudioso de la «física del globo». En la época, Acosta pasó por un gran filósofo natural y no sólo un fino observador de América.<sup>63</sup>

### Segunda etapa: ciencia y decadencia, 1598-1687

Los estudios históricos más recientes están mostrando cómo en la España del Barroco hubo un mayor grado de interés por la ciencia del que habitualmente se había presupuesto, aunque los elementos modernos cruzaron los Pirineos de forma fragmentaria. Esta segunda etapa se articula entre dos fechas características. La primera corresponde a la muerte de Felipe II. Y la segunda a la publicación de la *Carta filosófica, médica y química* de Juan de Cabriada, que supuso un polémico alegato en favor de la nueva ciencia (y de la que hablaremos en la próxima sección). De acuerdo con López Piñero, hay tres sub-etapas fácilmente reconocibles en la ciencia española del siglo XVII: una primera de continuación; una segunda, que corresponde con la parte central del siglo, de estancamiento considerable del hacer científico en España. Y, finalmente, una tercera, ya dentro del reinado de Carlos II, en la que se toma conciencia del atraso y se intenta paliar.

En el primer tercio del siglo XVII, la ciencia del siglo anterior seguiría viva sin apenas cambios. Aparte de en la cátedra de matemáticas dependiente del Consejo de Indias, en la cátedra de matemáticas y fortificación del Consejo de Guerra, fundada en 1607, cuya labor el pintor español de origen italiano Vicente Carducho alabó en sus *Diálogos de la Pintura*: “lleváronme otro día a casa del Marqués de Leganés, General de Artillería, donde sobre espaciosas mesas se veían globos, esferas y otros instrumentos, con los cuales, como otro Euclides, el doctor Julio Firrufino, Catedrático, leía y enseñaba las Matemáticas, Artillería y otras cosas tocantes”<sup>64</sup>. Las nuevas obras impresas estaban cortadas por el mismo patrón organizativo que las del siglo XVI. Basta atender al título de una de ellas, publicada en 1616: *Imagen del mundo terrestre sobre la esfera, cosmografía, geografía, teórica de los planetas, y arte de navegar* – todo junto – de Lorenzo Ferrer Maldonado (marino embaucador que quiso vender a Felipe III el haber encontrado el Paso Noroeste).<sup>65</sup>

No obstante, se recogieron algunas novedades. Galileo Galilei, quien se inspiró en el escolástico Domingo de Soto – cuyo maestro había sido Juan de Celaya, perteneciente al grupo de los calculadores de la Universidad de París – para formular la ley de caída de los graves, mantuvo lazos científicos con España.<sup>66</sup> Concurrió al concurso que convocara Felipe III para resolver el “problema de la longitud” con un

<sup>63</sup> Cañizares-Esguerra, 97.

<sup>64</sup> Vicente Carducho, *Diálogos de la pintura* (Madrid: Francisco Martínez, 1633), Diálogo VIII.

<sup>65</sup> Fernández Navarrete, , Parte III, 81.

<sup>66</sup> Juan J. Pérez Camacho, & Ignacio Sols Lucía, “La física de Domingo de Soto,” *Revista Española de Física* 9, nº 4 (1995): 56-8.

método basado en la observación de los satélites de Júpiter como reloj astronómico, e hizo el estudio mecánico para la estatua ecuestre encabritada de Felipe IV de Pedro Tacca.<sup>67</sup> Su obra era bien conocida por Benito Daza Valdés, quien en su *Uso de los anteojos* de 1623 describe el telescopio galileano y cita pasajes del *Sidereus Nuncius*. De hecho, el telescopio fabricado por Galileo en 1609, basándose en el de Hans Lippershey (1608) y tal vez en los catalejos contruidos por los hermanos catalanes Juan y Pedro Roget (1593), tuvo su primera representación pictórica en el cuadro de *La Vista* de José de Ribera (1615).<sup>68</sup> Durante su estancia en Roma, *El Españolito* pintó el que Galileo regaló al Papa (sólo así se explica la filigrana de oro que lo adorna, de difícil invención si no se ha visto). Es probable que ambos llegaron a conocerse dado que estuvieron en Roma en las mismas fechas y Galileo siempre frecuentó la compañía de pintores.<sup>69</sup>

