

ANTONIO BONET CORREA
(Editor)

**IV CENTENARIO
DE EL QUIJOTE**



INSTITUTO DE ESPAÑA

MADRID, 2006

ANTONIO BONET CORREA
(Editor)

IV CENTENARIO DE EL QUIJOTE

Colaboradores

José A. Pascual Rodríguez
Manuel Fernández Álvarez
Antonio Bonet Correa
Francisco J. Ynduráin

Carmelo Lisón Tolosona
Luis Sánchez Granjel
Ángel Sánchez de la Torre
M^a del Carmen Francés



INSTITUTO DE ESPAÑA

Madrid, 2006

ISBN: 84-85559-83-5
Depósito legal: M. 27.021-2006
Imprime: REALIGRAF, S.A.
Pedro Tezano, 26
28039 Madrid



Miguel de Cervantes. Óleo de Eduardo Balaca (1844-1880). Depósito del Museo del Prado (nº 3440), en el Instituto de España.

ÍNDICE

	<u>Págs.</u>
Voces concordadas, contrapuntos y disonancias en la lengua de El Quijote, por <i>José A. Pascual</i>	7
Cervantes en el Madrid de los años ochenta: El dramaturgo, por <i>Manuel Fernández Álvarez</i>	21
Las ciudades de Cervantes, por <i>Antonio Bonet Correa</i>	45
El Quijote y la ciencia de su tiempo, por <i>F. J. Ynduráin</i>	65
Marginación y liminalidad en El Quijote (Literatura y vida), por <i>C. Lisón Tolosana</i>	87
Lectura médica de El Quijote, por <i>Luis Sánchez Granjel</i>	101
La justicia caballeresca y otras justicias, por <i>Ángel Sánchez de la Torre</i>	121
Los remedios medicinales en El Quijote, por <i>María del Carmen Francés Causapé</i>	161

EL QUIJOTE Y LA CIENCIA DE SU TIEMPO

F. J. YNDURÁIN

Dedicado a la memoria de mi padre, Francisco Ynduráin Hernández, y a la de mi hermano Domingo.

PRÓLOGO

La época de Cervantes, como la actual (que, para lo que aquí nos interesa, podemos contar como a partir de la segunda guerra mundial) es una época en que la ciencia sale de su torre de marfil y llega a la conciencia de la población en general; en especial de las personas con un mínimo de cultura, aunque no fuesen científicos. No es difícil comprender por qué: en nuestro tiempo, y cual nuevo Frankenstein, la ciencia se ha revelado capaz de destruir a sus creadores y a una buena parte de la humanidad, si no a toda. Desde los años 1950 en que los EE UU y la antigua Unión Soviética desarrollaron las bombas de hidrógeno, la ciencia ha puesto a los seres humanos a merced de unos pocos dirigentes, en cuyas manos está el acabar con la civilización. Es, pues, comprensible que se hayan alzado voces (como la de C. P. Snow, solicitando más comunicación de *las dos culturas*, la literaria y la científica) o que la prensa diaria medianamente seria dedique unos espacios sustanciales a las novedades científicas y tecnológicas.

En la época de Cervantes, de hecho ya algunos años antes, la ciencia y la tecnología, que no es sino ciencia aplicada, habían irrumpido por primera vez, pero de forma muy visible, en la vida de todos los días. A partir de la mitad del siglo xv y todo a lo largo del xvi, el desarrollo de las ciencias punteras de aquellos tiempos —la geometría, la astronomía (que guardó todavía por algún tiempo el nombre de *astrología*), y la geografía y geodesia— así como las importantes mejoras en la construcción naval, permitieron los fabulosos descubrimientos geográficos que habían trastocado la civilización europea: nada menos que abriendo un nuevo mundo para sus habitantes. El espíritu universalista del renacimiento hacía que una buena parte de las personas cultas de la época siguieran con interés y comprensión los avances de la ciencia, cuando no contribuían a ellos: como, el filólogo Nebrija, quien, en unos pinitos geográficos muy propios del ecumenismo renacentista, había ya mejorado las medidas del francés Fineo, fijando la longitud del grado terrestre en pasos, además de calcular unas tablas horarias (según Sánchez Albornoz en su libro *España, un enigma histórico*).

Pese a ello, no es fácil encontrar una conexión con la ciencia en la obra cervantina. Podríamos hablar de coincidencias, como el que en este año se celebre a la vez el 400 aniversario de la primera parte de *El Quijote*, y el centenario de la teoría de la relatividad (especial): así como en 2015 se celebrará el 400 aniversario de la segunda parte de *El Quijote*, y el centenario de la «segunda parte» de la teoría de la relatividad, conocida como *relatividad general*. O hacer chanzas sobre las especulaciones de los postmodernos sobre la posibilidad de resolver el problema energético con energías alternativas, en particular por medio de la energía eólica: algo tan quimérico como las luchas de Don Quijote con gigantes fabulosos, que también resultan ser molinos de viento.

También podríamos referirnos a lo anecdótico, a conexiones traídas por los pelos, como el hecho de que una sonda espacial que se puede lanzar pronto lleve como nombres los de los héroes de la novela cervantina. En efecto, la empresa española Deimos Space está diseñando la misión, y espera convencer a la Agencia Europea del Espacio para que la apoye en la realización del experimento con un asteroide verdadero.

El plan, conocido como la misión «Don Quijote», es lanzar dos sondas espaciales llamadas Hidalgo y Sancho a un asteroide lejano. Una de las sondas podría impactar con el asteroide a una altísima velocidad, lo que haría que se distorsione ligeramente la órbita de éste. La misión busca calcular cuán fuerte tendrá que ser el impacto para que un asteroide que se dirija a la tierra pueda ser desviado de manera segura.

