

Jorge Juan: innovador de la Educación Superior en la España ilustrada

Francisco GONZÁLEZ DE POSADA
Universidad Politécnica de Madrid

Recibido: Septiembre 2007

Aceptado: Octubre 2007

Resumen

La Educación superior en la España de la Ilustración constituye una de las más claras manifestaciones de la renuncia de nuestro país a la aceptación de las corrientes renovadoras provenientes de Europa. Mientras la Universidad española seguía sin aceptar a Copérnico (1543), Jorge Juan introducía una verdadera revolución en la pedagogía científica con nuevos planes de enseñanza y novedosos libros de texto fundamentados en una actualización de Newton (1687) a la luz de los avances de la Matemática europea del siglo XVIII, desconocidos para el genio inglés. Con el rechazo de nuestras universidades, los esfuerzos reformadores de Jorge Juan sólo pudieron concretarse parcialmente en las Academias de la Armada, de modo que España permanece a mucha distancia con respecto a la Ciencia europea, desfase secular que sólo empezará a superarse en el siglo XX.

Palabras clave: Jorge Juan, Isaac Newton, Ilustración, Historia de la Educación, Historia de la Ciencia, España (siglo XVIII).

Summary

Higher Education during Spanish Enlightenment constitutes one of the most clear examples of how our country resigned the acceptance of every current of renewal coming from Europe. While Spanish University continued rejecting Copernicus (1543), Jorge Juan introduced a complete revolution in Spanish scientific pedagogy through new teaching organization and textbooks full of novelties based upon an updating of Newton's work (1687) through the advances in XVIII th century European Mathematics, still unknown to the English savant. Suffering the repulse from our universities Jorge Juan's efforts towards reformation could only become effective at the Navy's Academies. Consequently Spain would remain at a secular distance from European Science, a gap that would only be overcome in XXth century.

Key Words: Jorge Juan, Isaac Newton, Enlightenment, History of Education, History of Science, Spain (XVIIIth Century).

Jorge Juan y Santacilia (Novelda, 1713; Madrid, 1773) representa un caso singularmente especial en nuestro siglo XVIII. Sobre él se ha escrito mucho. Quizás no tanto (o posiblemente casi nada) de manera específica respecto a su condición de profesor, a su trayectoria como director de centros de estudios superiores y sobre sus ideas acerca de la enseñanza en estos niveles. Por ello resulta de interés dedicar atención al tema.

Las novedades que se aportan en este trabajo se centran en su relación con la Educación superior. Se prescinde, pues, de su situación personal (celibato por Caballero de la Orden de Malta a los 14 años), de su patriotismo, de sus virtudes para misiones de carácter secreto o de espionaje industrial¹, de sus condiciones diplomáticas, de su carrera militar, etc. La perspectiva es exclusivamente científica, técnica y pedagógica.

Los centros de enseñanza superior en la España del siglo XVIII

Para situar los *haceres* y los *pensares* de Jorge Juan con respecto a la Educación superior en la España de su tiempo basta recordar el panorama de aquélla en la España del siglo XVIII, puesto que, desde el comienzo del reinado de la dinastía de los Borbones, se produce un reconocido progreso en nuestro país, después de una centuria anterior lamentable tanto en el contexto general político-social como en el específico cultural científico (Peset Reig 2002).

Por lo que respecta a los *saberes* científicos y técnicos, en España no existen -de hecho- centros superiores. Las universidades, que formalmente sí existen, de derecho y de facto están ancladas en los estudios históricamente anteriores a la aparición de la “ciencia moderna” (anteriores a Galileo, en el ambiente reinante en torno al año 1600). Se transmiten en ella *saberes jerarquizados* –Teología, Filosofía, Matemáticas– en sus contenidos y en las categorías del profesorado, pero no *ciencia*. El tema de primordial debate en nuestros siglos XVII y XVIII se sitúa en estas coordenadas: a) la aceptación del “sistema del mundo” copernicano; b) la emancipación –y autonomía– de la ciencia respecto de la Teología (y la Filosofía); y c) el papel de la Matemática en cuanto representación de las leyes de la Naturaleza.