Tras un periodo central de estancamiento y atonía generalizados, llegó un tercer periodo de leve renacimiento del interés científico. En el Colegio Imperial comenzaron a ejercer jesuitas venidos del extranjero, como Claude Richard o Jean Charles della Faille, preceptor de Juan José de Austria, a quien transmitió el gusto por la nueva ciencia. Sería a partir de su valimiento durante el reinado de Carlos II, con su patrocinio de los *novatores* (un término despectivo acuñado por los tradicionalistas), cuando España recuperase parte de la ventaja que le llevaban los países protestantes.

Dentro de esta etapa los virreinos americanos son otro escenario que ha captado la atención de los historiadores de la ciencia.<sup>70</sup> A la manera como la romanización de Occidente comportó batallas y guerras pero también la difusión de una lengua y una cultura clásicas, el Nuevo Mundo no fue sólo objeto de la conquista y la expansión del imperio español sino también, dejando atrás leyendas negras y doradas, de transmisión de una cultura: la cultura hispana. Los colegios, fundados durante la empresa de conquista, dejaron paso muy pronto a las universidades. A caballo entre los siglos XVI y XVIII, figuras de la talla de Fray Diego Rodríguez o Carlos de Sigüenza y Góngora, ocupantes de la Cátedra de Astrología y Matemáticas en México, y Francisco Ruiz Lozano (discípulo de Diego Rodríguez que llegó a cosmógrafo mayor del Perú) o Juan de Vega (catedrático de medicina en Lima que se interesó por los “polvos de la condesa”, es decir, por la chinchona o corteza de la quina como remedio al paludismo), comienzan a destacar. En la ciencia novohispana es también reseñable, aparte de la minería, la obra hidráulica de enorme envergadura que supuso el desagüe del valle de México.<sup>71</sup>

<sup>67</sup> Víctor Navarro Brotons, “Galileo y España,” en *Largo campo di filosofare* (Canarias: Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, 2001): 809-29

<sup>68</sup> VV.AA., *El joven Ribera* (Madrid: Museo del Prado, 2011), 150.

<sup>69</sup> Para Samuel Edgerton, “Galileo, Florentine ‘Disegno,’ and the ‘Strange Spottedness’ of the Moon,” *Art Journal* 44 n° 3 (1984): 225-32, la originalidad de Galileo no descansaría tanto en girar el telescopio hacia las estrellas cuanto en saber interpretar la escala de grises de la imagen de acuerdo a la técnica del claroscuro de los pintores naturalistas.

<sup>70</sup> Antonio Lafuente, & José Sala Catalá, eds., *Ciencia colonial en América* (Madrid: Alianza, 1992).

<sup>71</sup> J. Gurría Lacroix, *El desagüe del Valle de México durante la época novohispana* (México: UNAM, 1978).

### Tercera etapa: la ciencia española ilustrada, 1687-1808

Esta tercera etapa que distinguimos toma como fecha de partida 1687, año de publicación de los *Principia* de Newton y, en lo que toca a la ciencia española, de la *Carta filosófica, médica y química* de Juan de Cabriada, que sirvió de manifiesto a los *novatores*. Una lista no muy exhaustiva debería incluir los siguientes nombres. Primeramente, los enlaces con la ciencia barroca: Sebastián Izquierdo; el judío Isaac Cardoso; Juan Caramuel, a veces llamado “el Leibniz español”<sup>72</sup>, y el Padre Zaragoza, astrónomo discípulo de Vicente Mut, que ocupó la cátedra de matemáticas subsumida en el Colegio Imperial y fue preceptor de Carlos II, exponiendo en su tratado *Esphera en común, celeste y terráquea* de 1675 los distintos modelos planetarios, incluyendo el copernicano (también anticipó las relaciones de Ceva). A continuación, como verdadero germen de *novatores* habría que señalar la “tertulia” o “academia” de matemáticos que reunió en su casa Baltasar Iñigo, y que acogía entre otros a Juan Bautista Corachán y Tomás Vicente Tosca (autor este último de un afamado compendio matemático traducido al alemán, francés e italiano). Abandonando este núcleo valenciano de *novatores*: el grabador y microscopista Crisóstomo Martínez, que se trasladó a París enviado por la Universidad de Valencia; Antonio Hugo de Omerique, cuyo *Analysis Geometrica* de 1689 fue elogiado por Newton; el médico Diego Mateo Zapata, etc.