LAS MENCIONES DE TEMAS CIENTÍFICOS EN EL QUIJOTE

Pero si queremos huir de frivolidades, poco a tono con la seriedad de una celebración como la que nos ocupa, tenemos que reconocer que no abundan, ni en *El Quijote* en particular, ni en la obra cervantina en general¹, las discusiones científicas, ni apenas aparecen menciones a estas cuestiones: aunque no están estas discusiones totalmente ausentes. En particular, las cuestiones referidas a las ciencias que, como hemos citado, eran las punteras en los años anteriores a *El Quijote*, tienen tanta repercusión social que llegan a penetrar la obra cervantina. De manera que, aunque de pasada, hemos conseguido encontrar algunas citas significativas, que reproducimos a continuación. Las tenemos en el Prólogo:

Cuanto más que, si bien caigo en la cuenta, este vuestro libro no tiene necesidad de ninguna cosa de aquellas que vos decís que le falta, porque todo él es una invectiva contra los libros de caballerías, de quien nunca se acordó Aristóteles, ni dijo nada San Basilio, ni alcanzó Cicerón, ni caen debajo de la cuenta de sus fabulosos disparates las puntualidades de la verdad, ni las observaciones de la astrología, ni le son de importancia las medidas geométricas ni la confutación de los argumentos de quien se sirve la retórica, ni tiene para qué predicar a ninguno, mezclando lo humano con lo divino.

(*El Quijote*, Prólogo).

Las hay en la primera parte de *El Quijote*:

¹ Con la excepción, tal vez, de *Los trabajos de Persiles y Segismunda*, cuyos viajes fabulosos son considerados por algunos como precursores de la ciencia ficción.

«En lo que faltaba de camino, les fue contando el licenciado las excelencias de la espada, con tantas razones demostrativas y con tantas figuras y demostraciones matemáticas, que todos quedaron enterados de la bondad de la ciencia».

(El Quijote, Capítulo II.)

Y don Quijote rogó a Pedro le dijese qué muerto era aquél y qué pastora aquélla; a lo cual Pedro respondió que lo que sabía era que el muerto era un hidalgo rico, vecino de un lugar que estaba en aquellas sierras, el cual había sido estudiante muchos años en Salamanca, al cabo de los cuales había vuelto a su lugar, con opinión de muy sabio y muy leído. «Principalmente, decían que sabía la ciencia de las estrellas, y de lo que pasan, allá en el cielo, el sol y la luna; porque puntualmente nos decía el cris del sol y de la luna». «Eclipse se llama, amigo, que no cris, el escurecerse esas dos luminaires mayores,» dijo don Quijote.

(El Quijote, Capítulo XII)

A propósito de la novela del curioso impertinente, dice Lotario a Anselmo que

«[a los moros] no se les puede dar a entender el error de su secta con las acotaciones de la Santa Escritura, sino que les han de traer ejemplos palpables, fáciles, inteligibles, demostrativos, indubitables, con demostraciones matemáticas que no se pueden negar».

(El Quijote, Capítulo XXXIII).

Pero tal vez la cita más reveladora, y la más conocida, es la que aparece en la segunda parte de *El Quijote*:

«Paréceme que vuesa merced ha cursado las escuelas: ¿qué ciencias ha oído?» «La de la caballería andante» —respondió don Quijote—, «que es tan buena como la de la poesía, y aun dos deditos más». «No sé qué ciencia sea esa» —replicó don Lorenzo—, «y hasta ahora no ha llegado a mi noticia». «Es una ciencia» —replicó don Quijote— «que encierra en sí todas o las más ciencias del mundo, a causa que el que la profesa ha de ser

jurisperito y saber las leyes de la justicia distributiva y comutativa, para dar a cada uno lo que es suyo y lo que le conviene; ha de ser teólogo, para saber dar razón de la cristiana ley que profesa, clara y distintamente, adondequiera que le fuere pedido; ha de ser médico, y principalmente herbolario, para conocer en mitad de los despoblados y desiertos las yerbas que tienen virtud de sanar las heridas, que no ha de andar el caballero andante a cada triquete buscando quien se las cure; ha de ser astrólogo, para conocer por las estrellas cuántas horas son pasadas de la noche y en qué parte y en qué clima del mundo se halla; ha de saber las matemáticas, porque a cada paso se le ofrecerá tener necesidad dellas Porque vea vuesa merced, señor don Lorenzo, si es ciencia mocosa lo que aprende el caballero que la estudia y la profesa, y si se puede igualar a las más estiradas que en los gimnasios y escuelas se enseñan». «Si eso es así» —replicó don Lorenzo—, «yo digo que aventaja esa ciencia a todas».

(*El Quijote*, segunda parte, Capítulo XVIII).

Por mencionar otras alusiones científicas cervantinas, podemos citar *Los trabajos de Persiles y Segismunda*, donde se encuentran frases como la archiconocida de que «Ninguna ciencia, en cuanto a ciencia, engaña; el engaño está en quien no la sabe», y donde aparecen bastantes citas a la astrología (palabra que en la época es sinónimo de astronomía) así como a la geografía y geodesia: lo que es lógico tratándose de un libro de viajes. Y a esto podemos añadir la conocida cita del *matemático loco*, en *El coloquio de los perros*, en que éste matemático declara²:

«Veinte años ha que ando tras hallar el punto fijo, y aquí lo dejo, allí lo tomo, y pareciéndome que ya lo he hallado y que no se me puede escapar en alguna manera, cuando no me cato me hallo tan lejos del, que me admiro. Lo mismo me acaece con la cuadratura del círculo, que he llegado tan al remate de hallarla, que no sé si puedo pensar cómo no la tengo ya en la faltriquera.