En España perviven durante esos siglos las concepciones y los sistemas que pueden englobarse bajo la expresión compleja “aristotélico-ptolemaica-escolástica”. Puede evocarse cómo Galileo, creyente religioso católico y creyente también en que “la Naturaleza está escrita en lenguaje matemático” se quejaba de que en los ámbitos protestantes se podían aceptar las novedades de la ciencia, siendo así que católicos como él habían alcanzado análogos o superiores conocimientos y no podían expresarlos ni desarrollarlos (González de Posada 1993).

En el siglo XVIII no existen propiamente en España centros que pudieran considerarse Escuelas superiores de Ingeniería. La poca ciencia y escasa técnica que se enseña formalmente se desarrolla en las Academias militares. Capítulo suficientemente tratado ha sido el del renacer de la Armada con Patiño y el impulso posterior del Marqués de la Ensenada, breves períodos que supusieron unas posibilidades de renovación que sí se aprovecharon en parte (Didier Ozanan 2002).

Aquí, en contraste con los países europeos del entorno, tampoco se crearon Academias de Ciencias. Y, de manera relevante, sólo en las postrimerías del siglo las Sociedades Económicas de Amigos del País contribuirían a mejorar la enseñanza y

¹ Como haría Agustín de Betancourt –el otro gran representante de la Ilustración española– años más tarde.

la difusión en el ambiente cultural español de disciplinas tales como Química, Mineralogía y Botánica, sin relación con la Cosmología.

Las tareas de Jorge Juan en el ámbito de la Educación Superior

En tres centros de Enseñanza superior tuvo Jorge Juan responsabilidades (González de Posada, 2007). En primer lugar, y en su condición de Capitán de Navío, desempeña desde 1752 el cargo de Capitán de la Real Compañía de Guardias Marinas, con la dirección de la Academia de Guardias Marinas, que se había creado en 1727 en Cádiz. En segundo lugar, también intervino en la Academia de Nobles Artes de San Fernando, donde fue sucesivamente Académico de Honor (1767), Académico de Mérito (1768) y Consiliario (1770). Introdujo en ella como profesor y director de Matemáticas a Benito Bañls (Barcelona, 1730; Madrid, 1797). Y, en tercer lugar, fue Director del Real Seminario de Nobles de Madrid desde 1770 hasta su fallecimiento en 1773. Creado en 1725, el Instituto se encontraba en crisis cuando se encarga a Juan su renovación.

Esos fueron tres de los centros más importantes del país en el siglo XVIII, y a todos ellos llevó Juan una concepción científica y pedagógica común. En las páginas que siguen centraremos la atención en el primero, por su especial relevancia, por la mayor dedicación de Juan en tiempo y obra y por servir de referencia común a todos ellos.

Jorge Juan conocía perfectamente la Academia: para ella había preparado su ingreso y en ella había estudiado en los años 1729-33. Tuvo, según su secretario (Sanz 1774), una especial predilección, desde joven, por la Matemática, de modo que en esta primera estancia en Cádiz “proseguía los estudios con tanta aplicación y progreso en la Teórica”. *Teórica* que en la biografía y en los escritos de Juan es Matemática, propiamente Físico-matemática en tanto que expresión matemática de leyes físicas que explican el comportamiento de la Naturaleza.

Con esos iniciales conocimientos y unos cuantos viajes por el Mediterráneo había adquirido un cierto grado de formación científica y técnica, bagaje con el que fue destinado a integrarse en la expedición de la Academia francesa de Ciencias para la medición del arco de meridiano asociado a un grado en el Ecuador (Orte 1985). En total, unos nueve años (1735-44) de aprendizaje práctico con unos maestros científicos de excepcional categoría para la época: los académicos franceses Louis Godin y Charles de la Condamine, entre otros, a cuyo lado aprendió diversas teorías físicas, Geodesia, Topografía y Astronomía. La cordillera de los Andes se convirtió para él, como para su compañero Antonio de Ulloa, en un recinto universitario de primera categoría, con un laboratorio abierto y unas prácticas de mediciones y cálculos de notable precisión. El marino se enriqueció notablemente como científico experimental.