La aparición de *novatores* antes del cambio de centuria arrumba el mito borbónico de que la renovación científica no se produjo hasta el cambio de dinastía.<sup>73</sup> El patronazgo de Juan José de Austria resultó providencial. Se sabe que seguía con gran interés la producción astronómica y física de su tiempo y era aficionado a asistir a experimentos fisiológicos y disecciones anatómicas. Juan Bautista Juanini, médico italiano afincado en España, muy allegado a él (le haría la autopsia), le dedicó su *Discurso físico y político* (1679), donde proclamaba la aplicación de la ciencia a la higiene pública. Lo mismo hizo Caramuel con su *Arquitectura civil, recta y oblicua* (1678), donde aplicaba las matemáticas a la arquitectura moderna. Su valimiento determinó la pujanza de los *novatores*, hasta la significativa institucionalización de la academia sevillana del médico Juan Muñoz y Peralta. Carlos II aprobó sus constituciones transformándola en la Regia Sociedad de Medicina y otras ciencias de Sevilla en 1700 (curiosamente, el mismo año en que se fundó – auspiciada por Leibniz - la Academia de Ciencias de Berlín). Fue la primera academia real consagrada a la nueva ciencia en los territorios hispánicos (si exceptuamos la Real Academia Militar de Matemáticas de Bruselas, de vida exigua).

Ahora bien, con la llegada de Felipe V y los Borbones al trono, la política de fundaciones iría *in crescendo*. Los historiadores han estudiado la institucionalización

<sup>72</sup> Julián Velarde, *Juan Caramuel: Vida y Obra* (Oviedo: Pentalfa, 1989).

<sup>73</sup> Luis A. Ribot, “Carlos II: el centenario olvidado,” *Studia historica* 20 (1999): 19-44.

de la Escuela de Guardiamarinas de Cádiz (1717), donde bajo la dirección de Jorge Juan se construiría un observatorio astronómico en 1752 y se contaría con profesores de la talla de Vicente Tofiño (célebre por su cartografía de las costas españolas); la Real Escuela Militar de Matemáticas de Barcelona (1720); el Colegio de Artillería de Segovia (1762); el Real Jardín Botánico (1755) o el Real Observatorio Astronómico (1790), ya en Madrid. El proyecto puntero fue, desde luego, la Colina de las Ciencias de la Villa y Corte, que sobre el papel constaba de una academia de ciencias, un gabinete de historia natural y un laboratorio de química en el edificio diseñado por Juan de Villanueva que luego sería el Museo del Prado; un gabinete de máquinas; el observatorio astronómico; el jardín botánico; y, por último, el hospital general de cirugía (hoy Museo Reina Sofía).<sup>74</sup>

La fundación de academias y de otras instituciones paralelas permitiría la venida y la formación de “filósofos naturales”, médicos, naturalistas... A lo largo del siglo XVIII bastantes científicos europeos penetraron en España para ponerse al servicio de la nueva dinastía. Sirva como ilustración que, en 1785, Lavoisier recomendó al Conde de Aranda, embajador español en París, la contratación del joven Luis Proust, quien ya había trabajado para la Sociedad Vascongada de Amigos del País (hogar de otros dos químicos: los hermanos Elhuyar, ilustres por haber logrado aislar el wolframio en el Real Seminario de Vergara). Proust sirvió como catedrático de química en el Colegio de Artillería de Segovia, que albergaba uno de los mejores laboratorios de Europa, y donde formuló por primera vez la ley de las proporciones definidas. Sin embargo, no hay luz sin sombras – como nos recuerda el famoso grabado de Goya sobre Mateo Zapata - y, a los pocos años, Proust hubo de trasladarse a Madrid, dado que el obispo de Segovia reparó en que el profesor no iba a misa, lo que dio que pensar a la Inquisición.