Tanto las citas a la astrología en *Los trabajos*, en la enumeración de los saberes de los caballeros de *El Quijote*, y la mención del *punto fijo* por

² El lector curioso puede encontrar más detalles al respecto en el entretenido artículo de José Javier Etayo, *El Matemático Loco de Cervantes*, publicado por el Instituto de España en 2004.

el matemático loco están, realmente, relacionados con la ciencia de la navegación y posicionamiento. El «problema del punto fijo» denotaba en aquella época lo que se llamó posteriormente el problema de la longitud que, en la época de Cervantes, se resolvía por medio de observaciones astronómicas, es decir, de la *astrología*. No eran estos problemas, sobre los que volveremos, ajenos a Cervantes quien, sin duda, se había familiarizado con ellos durante sus varias navegaciones.

LA ÉPOCA CERVANTINA COMO ÉPOCA DE TRANSICIÓN

Es bien sabido que los libros de *El Quijote* se publican en una época de transición; de transición para toda Europa, pero muy en particular para España. Esta transición es patente en las letras, en las artes, en la política y en la ciencia. En pintura, el renacentismo de Leonardo, Miguel Angel y Rafael va dejando paso al arte más barroco de Tiziano, Veronese y Tintoretto. Y, aunque resulta difícil clasificar a Velázquez y Vermeer, no cabe duda de que caen dentro del barroco, mientras que Rubens, Rembrandt y van Dyck son de un barroquismo casi exagerado.

Algo parecido ocurre en música, tal vez con algo de retraso. Palestrina muere en 1594 y la obra de Tomás Luis de Victoria, el último gran compositor renacentista, es en buena parte coetánea con la cervantina: su última composición, el *Requiem*, se editó en 1605, simultáneamente con la primera parte de *El Quijote*. Pero ya en 1607 se estrenó en Mantua la obra que puede considerarse como marcando de forma definitiva la transición al barroco, la ópera *El Orfeo* de Claudio Monteverdi: y plenamente barrocas son las *Vísperas* de 1610, del mismo compositor. En literatura, la frescura y la *linealidad* de *La Celestina*, que se corresponde en buena parte con la obra de Rabelais o Villon en Francia, contrastan con *El Quijote*, considerado por muchos como la primera novela (igual que *El Orfeo* es la primera ópera) y las últimas piezas de teatro de Shakespeare, casi riguroso coetáneo de Cervantes, caen ya fuera del Renacimiento. Por no extendernos, en nuestro país, con las obras de

Góngora, Calderón o Quevedo, cuyo rebuscamiento es paradigma del barroco.

En la economía y en política, en particular en relación con nuestro país, el tiempo de Cervantes marca también una clara transición: entre la época de supremacía española y una larga decadencia. Podemos cifrar el comienzo de la decadencia en la derrota en 1588 de la *Armada Invencible* o, en mi opinión más significativamente, en las bancarrotas de Felipe II (en 1575 y 1596), colmo de una serie de exacciones y desastres financieros que arruinaron a Castilla. Y podemos decir que la decadencia está ya afirmada en la batalla de Rocroi, la primera gran derrota militar terrestre de los ejércitos españoles; o, también, en el cierre en 1635, por problemas presupuestarios y por desinterés intelectual (la Contrarreforma ya había calado en nuestro país) de la *Academia de Matemáticas de Madrid*, creada por Felipe II en 1581.

Y, por supuesto, la época cervantina coincide con una doble transición en ciencia. Hay aquí, en primer lugar, una transición que afecta a la ciencia en general. Esta transición nos hace pasar de unos balbuceos que mejoran resultados de la Antigüedad, que en especial afectan a la geometría, la astronomía y la geografía y geodesia, mas algunas investigaciones que ponen en duda el sistema aristotélico —pero, hasta finales del siglo XVI, sólo tímidamente— a la formulación, sobre todo en física, astronomía y medicina, de todo un *corpus* de doctrina, revolucionario con respecto a lo anterior. Este corpus, establecido alrededor de 1600, dominó la ciencia hasta entrado el siglo XX.

Pero además de esta transición en la ciencia en general, hay también, específicamente, una transición muy distinta en la ciencia española la cual, de estar a la cabeza de la europea, pasó con rapidez al pelotón de cola para desaparecer, prácticamente, durante mucho tiempo. Cuando, a la vista de la importancia que la ciencia iba tomando, se crearon en Londres la *Royal Society* (1662) y en París la *Académie Royale des Sciences* (1666) con el objeto de proporcionar un apoyo sistemático a la obra científica, ya se había cerrado en España la más importante insti-

tución existente con un objetivo similar, la ya citada *Academia de Matemáticas de Madrid*.

Son a estas dos transiciones a lo que vamos a dedicar el resto de este texto, mencionando, cuando haya lugar, las conexiones —que por otra parte, como ya se ha dicho, son bastante escasas— con la obra cervantina.

LA TRANSICIÓN DE LA CIENCIA RENACENTISTA A LA CIENCIA MODERNA

Las características más importantes de la ciencia en el Renacimiento, características que la diferencian de la ciencia moderna (la cual se desarrolló en el siglo XVII) son las siguientes. En primer lugar, aunque aparecieron algunos indicios importantes que se demostraban contradictorios con las ideas aristotélicas predominantes en la época, los progresos en el Renacimiento consisten esencialmente en mejoras de la ciencia de la Antigüedad y de la Edad Media, más que una ruptura con las mismas. Y, en segundo lugar, la ciencia en el Renacimiento presenta una falta de carácter sistemático y se apoya aún en consideraciones filosóficas.

Con respecto a lo primero, no es posible negar la importancia de los avances, tanto en construcción de barcos como en técnicas de navegación y geográficas, realizados en los siglos XV y principios del XVI. En particular, en los problemas de hallar la *longitud* en la que se encuentra un viajero, es decir, a cuantos grados, minutos y segundos de arco se encuentra de un meridiano de referencia (el «punto fijo» cervantino) y también acerca de como determinar el *tamaño* de un grado angular, avances ambos que fueron esenciales para la navegación oceánica. Pero, aunque estos avances son los que permitieron a los navíos alejarse de las costas y, por tanto, ir mas allá de los periplos helénicos o fenicios, lo cierto es que, desde el punto de vista científico, la mayor parte de las contribuciones renacentistas consistían en desarrollos de ideas de geometría y astronomía que hubieran sido perfectamente comprensibles

para los griegos del período helénico. Y si es cierto que el sistema heliocéntrico representaba una ruptura con las doctrinas de Tolomeo y Aristóteles prevalentes en la época, también es verdad que el sistema heliocéntrico había sido propuesto muchísimo antes que por Copérnico por Arístarco de Samos, basándose en argumentos razonablemente científicos³.