Para todo hacían uso los franceses de instrumentos de medida, de leyes físicas, de ecuaciones algebraicas con las que hacer cálculos y aplicar fórmulas de errores, etc. Juan asumió el importante papel que desempeñaba la Matemática en el estudio de los problemas y fenómenos de la Naturaleza. Se fue haciendo matemático en tanto que físico experimental, mejor –puede decirse– que físico-matemático (Villena

1997). Y sobre todo aceptó el paradigma galileano de que “La Naturaleza está escrita en lenguaje matemático” concretado éste por la matematización introducida por Newton (1687) en sus *Philosophiae Naturalis Principia Matemática*, conclusión a la que llegó definitivamente el marino como consecuencia de los resultados científicos de la expedición. Newton tenía razón acerca del achatamiento de la Tierra por los polos. Para Juan lo importante era disponer de una *Teórica*, una teoría física que expresara leyes físicas en forma matemática. En resumen, en ese viaje se formó un *creyente matemático* (González de Posada 1993, 2006).

Al regreso de la expedición americana, publicó el libro *Observaciones astronómicas y físicas* (1748) en el que describió los trabajos científicos a modo de informe detallado con los resultados. Se convirtió así en *escritor científico*, con conocimientos aceptablemente puestos al día. Ya sabía y conocía cómo escribir.

Así pues, Juan se reintegraba a la península con tres características: físico experimental bien curtido, una preparación matemática suficiente en su sensibilidad científica y en su primera necesidad formal, y una buena disposición como escritor. Editados los primeros libros recibiría el encargo de hacer espionaje industrial en los astilleros y arsenales ingleses donde adquirió unos conocimientos actualizados de la mejor ingeniería naval y portuaria de la época.

Con este extenso e intenso bagaje de conocimientos y con una actitud intelectual y voluntariosa de compromiso, las acciones que emprendió Jorge Juan en la Academia de Guardias Marinas de Cádiz pueden concretarse en los siguientes puntos:

Primero. Modificar el Plan de estudios de la Academia y hacerlo tan radicalmente como fuera posible en una orientación clara: más Ciencia, más Matemática, más teoría científica y técnica aunque, lógicamente, fuera en detrimento de la preparación tradicional del navegante y combatiente.

Segundo. Buscar nuevos profesores que pudieran responder a ese Plan. Dos fueron los seleccionados, y los dos de especial relevancia en esta renovación matemática: Louis Godin y Vicente Tofiño.

Tercero. Editar libros de texto acordes con esas nuevas ideas. Por su parte contribuyó directamente y prontamente con el *Compendio de navegación para uso de los Caballeros Guardias Marinas*, editado en 1757 en Cádiz, que puede considerarse como texto representativo del tránsito del “arte de navegar” a la “ciencia de la navegación”, ésta con bases matemática, mecánica, astronómica, de posicionamiento del buque y de mecánica de fluidos. Pero este libro era sólo un esbozo, un inicio de la que sería su “Grande Obra”, a la que estuvo dedicado intensamente en su larga década gaditana, el *Examen Marítimo teórico y práctico*, que vería la luz en 1771.

Cuarto. A ese nuevo Plan de estudios, más teórico en sus contenidos formales, le añadió dos laboratorios de suma importancia para la navegación “científica” de la época: a) un *Observatorio astronómico*; y b) una tarea continuada de experimentación en la bahía de Cádiz con diferentes tipos de cascos de buques desde las instalaciones de la Armada.

Quinto. La creación, en 1755, de una Academia de Ciencias, la *Asamblea Amistosa Literaria*, en la que reunía en diálogo crítico abierto a los profesores del nuevo

régimen con otros destacados profesionales para la actualización de los conocimientos y el progreso científico y técnico (González de Posada 2005).

En resumen, Juan realiza en aquella España un cambio impresionante, *revolucionario*, que no sería fácil que pudiera establecerse para el futuro y perpetuarse mucho tiempo faltando él. Entonces, como ahora, la presión de “lo más llevadero” (hacer marinos como los de siempre –navegantes y combatientes–, no científicos y técnicos) era muy fuerte, la inercia grande, los celos muchos, las incomprensiones múltiples. Pero el tránsito de Jorge Juan por la Academia de Guardiamarinas se notó. Disfrutamos de una nueva generación de marinos y, al menos en este contexto, aportamos otras dos figuras de interés (Navarro Brotons 1983) en la escasa Ciencia físico-matemática de la España del siglo XVIII: Vicente Tofiño, discípulo directo de Juan, y Gabriel Císcar, que en parte siguió sus pasos como director en la Academia de Cartagena y que culminó la “Grande obra” de Juan cuando fue requerido a Madrid para que dirigiera una segunda edición del *Examen Marítimo teórico y práctico*.