Mediado el siglo, el flujo experimentaría una inversión y bastantes científicos españoles serían comisionados en Europa para formarse y realizar tareas de espionaje científico e industrial en el extranjero (caso, por ejemplo, del ingeniero Agustín de Betancourt). La ideología ilustrada sirvió de coartada al despuntar de la ciencia española. Los ilustrados – desde Feijoo<sup>75</sup> a los estadistas de Carlos III y Carlos IV (Floridablanca, Campomanes, Jovellanos) - valoraban el progreso por vía de las “ciencias útiles”.

Sin embargo, la América española del siglo XVIII ha sido el campo de estudio preferido por los historiadores de la ciencia. Estos han revalorizado el papel científico de las expediciones ilustradas (más de medio centenar en total), destacando las siguientes:

<sup>74</sup> Antonio Lafuente, *Guía del Madrid científico* (Madrid: Doce Calles, 1998).

<sup>75</sup> Resulta interesante comparar su labor divulgadora de Newton con la de Voltaire a fin de calibrar el atraso hispano: el primer tomo del *Teatro crítico* del benedictino apareció en 1730, sólo dos años después de que aparecieran las *Cartas filosóficas* del filósofo francés.

En primer lugar, la de los jóvenes guardiamarinas Jorge Juan y Antonio de Ulloa, quienes se embarcaron en 1734 en el viaje al corredor andino organizado por la Real Academia de Ciencias de París a las órdenes de Charles de La Condamine y Louis Godin, para medir un arco de meridiano terrestre y con ello determinar la forma de la Tierra (los habitantes novohispanos los bautizaron como «los caballeros del punto fijo» por pasarse los días apuntando con sus instrumentos al cielo).<sup>76</sup> A su regreso, escribieron *Observaciones astronómicas y físicas de los Reinos del Perú de las cuales se deduce la figura y magnitud de la Tierra* (1747), *Relación histórica del viaje a la América Meridional* (1748) y *Noticias Secretas de América* (una información recogida con carácter reservado para el Gobierno español que se publicaría en Londres en 1826). Pero la mayor aportación de Jorge Juan fue su *Examen marítimo* (1771), un tratado en que demostraba su dominio de la física newtoniana y del cálculo infinitesimal, y que está a la altura de los trabajos de Euler sobre el tema, así como *Estado de la astronomía en Europa* (publicado póstumamente en 1774).

En segundo lugar, las expediciones botánicas de Ruiz y Pavón (Perú y Chile, 1777), José Celestino Mutis (Nueva Granada, 1783), Martín Sessé (Nueva España, 1787) y Félix de Azara (Río de la Plata, 1781). Estos naturalistas contribuyeron a “linnealizar” las especies vegetales y animales de América, rellenando materialmente las clasificaciones formales del sabio sueco (es conocido que Linneo denominó *Mutisia* a una planta en honor a la labor del segundo o que Darwin sintió gran interés por las observaciones del último).<sup>77</sup>

En siguiente lugar, la expedición geográfica y natural comandada por Alejandro Malaspina – “el Cook hispano” - y José de Bustamante y Guerra, que dio la vuelta al mundo entre 1789 y 1794, y que contaba entre sus miembros con destacados cartógrafos, naturalistas y “etnógrafos”. Las corbetas Descubierta y Atrevida exploraron los límites y confines del imperio, cartografiando las costas del Pacífico en busca del Paso Noroeste e investigando las relaciones de los virreinos americanos y las posesiones asiáticas con la patria. Los cientos de mapas levantados por Felipe Bauzá, de láminas con plantas y frascos con animales disecados recogidos por Antonio Pineda, Luis Neé o Tadeo Haenke, y de dibujos representando las costumbres antropológicas de los nativos visitados constituyen “teoremas científicos” de la época a juicio de los últimos historiadores (de acuerdo a lo expuesto en la segunda sección de este artículo). El resultado de las operaciones de los expedicionarios fue el establecimiento de toda una serie de relaciones científicas (quizá más esquemáticas que sistemáticas, es decir, sin una clara contrapartida teórica o proposicional). Por desgracia, este cúmulo extraordinario de mapas, observaciones y dibujos permaneció prácticamente inédito, ya que Malaspina vio comprometida su libertad al conspirar

<sup>76</sup> Antonio Lafuente, & Alejandro Mazuecos, *Los caballeros del punto fijo* (Madrid: El Serbal/CSIC, 1987).