La segunda característica de la ciencia del renacimiento es la falta de sistemática propia y, en particular, el basarse todavía en argumentos filosóficos. Esta característica está bien clara en la obra de Giordano Bruno, quien apoyó la teoría de Copérnico por motivos filosóficos; en la de Miguel Servet, que se basó en argumentos teológicos para justificar la circulación sanguínea; y en la obra de Tycho Brahe que desarrolló su sistema, a medio camino entre el heliocéntrico (los planetas giraban alrededor del sol) y el geocéntrico (pero el sol giraba aún alrededor de la tierra), por motivos religiosos. Tanto Bruno como Servet y, aunque en menor medida, Brahe, tienen bastante de filósofos medievales.

Lo más novedoso de la ciencia del Renacimiento fue que comenzó a minar la autoridad antigua, en especial la de Aristóteles. Aunque, como hemos dicho, el modelo heliocéntrico de Copérnico había sido anticipado en la Antigüedad, lo cierto es que estaba en contradicción con la teoría de las esferas en las que, se suponía, estaban encastrados estrellas y planetas, a los que arrastraban con su movimiento. Por tanto, la teoría copernicana requería una nueva dinámica. Durante un cierto tiempo la elección entre el sistema tolemaico y el copernicano (o uno mixto, como el de Brahe) era una cuestión de gusto, filosófica si se quiere. Pero ya en 1551 Erasmus Reinhold elaboró sus *Tabulae Pruternicae* que, utilizando la teoría heliocéntrica, proporcionaban resultados más exactos para el movimiento de los planetas que las basadas en las ideas de Tolomeo. En 1572 apareció en los cielos una supernova; el astrónomo español Jerónimo Muñoz midió su paralaje, demostrando que

³ Arístarco había estimado que el tamaño del sol es mucho mayor que el de la tierra, por lo que le parecía absurdo que aquel girase alrededor de ésta.

estaba mucho más lejos que la luna y que —por tanto— no podía mantenerse la teoría aristotélica de la inmutabilidad de los cielos. Y también hubo novedades en mecánica. En 1546 Niccolò Fontana (más conocido como *Tartaglia*, tartamudo) probó que las trayectorias de los proyectiles son curvilíneas, algo que está también en flagrante contradicción con las ideas de Aristóteles.

Sin embargo, el descubrimiento que dio, probablemente, el golpe de muerte a la astronomía y física aristotélicas fue el realizado por Johannes Kepler cuando, en 1609, demostró que la órbita de Marte es elíptica: no bastaba, pues, con el simple cambio de centro del movimiento de la tierra al sol de la teoría copernicana. El descubrimiento de Kepler desbarataba completamente la astronomía de los *epiciclos* (ya no había ni *ciclos*) y, por tanto, hacía necesaria una teoría completamente nueva del movimiento de los astros a los que, hasta Kepler, tanto Tolomeo como Copérnico, e incluso Galileo, suponían que siguen trayectorias circulares.

En el tránsito de la ciencia renacentista a la ciencia moderna estuvieron, por supuesto, involucrados bastantes pensadores. En algunos textos, sobre todo escritos por personas sin experiencia como investigadores científicos, se menciona a Francis Bacon como el padre del método científico. Sin entrar aquí en criticar en detalle al método baconiano, en particular lo poco científico que es, diremos simplemente que, con él, Bacon no fue capaz de realizar ni un solo descubrimiento. Otras personas citan a Descartes, y su *duda metódica*, como base de la ciencia moderna. Es cierto que Descartes tuvo una indudable influencia en ésta: en particular, Newton estudió sus escritos; y, lo que es más importante, Descartes —a diferencia de Bacon— sí realizó descubrimientos en física y, sobre todo, y muy profundos, en matemáticas. Y también es verdad que el obligarse a dudar es un primer paso para romper con prejuicios y poder ir más allá que los predecesores. Pero, a pesar de ello, no está claro hasta qué punto los descubrimientos de Descartes se basan en el empleo de la duda metódica: ¿que tiene que ver ésta con la reducción de la geometría a álgebra que Descartes consiguió al crear la geometría analítica?

La concepción que tienen los practicantes de la ciencia de lo que constituye la esencia del método científico, en contraste con las alambicadas elucubraciones de los filósofos, y no digamos de los filósofos de la ciencia, se basa en dos cuestiones esenciales. La primera es el uso de las matemáticas. Esto es, no basta con decir «los cuerpos caen hacia el centro de la tierra»: es necesario *cuantificar*, especificando numéricamente la velocidad y la aceleración a la que lo hacen. Y la segunda característica, sin duda la más importante, es el reconocer la primacía de la observación sobre los razonamientos *apriorísticos*. Esto ha ocurrido así desde Galileo quien, por otra parte, era plenamente consciente de su importancia de y haber sido él quien había introducido esta manera de pensar. En efecto, Galileo indudablemente estaba orgulloso de haber construido el primer telescopio auténtico, y haber sido el primero en escrutar el cielo con él; pero consideraba que su mayor mérito consistía en su capacidad para observar el mundo, para intentar comprender su comportamiento, y describir éste en términos matemáticos (es decir, precisos). Podemos resumir su pensamiento en su famosa frase (en *Il Saggiatore*):

«La filosofía está escrita en aquel grandísimo libro que continuamente está abierto ante nuestros ojos (quiero decir el universo) pero que no se entiende si antes no se estudia la lengua y se conocen los caracteres en los que está escrito. La lengua de ese libro es matemática y los caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas.»