Esta preparación intelectual introducida por Jorge Juan, de corte *uropeo*, sería derrotada (como en la actualidad) por otra triunfante, de corte *americano*, impregnada de pragmatismo y de inmediatez profesional.

La actitud docente superior de Juan puede considerarse como *hecho historiable* en el sentido de Américo Castro (1956)². El trasfondo fundamental tanto de la obra científica de Jorge Juan en sí misma como de sus tareas de responsabilidad docente está marcado por Newton, por sus principios, por la *Teórica*. Las notas que caracterizan esta cuestión en la obra y la vida de Juan se resumen en las siguientes ideas: conocimiento claro, exposición rigurosa y compromiso intelectual. El análisis de sus textos hará fácil la comprensión de la naturaleza intelectual y de los contenidos docentes que, según Juan, debían caracterizar la Enseñanza superior en la España de su tiempo.

El trasfondo fundamental de la obra científica y docente de Juan: diálogo permanente con Newton. La revolución en la Educación científica española

La comprensión de la vida intelectual de Jorge Juan, y consecuentemente de su concepción y dedicación a la enseñanza, se alcanza con el estudio intrínseco de su obra científica e ingenieril: básicamente un encuentro y diálogo continuo con la obra de Newton.

Es necesario, más aún fundamental, conocer la formación, las creencias y las actitudes intelectuales de Juan para comprender fácilmente su quehacer en el ámbito de la Educación superior. Es decir, determinar las caracterizaciones del propio hacer y pensar de Jorge Juan, tales como los temas relativos al debate introducido recientemente entre copernicanismo y newtonianismo (González de Posada 2005) y al otro debate tradicional entre teoría y experimentación, en el contexto de la constitución de la Física moderna en Europa.

² Y digna de conmemoración con el significado acuñado por Ortega y Gasset de que conmemorar es recordar con vistas al futuro.

En el marco español del problema socio-político-religioso del *copernicanismo* (Peset Llorca 1965, Navarro Brotons 1974) se toca, pero sólo superficialmente, el tema capital con el que nos enfrentamos: analizar la obra de Jorge Juan a la luz de las teorías de Newton, Dinámica y Teoría de la gravitación universal, expuestas en sus *Principia Mathematica* (1687), y en el contexto de la época del marino español, considerado aquí como físico excepcional teórico y experimental.

En este trabajo, por tanto, se consideran las publicaciones objeto de estudio newtoniano, concebidas como fundamentales desde el punto de vista científico teórico, se destacan sus consecuencias para la Educación superior en España, y se hacen unos estudios de análisis intrínseco, con comentarios y contextualización de dichas obras. Es de sumo interés a los efectos de nuestro objeto conocer, por ejemplo, la referencia a la biblioteca de Jorge Juan, que hace en la actualidad un buen conocedor de su biografía (Guillén 1997, p. 35):

La relación de los títulos de su biblioteca, de los que nos han llegado cuatrocientos, es interesantísima y demuestra el profundo conocimiento que tenía Jorge Juan de las corrientes científicas de su época. La primera sorpresa que nos llevamos es que poseía varias obras de Voltaire, amigo de La Condamine, al que debió conocer en una de sus visitas a París. Tenía también libros de Bouguer, La Condamine, Newton, Lalande, Cassini, Helley, Bails, Bernouilly, Leibnitz, Euler, Tofiño, Capmany, Montesquieu, [...]³.

En la cita se observa que Newton queda citado como uno más. Por otro lado, y dado que Voltaire puede considerarse como el primer newtoniano francés famoso (lo que dice mucho a su favor), no tiene que sorprendernos, en absoluto, que Juan tuviera sus libros. Sí debe llamarnos la atención que aún hoy no se destaque el papel fundamental de Newton en la obra del marino español; de aquí el interés de las consideraciones que se presentan en este artículo, que ofrecen una perspectiva completamente novedosa.

La obra escrita de Jorge Juan relativa al objeto de este estudio consiste en las tres siguientes, citadas por las fechas de las primeras ediciones y sus títulos:

1748 *Observaciones astronomicas y physicas hechas de Orden de S. Mag. en los reynos del Perú*, en colaboración con Ulloa y redactada por Jorge Juan. Madrid: J. Zúñiga⁴.

1771 *Examen marítimo*, en 2 volúmenes. Madrid: F. Manuel de Ulena.