<sup>77</sup> Antonio Lafuente, & Nuria Valverde, *Los mundos de la Ciencia en la Ilustración española* (Madrid: FECyT, 2003), 78; 122.

contra Godoy. A partir de 1789 el reformismo ilustrado colindaba con el jacobinismo revolucionario.<sup>78</sup>

Y en último lugar, un conjunto de expediciones cuya conexión con la ciencia del momento parece más tenue, aunque no hay imperio sin mapas, como tampoco hay política sin tecnología (apropiarse las fronteras y lo que ellas encierran no es asunto baladí). Nos referimos a las “expediciones de límites” entre España y Portugal a la Amazonía, con varios comisionados, como José Solano y Bote, a cuyas órdenes sirvió Pedro Loeffling, un discípulo de Linneo que vería la muerte en medio de su misión naturalista (1754). También entran en este apartado la expedición de los hermanos Elhuyar a los Virreinos de la Nueva España y del Perú a fin de probar un nuevo método para el beneficiado de la plata (1788) y la expedición filantrópica de Balmis (1803), que logró erradicar la viruela portando la vacuna inyectada en veinte mozalbetes huérfanos y propiciando vacunaciones en masa en América y Filipinas.

En la segunda mitad del dieciocho, los dominios controlados por la Monarquía española en América crecieron espectacularmente. En la práctica se duplicaron, aunque lo hicieron de una forma silenciosa. Fueron los científicos el principal vector de la expansión. La ciencia ilustrada escribió bastantes páginas de la historia imperial. De hecho, Humboldt dedicó su *Ensayo sobre la Nueva España* a Carlos IV, ensalzando su papel difusor del conocimiento de América. Lo hizo a días curiosamente del Motín de Aranjuez que pondría fin a su reinado y al Antiguo Régimen en España. Corría el año de 1808. Exactamente la fecha con que se cierra esta tercera etapa de la ciencia española.

### **Conclusión: la “guadianización” de la ciencia española**

En el contexto del creciente interés historiográfico que está provocando la ciencia ibérica (hispana y lusitana), especialmente entre autores extranjeros (norteamericanos), durante el periodo moderno posterior al descubrimiento de América y el periodo ilustrado, este artículo ha intentado poner de manifiesto cómo se ha superado el mito de la leyenda negra y la polémica de la ciencia española. Se ha hecho haciendo historia de la ciencia de una forma no reduccionista, es decir, no sólo atendiendo al panteón de grandes figuras que alumbraron la ciencia moderna sino fijándose en los procesos culturales, sociales y políticos subyacentes.

Mucho se ha escrito sobre la parte política y bélica de la España Imperial, pero no tanto sobre la vertiente científica del tema. La nueva oleada de estudios anglosajones se ha sumado a los trabajos de autores españoles de ayer y hoy, constituyendo una fuente robusta de inspiración y apoyo. La descripción, medición y

---

<sup>78</sup> Juan Pimentel, *Viajeros científicos: Jorge Juan, Mutis, Malaspina. Tres grandes expediciones al Nuevo Mundo* (Madrid: Nivola, 2002).

representación de los territorios americanos y, en general, novohispanos durante esos trescientos años no fue un asunto menor y resulta indisociable del aspecto militar (descubrimiento, conquista, colonización). Al final, el esfuerzo desembocó en una rica cultura material y visual donde se entremezclaban prácticas, teorías, instrumentos, documentos y personas. Así, por ejemplo, dentro del campo de la cosmografía hispana del siglo XVI: técnicas de navegación, labores artesanales de construcción de instrumentos náuticos, teorías sobre la forma de la Tierra, mapas, planos y cartas, astrolabios, ballestillas, agujas de marear, tablas astronómicas, relaciones geográficas, pilotos, geógrafos y cosmógrafos. Una disciplina abigarrada que albergaba en su seno la semilla de otras (cartografía, geografía, física, etc.).