La opinión acerca de la primacía de Galileo es compartida por Einstein⁴:

«Las proposiciones que se obtienen por un proceso puramente lógico son vacías de contenido en lo que respecta a la realidad. Debido a que Galileo se dio cuenta de esto y, en particular, debido a que lo impuso en el mundo científico, debemos considerar a Galileo como el padre de la física moderna; y, de hecho, de toda la ciencia moderna.»

⁴ La cita de Einstein la he tomado del libro de D. Sobel, *Galileo's Daughter*, Fourth Est., 1999, página 341.

Y, por citar de nuevo a Einstein, algo plenamente justificado en este año en el que conmemoramos —además de la aparición de *El Quijote*— el centenario de la teoría de la relatividad: en el artículo escrito a propósito de su propio trabajo sobre la teoría del campo unificado en *Scientific American*, en abril de 1950, Einstein escribe

«El escéptico dirá: 'Puede muy bien ser cierto que este sistema de ecuaciones sea razonable desde el punto de vista lógico, pero esto no demuestra que corresponda a la naturaleza'. Tiene usted razón, querido escéptico. Sólomente la experiencia puede decidir sobre la verdad.»

Hoy en día estamos tan acostumbrados a creer en lo correcto de esta manera de pensar que nos resulta difícil darnos cuenta de la revolución que esto representó para un mundo convencido de la validez de argumentos filosóficos o religiosos. Aunque comenzaba a haber excepciones; el método científico ya había calado algo y, el propio Cervantes, como nos muestra en uno de los párrafos arriba citados, era consciente de que

«[a los moros] no se les puede dar a entender el error de su secta con las acotaciones de la Santa Escritura, sino que les han de traer ejemplos palpables, fáciles, inteligibles, demostrativos, indubitables, con demostraciones matemáticas que no se pueden negar».

Además de Galileo en el mundo de la física y de la astronomía, tenemos como creadores de la ciencia moderna al matemático francés François Viète (1540-1603) quien sistematizó el álgebra y, en particular, introdujo la notación que esencialmente se utiliza en la actualidad. Antes de él, cualquier cálculo —por sencillo que fuese— exigía prodigios de abstracción mental. Después de Viète, los algebristas pudieron concentrarse en los propios problemas estrictamente matemáticos, sin tener que emplear una buena parte de su mente en una visualización y abstracción que la notación de Viète hacía innecesaria. En la medicina y la biología, más que individuos aislados tenemos la escuela de Padua. Asociada durante cierto tiempo con Andrea Vesalius, en ella participaron tanto italianos (Realdo Colombo y Girolamo d'Aquapendente) como extranjeros: el mismo Vesalius era de Bruselas, Juan Valverde español; y el gran Harvey (1578-1657), que era inglés, se formó en

Padua. Puede considerarse a este último, por sus trabajos en fisiología, la rama más científica de la medicina, como el primer representante de una medicina plenamente moderna.

Pero volviendo a Galileo, una buena parte de su obra —y por tanto de la transición de la ciencia del Renacimiento a la moderna— se realizó en plena época cervantina. Entre 1589 y 1592, Galileo estableció las leyes del movimiento; en particular la relatividad del movimiento uniforme. En 1604, casi coetáneo con la primera parte de *El Quijote*, estableció las leyes de caída de los graves, en total desacuerdo con las ideas aristotélicas, pero apoyadas por sus experimentos, tanto en planos inclinados como en el famoso de la torre de Pisa, en los que demostró que la velocidad de caída de un material no depende de la cantidad de material que cae. En 1610 publicó la obra *Sidereus Nuncius*, con la nueva astronomía (condenada por la Inquisición en 1616). Con los dos libros *Il Saggiatore*⁵, y *El diálogo sobre los máximos sistemas del mundo* la nueva ciencia alcanza su mayoría de edad. De hecho es interesante ver cómo en el segundo van desapareciendo las referencias a Aristóteles o a argumentos filosóficos cuando el libro progresa, reemplazados por demostraciones matemáticas o experimentales. La ciencia moderna ya está establecida después de Galileo (que murió 1642); y, por ejemplo, las discusiones de Newton con Hooke y Halley o la polémica con Huygens no son muy distintas de las que se hubiesen podido realizar hasta el siglo XX.

Por supuesto, y aunque hemos encontrado rastros de la ciencia renacentista en la obra cervantina, no aparecen en ella nada de las fascinantes cuestiones planteadas por la transición a la ciencia moderna. Y ello por una serie de razones: en primer lugar, y lo más importante, porque la obra de Cervantes es literaria: cualquier aparición de la ciencia debe ser, pues, ocasional. En segundo lugar, porque la transición de la ciencia renacentista a la moderna tiene lugar al final de la vida del autor de *El Quijote*, y es difícil aprender conceptos nuevos en edad

⁵ Dificil de traducir este título; *saggiare* en italiano quiere decir *probar*, en el sentido de ensayar algo nuevo: sea una idea o un plato de cocina.

avanzada. Pero, también, porque entre finales del siglo XVI y principios del XVII la ciencia, agobiada por la penuria económica y por la presión de la Inquisición, dejó de jugar un papel importante en la vida española. Las ciencias del Renacimiento (en particular, la *astrología* y la geometría, la cartografía y la geodesia) las pudo absorber Cervantes durante su juventud, y en su propio país. Las ciencias más modernas como la medicina o la física y astronomía galileanas —y no digamos las observaciones de Kepler— le caían más lejos, tanto por su mayor edad como desde el punto de vista geográfico.