1774 *Estado de la Astronomía en Europa con la Breve noticia de la Vida del Excmo. Sr. D. Jorge Juan ...*, edición de su Secretario D. Miguel Sanz. [Escrito en 1765 permanecía inédito hasta esta fecha].

³ En 1757 había escrito como libro docente, el *Compendio de navegación* (Cádiz: Imprenta de Guardias Marinas).

⁴ Los títulos y citas de Juan, se transcriben tal como aparecen en los originales.

El impacto: Newton en las *Observaciones astronómicas y físicas*

En 1746, al regresar a España de su periplo americano, Juan y Ulloa (Cerezo 1997) quisieron publicar esta obra junto a la *Relación histórica del viaje*, pero se encontraron con dos tipos de dificultades.

La primera, de tipo económico, una inicial indiferencia oficial por dichas obras, problema que se resolvería finalmente por Zenón de Somodevilla, marqués de la Ensenada, que apoyó la publicación de los libros a costa del Erario Real (Didier Ozanan 2002).

La segunda, relativa a las *Observaciones*, cuyo carácter copernicano (presupuesto, ya que propiamente es -desde el inicio- newtoniano) le granjeó la enemiga de la censura inquisitorial y dificultades con ésta que lo marcarían para siempre. En la obra se describen las teorías de Newton y Huygens relativas a la fuerza centrífuga consecuente con el movimiento de rotación diurna de la Tierra. Este movimiento, de modo análogo al de traslación, era incompatible con la noción de Tierra inmóvil del sistema tolemaico-aristotélico-escolástico que “imponía” la Iglesia católica. El inquisidor general Francisco Pérez de Prado exigía que al referir la concepción newtoniana (por conducir a la justificación del sistema copernicano) se añadiera la expresión “sistema dignamente condenado por la Iglesia”. En apoyo de la tesis de Juan actuaron el jesuita Andrés Marcos Burriel -que colaboró en la redacción de la introducción histórica- y Gregorio Mayans y Císcar. Para poder publicar la obra, se alcanzó una solución de compromiso, de modo que al exponer los temas de Huygens y Newton acerca de la forma de la Tierra basada en el movimiento de rotación y en las fuerzas centrífugas consecuentes de éste, a las consideraciones de Juan se añadiría el párrafo “aunque esta hipótesis sea falsa”⁵.

Interesa destacar la fecha, 1746 (o 1748) en la que se escribió (o se editó). Así puede afirmarse que Juan fue no sólo un adelantado del newtonianismo en España sino uno de los primeros utilizadores y defensores del mismo en el continente europeo (González de Posada 2007). Hasta aquí nos referimos a él en tanto que astrónomo observacional y pensador intuitivo, aún no en tanto que mecánico experimental de primera categoría e ingeniero naval (O’Dogherty 1973).

Ésta es su primera obra importante, las *Observaciones astronómicas, y físicas hechas de orden de S. Mag. en los Reynos del Perú de las quales se deduce la figura, y magnitud de la Tierra, y se aplica a la Navegación*⁶. Es un libro de observaciones astronómicas y de experimentación física, que titularemos en adelante sólo *Observaciones*, en el que puede destacarse su trasfondo newtoniano, su aprecio por la ‘Teórica’.

La presencia implícita en el Prólogo

El brevísimo “Prólogo” de su primera obra escrita nos pone sobre aviso sobre su temprana adscripción newtoniana, concluyendo con el siguiente párrafo⁷:

⁵ *Observaciones*, p. XVI.

⁶ Se utiliza el ejemplar original de la Biblioteca Histórica Complutense.

⁷ Todas las citas de Juan se reproducen literalmente, manteniendo la ortografía de la época.

Advierto ultimamente, que siendo muchas de las cosas, que se tocan en esta Obra de muy sublime Geometría, he procurado explicarme del modo mas claro, y perceptible, para que me entiendan aun los no muy versados en sus abstrusas especulaciones. De esto se deberán hacer cargo los grandes Geometras, à quienes pareciesen algunas explicaciones demasiado largas, ò poco necesarias; y por el contrario, si los no muy versados en Geometria no comprehendiessen algunos Calculos, podrán hacernos la justicia de suponer la demonstracion de la Proposicion, como dada, enterados, de que no serà facil hallar explicación, que les sossiegue, sin adquirir otros principios.