La respuesta a la cuestión de la ciencia española ha sido, en suma, un “sí condicional”. Claro que hubo ciencia y hombres de ciencia en la España de los siglos XVI-XVIII, aunque no siempre acogidos al paradigma que posteriormente sería canonizado. Si la originalidad fue la tónica durante el siglo XVI, el parón del XVII significó que durante buena parte del XVIII la ciencia española fuera a rebufo de la practicada en otros Estados. Este esquema trietápico, construido como una generalización a partir de los datos históricos, queda bien descrito con la expresión – acuñada por López-Ocón<sup>79</sup> – de una “guadianización” de la ciencia española.

Con todo, en vano pretenderá enmascararse el distanciamiento de España e Hispanoamérica del curso central de constitución de la ciencia moderna durante el siglo XVII. Pese a las tempranas apologías glosando los logros de la cultura hispana de José Cadalso o de Hervás y Panduro, durante buena parte de los siglos XVII y XVIII la física y las matemáticas fueron casi extranjeras (como reconocía el Padre Feijoo).

Mientras que durante el siglo XVI España no tuvo nada que envidiar a otras naciones en materia de ciencia – acaso fuese al revés –, la Revolución Científica no se desarrolló durante el siglo XVII en España con el vigor que lo hizo en otros países tal vez por el talante demasiado aplicado de la ciencia española.<sup>80</sup> Los que en España hicieron ciencia entre los siglos XVI y XVIII fueron en su mayoría cosmógrafos, arquitectos, ingenieros civiles y militares, artilleros, marinos... Ellos fueron los depositarios tradicionales de los saberes y las prácticas científicas. Desde el principio, el “programa científico hispano” estuvo supeditado a las necesidades empíricas del Imperio Hispánico, a las artes náuticas y militares, así como a la metalurgia del oro y de la plata, sin olvidar las cuestiones políticas o de gobierno. Quizá por esto, empleando palabras de Forner, “no hemos tenido un Cartesio o un Newton, pero

<sup>79</sup> Leoncio López-Ocón Cabrera, *Breve historia de la ciencia española* (Madrid: Alianza, 2003), introducción.

<sup>80</sup> Cf. José Manuel Sánchez Ron, *Cinzel, martillo y piedra: historia de la ciencia en España (siglos XIX y XX)* (Madrid: Taurus, 1999), 32 et seq. No obstante, como señala uno de los revisores anónimos del artículo, el sentido en que esta excesiva aplicabilidad pudo ser perniciosa para la ciencia española está sin aclarar, puesto que ella misma fue la chispa de la filosofía experimental en Inglaterra.

hemos tenido justísimos legisladores y excelentes filósofos prácticos (Vitoria, Suárez, Sepúlveda, la Escuela de Salamanca, Mariana, Calderón...)”<sup>81</sup>.

Además, la coyuntura sociopolítica de decadencia del siglo XVII probablemente impidió el establecimiento de instituciones propiamente científicas, con recurrencia y solidez aseguradas, en España y los virreinos americanos. Y es que, como escribiera Pasteur, en frase a la que tantas vueltas ha dado Latour, “laboratorios y descubrimientos son términos correlativos. Suprimid los laboratorios, y las ciencias se convertirán en la imagen de la esterilidad y de la muerte, no serán más que ciencias de enseñanza”<sup>82</sup>. Todavía en 1792 España carecía de una Academia Nacional de Ciencias, cuando la *Royal Society* o la *Académie Royal des Sciences* datan – respectivamente - de 1660 y 1666. El edificio destinado a ella y construido junto al jardín botánico y el observatorio astronómico por Juan de Villanueva jamás fue ocupado, y acabó reconvirtiéndose en el actual Museo del Prado.