LA TRANSICIÓN DE LA CIENCIA ESPAÑOLA DE LA PREEMINENCIA A LA IRRELEVANCIA

Casi al mismo tiempo que la ciencia realizaba la transición del Renacimiento a la ciencia moderna que hemos descrito, la ciencia española, que hasta el final del siglo XVI estaba en la cabecera de Europa, comenzó una rapidísima decadencia hacia la irrelevancia, de la que (aún) no ha salido del todo.

Para el lector de la mayoría de los textos de historia que se encuentran en el mercado la creación de los imperios coloniales portugués y español en la época del Renacimiento es algo que parece poco menos que milagroso. Sus respectivos hundimientos, en especial el del segundo, es más comprensible; pero pocas veces se explica en los textos de historia qué ventajas tenía, en especial, la Castilla de los siglos XV y XVI sobre sus rivales europeos para haberseles adelantado. Porque lo cierto es que *sí* tenía ventajas: la preponderancia castellana en la época no resulta de ningún milagro, sino que puede explicarse, al menos en parte, por causas perfectamente comprensibles. Estas ventajas eran de dos tipos: por un lado, ventajas sociales y económicas; por otro, ventajas científicas y tecnológicas.

Los primeros tipos de ventajas son los más prominentes en los libros de historia acerca de dicha época, sobre en todo los textos españoles. El comercio de la lana (no debemos olvidar que la raza *merina* de ovejas,

la mejor productora de lana, es de origen ibérico) permitió la creación de industrias textiles y, con la consiguiente acumulación de capital, la formación de *burgos* importantes, que actuaron como centro de la vida política y económica de la meseta. Esto produjo un temprano desarrollo de la burguesía y, en consecuencia, ya en la Edad Media, unas instituciones políticas sorprendentemente modernas; por ejemplo, las distintas Cortes españolas están ya establecidas en el siglo XIII. Unido a ello, la producción de trigo y aceite de oliva, bien adaptados al clima español, formó otro de los pilares de la economía: como lo atestigua el pasado esplendor, visible en sus edificios nobles, de zonas tales como las actuales provincias de Jaen o Teruel, hoy casi desiertas. Sólo más adelante, con la introducción de la patata y el maíz, las regiones más húmedas de Europa contaron con cultivos competitivos.

Pero por supuesto esta explicación no es suficiente. En los siglos siguientes, en los que se cayó en decadencia, la climatología de la península no había cambiado ni los nuevos cultivos se habían extendido todavía en Europa. Lo que sí cambió, entre otras cosas, fue la correlación de fuerzas en el campo tecnológico: de líderes, los países de nuestra península pasaron a estar en el furgón de cola.

Efectivamente: en el siglo XV Portugal, el reino de Castilla y, en menor medida, los países de la Corona de Aragón se encontraban en la vanguardia científico-tecnológica europea. Debido en parte al legado transmitido por los árabes, y en parte al interés de las clases dirigentes por la ciencia (un ejemplo notable de lo último fue el monarca Alfonso X, *El Sabio*), existían una serie de conocimientos clave en los que los habitantes de la Península Ibérica aventajaban al resto del continente. De entre ellos sólo voy a citar aquí los que tienen relación con los textos cervantinos que antes hemos mencionado: el arte de la navegación, la astronomía y la cartografía.

Como ya hemos comentado, el arte de la navegación tiene dos facetas (lo que hoy llamaríamos *hardware* y *software*): la construcción de barcos y la localización de dichos barcos y el trazado de sus recorridos. Con respecto a la primera actividad, en el primer tercio del siglo XV los

constructores navales de Bayona y alrededores comenzaron a fabricar los primeros navíos capaces de desafiar los océanos. De aquí el arte se extendió rápidamente a Castilla y Portugal, donde se mejoró notablemente el diseño original:

«*Much of the credit for combining the two [Mediterranean and Atlantic shipbuilding practices] must go to the ship-wrights of Spain, Portugal and Brittany. Hulls begun to be proportioned on the 'one, two, three' rule of the Spanish caravel, in which the length of the hull was traditionally three times the beam, which in turn was two times the depth.*»

(*A History of Technology*, Vol. III, Oxford University Press, pág. 478).

No resulta extraño, cuando se sabe esto, que fuesen Portugal y Castilla las naciones que liderasen los usos exploradores, comerciales y guerreros de los nuevos navíos. Hasta tal punto que, por ejemplo, a mediados del siglo xv, Castilla volvió las tornas dominando con sus barcos la mayor parte del comercio marítimo con la Corona de Aragón, hasta entonces mayoritariamente en manos catalanas.

Pero no basta con construir barcos con buenas cualidades marineras: hay que saber dónde ir, cómo ir y, una vez se ha llegado, es conveniente saber cómo regresar. Para ubicarnos debemos saber latitud, longitud y, también, a cuántos kilómetros corresponde un grado de, por ejemplo, longitud: las medidas que se realizaban con los métodos utilizados hasta hace muy poco sólo proporcionaban distancias *angulares*. Hoy en día, cuando el sistema GPS de posicionamiento por satélites y señales de radio permite ubicarse con unos pocos metros de margen de error, no es fácil darse cuenta de los problemas científicos que planteaba la navegación en el Renacimiento.

Efectivamente, conocer la *latitud*, que es la distancia angular a la que nos encontramos del ecuador, es (relativamente) fácil; en cada época del año, la altura a la que se encuentra el sol de mediodía con respecto al horizonte está relacionada directamente con esta coordenada. Más difícil es determinar la *longitud*, es decir, cuántos grados estamos

al oeste (o al este) de un meridiano fijo que se toma como origen. Hoy día el meridiano que se utiliza generalmente como origen es el de Greenwich; pero en el Renacimiento, y muy significativamente, era el de Hierro: hasta el descubrimiento de América, esta isla canaria era la más occidental de las tierras de la corona de Castilla.