A este panorama habría que sumar el impacto negativo que pudo tener el famoso edicto de 1559 de Felipe II que prohibía que se saliese a estudiar o enseñar fuera de España, así como el repetido influjo de la Inquisición; pero la influencia de ambos factores ha de ser matizada. No cabe duda de que aceleraron el declinar de la producción científica hispana (a cambio evitaron en el seno de la Monarquía Hispánica la escisión religiosa entre católicos y protestantes que llevó en Alemania a la Guerra de los Treinta Años). Pero no tuvieron un efecto tan impermeabilizante como normalmente se cree. Como muestra, por un lado, las múltiples ediciones de obras de intelectuales hispanos fuera de las fronteras nacionales.<sup>83</sup> Y, por otro lado, recíprocamente, las prohibiciones de libros de autores foráneos – equiparables a las de otros tribunales laicos y eclesiásticos europeos del momento - se producían muchas veces con años de retraso y no afectaban – como apuntaba el Padre Feijoo<sup>84</sup> - a los tratados físicos de un Boyle o un Newton por más herejes que fueran. De hecho, las obras de Galileo nunca estuvieron en el Índice español.<sup>85</sup> Además, los jesuitas constituyeron un contrapeso notable, pues sostenían una red científica internacional que hizo que el mundo hispánico no quedase tan aislado como suele creerse. Por tanto, a nuestro entender, las causas del peculiar desarrollo científico hispano durante el siglo XVII tienen que estar, antes que en esta barrera ideológica, en el propio motor del interés científico (quizá apagado, como hemos apuntado en la nota 29, por la impronta social durante buena parte del siglo), y especialmente en las desfavorables condiciones económico-políticas. España vivió el siglo XVII como un siglo de hierro y fuego. Lo que le impidió recibir el empuje de la *nuova scienza*: la transformación de la cosmografía y de la filosofía natural en mecánica celeste y física; de la geometría en álgebra y cálculo

<sup>81</sup> Citado en García Camarero, 90.

<sup>82</sup> Ibid, 521.

<sup>83</sup> Por ejemplo, las *Disputaciones metafísicas* de Suárez – base, para Heidegger, de la modernidad, por su defensa del dualismo y del tiranicidio - conocieron 17 ediciones europeas entre 1597 y 1636.

<sup>84</sup> García Camarero, 39.

<sup>85</sup> Navarro Brotons, “Galileo y España”.

infinitesimal; de la medicina anatómica en fisiología y biología microscópica; de la alquimia y la artesanía en protoquímica...

Recobrado el tiempo perdido a lo largo del siglo XVIII, y nunca se encarece lo suficiente la gran altura a que llegó la ciencia española dieciochesca, la Guerra de la Independencia y las Guerras de Emancipación, a principios del XIX, se convirtieron, tras el cierre de puertas a la Revolución Francesa, en abrupto final improvisado que transformó España en un erial científico.<sup>86</sup> La excesiva militarización de la ciencia española ilustrada fue una de las causas de su desarraigo. A la carencia de una academia de ciencias y el poco peso científico de las universidades, se sumó que bastantes oficiales científicos encontraron la muerte en Trafalgar (como Cosme Churruca o Alcalá Galiano), mientras que otros muchos se exiliaron a la conclusión de las guerras napoleónicas. Bien por ser – usando la expresión de Feijoo - “españoles americanos”, que ahora luchaban por la independencia de las nuevas naciones surgidas tras la explosión del Imperio. Bien por tratarse de afrancesados o liberales (caso de Betancourt o Bauzá, entre otros, que terminaron sus días sentados respectivamente en el Instituto del Cuerpo de Vías de Comunicación de San Petersburgo y en la *Royal Society* londinense).

Habría que esperar a mediados del siglo XIX para que las bases que el nuevo sistema liberal cimentó permitieran, por fin, la fundación de una Academia de Ciencias (1847) y, ya a principios del siglo XX, la “cajalización” de España y la definitiva internacionalización de la ciencia española. Pero eso es ya otra historia.

---

<sup>86</sup> Dos hechos que simbolizan muy bien la dispersión de científicos y la destrucción de objetos científicos son, por un lado, que el marino Gabriel Ciscar – asistente junto a Agustín Pedrayes al primer congreso científico internacional de la historia, el organizado en 1798 en París para dar a conocer el Sistema Métrico Decimal - fuese confinado y encarcelado por Fernando VII nada más regresar (pese a que era miembro de la Regencia) y, por otro lado, que los soldados franceses empleasen la madera del magnífico telescopio Herschel del Retiro para calentarse.