La longitud puede hallarse midiendo el *tiempo*: la diferencia en la hora a la que amanece depende de la distancia (angular) a la que nos encontremos del meridiano de referencia. Pero medir el tiempo no es fácil; hasta la construcción de relojes de precisión robustos a finales del siglo XVII, el único método fiable era el del movimiento de los astros: la posición y las fases de la luna, el momento de orto y ocaso de estrellas y planetas (conocidas como *efemérides*) indicaban la hora y, por tanto, la longitud, a los navegantes medievales y renacentistas. Este es el problema *del punto fijo* que obsesiona al matemático loco de Cervantes, y la razón de la utilidad de la *astrología* que, según D. Quijote, deben saber los caballeros andantes para ubicarse durante sus correrías.

Durante casi cien años las tablas de efemérides disponibles en Europa fueron las de Al-Zarqali, realizadas en Toledo en 1187; para ser sustituidas por las famosas *Taulas Alfonsies*, compiladas por Alfonso X *El Sabio*, también en Toledo, en 1274. Finalmente, en el Renacimiento las mejores tablas eran las «Ephemerides», del judío Abraham Zacuto, nacido en Salamanca en 1450 (murió en 1515). Sólo después de la introducción del telescopio por Galileo a comienzos del siglo XVII fueron mejoradas estas últimas.

Por supuesto, las Tablas necesitaban actualizarse, lo que implicaba el mantenimiento de observatorios astronómicos. El interés por la astronomía fue una constante en la España del final de la Edad Media y del Renacimiento; en 1584 la ya citada Academia de Matemáticas de Madrid envió delegados con instrucciones detalladas (incluyendo semicírculos de idénticas dimensiones) para poder comparar las observaciones de un eclipse de luna que tuvo lugar el 17 de noviembre de ese año. Y todavía en 1606, un año después de la publicación de *El Quijote*, Andrés García de Céspedes, cosmógrafo mayor del Consejo de Indias,

publicó una profunda revisión de los instrumentos, cartas y tablas de navegar, indudablemente la más completa de la época⁶.

Las misiones de la Academia de Matemáticas de Madrid se enviaron a Amberes, Toledo y Sevilla; pero también a Ciudad de Méjico y Manila⁷. Además, para asegurar la precisión, el Consejo de Indias mandó al célebre astrónomo valenciano Jaume Juan a Méjico, junto con los necesarios instrumentos especiales para observar el eclipse y, de paso, medir con precisión la longitud de esta capital, que se creía situada a 90 grados de Palermo (de hecho son 91). Tal interés y previsión (la orden a Jaume Juan fue dada dos años antes de la fecha prevista para el eclipse) contrastan con la desidia que ha caracterizado tantas veces después, incluso hasta nuestros días, el trato que la administración española ha dado a las cuestiones científicas y tecnológicas.

En la medida de *distancias*, tan importante para la navegación, también fueron pioneros nuestros remotos compatriotas. El problema consiste en que, con los métodos antes descritos, lo que se mide son distancias angulares; esto es, cuántos grados (por ejemplo) separan Ciudad de Méjico y Palermo. Aunque sepamos que son 91, necesitamos reducir esto a kilómetros o cualquier otra unidad de longitud.

El cálculo requiere una medida de distancias e implica conocimientos de geometría esférica para poder relacionar las distancias angulares en distintos lugares de la tierra, o en localidades no situadas sobre el mismo meridiano. Pues bien: el primer método fiable para realizar la medida de la distancia subtendida por un grado se debe al español Martín Cortés, que vivió entre 1532 y 1589. (Para más detalles, ver la ya citada *Historia de la Tecnología* de Oxford, págs. 547 y siguientes). De la importancia

⁶ Para más detalle acerca de la ciencia de la cosmogafía en la época de *El Quijote*, véase el artículo de Victor Navarro Brotón en el libro *La ciencia y El Quijote*, dirigido por J. M. Sánchez Ron, Ed. Crítica, 2005.

⁷ M. L. Rodríguez Sala, *El eclipse de luna. Misión científica de Felipe II en Nueva España*, Huelva, 1908. D. C. Goodman, *Poder y penuria: Gobierno, tecnología y sociedad en la España de Felipe II*, Madrid, 1990, cuenta que se coordinaban observaciones con colegas de China (desde Macao, entonces posesión hispano-lusa).

capital de estos trabajos de Cortés da cuenta cabal Lawrence Young, en su texto *Mathematicians and their times*, donde escribe

«... the translation of the book of Martín Cortés ... is what rised up England and made possible the Pilgrim settlements in North America. Without it, without this key to freedom, nothing in Europe or America could have checked the power of the Iberian peninsula at sea.»

(Mathematical Studies, North-Holland, Amsterdam 1981).

Por supuesto, todos estos trabajos, así como los de cartografía que mencionaré brevemente después, o los de arquitectura (que no voy a discutir aquí) se basan en un profundo conocimiento de las matemáticas más avanzadas de la época, cultivadas y apreciadas en la España del Renacimiento: entre otros, por Cervantes, como consta en los fragmentos de *El Quijote* y de otras obras recopilados más arriba. Prueba de este aprecio por parte de la sociedad es que algunas de las primeras traducciones de Euclides a lengua vernácula fueron hechas en nuestro país: «*La perspectiva y especularia de Euclides*, traducción en vulgar castellano por Pedro Ambrosio Ortiz, en Madrid a 1585» y «*Los seis primeros libros de la geometría de Euclides*, traducción en lengua española por Rodrigo Çamorano, en Sevilla a 1576.» (Ambos libros se guardan en la biblioteca de la Academia de Ciencias)⁸.

La existencia de estas traducciones indica que había un número de usuarios suficientemente elevado para hacerlas rentables. Esto es menos sorprendente si tenemos en cuenta que la Astronomía (todavía bajo el nombre de *Astrología*) era una de las pocas asignaturas que se explicaban en castellano en la universidad de Salamanca, donde, según el estatuto de 1561 (impreso en Salamanca por Juan María de Terranoua en 1562), y en lo que se refiere a estas enseñanzas se lee:

⁸ No conozco con suficiente profundidad la historia de las traducciones vernaculares de los *Elementos* de Euclides; según mis informes, las ediciones españolas están entre las más antiguas. Tartaglia realizó la primera traducción al italiano en 1543 y, que yo sepa, la primera traducción francesa, aunque más completa, es posterior a las españolas: «*Les quinze liures des Elements d'Euclide*, traduction en françois par D. Henriou, Paris à 1621" aunque, como se ha dicho, no puedo garantizar que no hubiese otras anteriores.

«1. En la Cathedra de Astrología, el primer año se lea en ocho meses *Esphera* [esto es, geometría esférica] y *Théoricas de planetas*, y unas tablas; en la sustitución, *Astrolabio*.

2. En el segundo año, seys libros de *Euclides* y *Aritmética*, hasta las raíces cuadradas y cúbicas y el *Almagesto* de *Ptolomeo*, o su epítome de *Monte Regio* [*Regiomontanus*, que desarrolló y compiló la trigonometría plana y esférica], o *Geber*, o *Copérnico*, al voto de los oyentes; en la sustitución, *la Esphera*.»

Aparte de otras cosas, es bastante impresionante la modernidad del temario: las ecuaciones cúbicas habían sido resueltas poco antes por Tartaglia y Cardano (de hecho, por el primero, pero publicado antes por el segundo en Milán, en 1545, con la esperanza de que sirviera para que el ejército español le contratase como artillero), y la Universidad de Salamanca resultaba ser pionera en explicar la teoría de Copérnico. Copérnico expuso su teoría en los seis libros *De revolutionibus orbium celestium*, impresos en el último año de su vida, en 1543; sus ideas, aunque al parecer discutidas a partir de este momento por los (pocos) astrónomos de la época, sólo alcanzaron popularidad después de la publicación, en 1566, de la edición de Basilea. Pero, además, también fue la de Salamanca la primera universidad en aceptar el sistema heliocéntrico. En efecto, pocos años después, y debido a que proporcionaba medidas más exactas para los cálculos astronómicos que la tradicional geocéntrica, la cosmología copernicana fue adoptada en primacía sobre las ideas tolemaicas, como consta en los estatutos de 1594: «*el segundo quadrenio léase a Nicolao Copérnico y las tablas plutérmicas en la forma dada*.» Estas *Tablas Plutérmicas* son las antes mencionadas, compiladas por Erasmus Reinhold en 1551 utilizando el sistema heliocéntrico. Esto sorprendió mucho a los franceses de siglos posteriores:

«*A la même époque, fait bizarre quand on songe à la catholique Espagne, pays de l'Inquisition, Salamanque fut la seule université où on enseigna le système de Copernic, réputé herétique dans la plupart des autres*.»

(De la primera edición del Diccionario Larousse, 1875). Claro que esto no duró demasiado. Todavía en los estatutos de 1625 se mantiene

a Copérnico, incluso después de la condena por parte de la Inquisición italiana tanto de sus ideas como del desarrollo de las mismas por Galileo lo que, como ya hemos mencionado, ocurrió en 1616; pero a finales del siglo XVII la obra de Copérnico y Galileo fue expurgada de las enseñanzas salmantinas, como lo había sido antes en el resto del país.

La decadencia, como siempre ocurre, comenzó aún antes del momento de mayor auge. Esto es algo que se ve muy claramente en la historia de los mapas de la Península Ibérica. En la segunda mitad de la Edad Media, y correspondiéndose con la supremacía naval catalana, la escuela cartográfica mallorquina fue la más avanzada de Europa. En el siglo XV, portugueses y castellanos se colocaron a un nivel similar. A partir de 1560 Pedro Esquivel, profesor de matemáticas de la Universidad de Alcalá, y experto en topografía y cartografía, comenzó una serie de mediciones con vistas a realizar un mapa de España. Tal vez con la ayuda del brillante cartógrafo portugués João Bautista de Lavanha, el mapa se convirtió en una serie de 21 folios (que se guardan en la biblioteca de El Escorial) describiendo toda la Península. Como comenta G. Parker⁹:

«Gracias a los esfuerzos combinados de España y Portugal, la Península Ibérica gozaba de una representación en mapas mejor que ninguna otra europea de dimensiones comparables. A escala 1:430000, el atlas de El Escorial contiene los mapas europeos más grandes, con mucho, que se hicieron en la época moderna sobre la base de una detallada medición del terreno.»

También la ciencia cartográfica degeneró. El mapa de la Península Ibérica se realizó de oeste a este. La calidad de la parte occidental es sensiblemente superior a la de la oriental, sin duda por problemas de financiación.

Esta decadencia prosiguió en siglos posteriores. Cuando, en el siglo XVIII, los cartógrafos franceses realizaron las medidas más precisas del

⁹ G. Parker, «David o Goliath: Felipe II y su mundo en la década de 1580», en *España, Europa y el mundo atlántico*.

tamaño del globo terráqueo (con vistas, entre otras cosas, a establecer el sistema decimal de pesas y medidas) lo hicieron midiendo el arco de meridiano entre Dunquerque y Barcelona, lo que completaron con una medida en el hemisferio sur, en Perú. A pesar de que ambas medidas se realizaron, en todo o en parte, en territorios bajo soberanía española, nuestros cartógrafos sólo participaron en las labores de forma muy secundaria.

AGRADECIMIENTOS

Es un placer registrar aquí mi agradecimiento a D. José Javier Etayo, a D. Enrique Alarcón, D. José Ramón Peláez y, especialmente, a D. Luis Balbuena Castellano, profesor de Matemáticas del Instituto *Vieira y Clavijo* de Tenerife, quienes me han proporcionado la mayor parte de las citas cervantinas (y alguna no cervantina) relacionadas con la ciencia; así como a José Manuel Sánchez Ron, cuya lectura crítica de este texto me ha sido utilísima.