Basta la lectura del párrafo –impresionante, precioso, profundo– como advertencia capital para la intelección de la obra en su totalidad. Está escribiendo para la España y en la España de su tiempo que necesita educación general científica. Los principios a los que se refiere, sin ninguna duda, son los newtonianos que no explícita, “que se suponen”.

En resumen, escribe acerca de las *observaciones* en Ecuador (Pimentel 2001) sin ofrecer los principios que sustentan, en su caso, los resultados observados y las medidas realizadas. Esta tarea quedaría inédita hasta la publicación, ¡25 años más tarde!, 1771, del *Examen Marítimo*. Pueden asumirse como *implícita* su temprana adscripción newtoniana e *implícitos* los principios de la *Filosofía natural*.

Las referencias explícitas extensas y reiteradas en la Introducción

En la “Introducción” las referencias son algo más explícitas. Destaca, en primer lugar, el trasfondo filosófico de la concepción científica de Jorge Juan, que será una constante en toda su obra y que difícilmente puede encontrarse con tanta claridad, seguridad y constancia en otros autores de esa época: la necesidad de la concordancia de una teórica –que ha de existir– con la experiencia; dirá él, aquí, “de la especulativa con la práctica que deben conducir a la verdad”. El lema, consecuencia de la creencia galileana, de que “la Naturaleza está escrita en lenguaje matemático” ha quedado grabado en él.

En esta introducción describe –parece ser que con la ayuda del jesuita Andrés Marcos Burriel– la historia del problema y precisa la situación “actual” del mismo con todo rigor (p. D): “[a lo largo de la historia se] buscarse con continuadas especulaciones la verdad; pero especialmente de un Siglo à esta parte, [...] las ha acompañado la practica mas solícita, y mas exacta, que cabe en cuidado, y diligencia humana; à fin de averiguar, si se unían entre sí, y se concordaban aquella especulativa con esta practica, para sacar de su combinación, y con el riesgo de estos sudores el fruto de la verdad”.

Lo suyo (especialmente durante la estancia en Ecuador) había sido la experimentación, las observaciones. Sobre éstas hablará reiteradamente acerca de “la habilidad, la precaución y la repetición de experiencias” (Cerezo 1997). Pero toda su obra es una clara manifestación de teoriedad, de sumisión a los fundamentos teóricos, a un teoría adecuada, además de a la experiencia (González de Posada 2007). Explica la perspectiva newtoniana, iniciando las citas formales conjuntas de Newton y Huygens, a quienes considera “célebres matemáticos” y “grandes filósofos”. He aquí el punto capital (p. XII):

En fin no dudándose yà de la mayor pesadèz de los Cuerpos àcia el Polo, que àcia el Equador, entraron los dos cèlebres Mathematicos M. M. Huygens, y Newton à determinar por ella otra figura à la Tierra, negando, que pudiesse ser perfectamente esférica. Presumieron haver hallado la causa de este phenomeno en aquella su decantada *fuera centrifuga* de los Cuerpos, movidos, y agitados en torno. Todo Cuerpo, decían estos grandes Philosophos, que se mueve en circulo, hace un esfuerzo continuo, para huir, y apartarse del centro del circulo, que describe, y en torno del qual se mueve. Este principio, que demuestra la razón, y la experiencia.

A continuación hará su manifestación de fe newtoniana en los tres axiomas, leyes o principios de la Dinámica de Newton (1687), añadiendo la frase de la discordia, que se ha interpretado de ordinario como fruto del acuerdo con la Inquisición, y en la que puede advertirse el carácter de imposición pactada (p. XVI):

Así discurrían estos grandes ingenios en la Hypothesis del movimiento diurno de la Tierra; pero aunque esta Hypothesis sea falsa, la razon del equilibrio siempre probaba contra la perfecta esphereidad de la Tierra, una vez admitida la Observacion de que los Cuerpos, segun la experiencia de los Pendulos, ejercen menos pesadèz en las cercanias del Equador, que en mayores Latitudes.

Las diferentes citas en el cuerpo del texto

En el cuerpo ordinario de las *Observaciones* (“obra en que no se dan los principios sino que se suponen” como avisó en el Prólogo), en el que Copérnico no se cita, para rastrear y señalar las referencias a Newton y a sus *Principia*.

a) En el “Libro I. Sobre la maxima Oblicuidad de la Ecliptica” tampoco se olvida de Newton, aunque sólo ofrezca una pequeña referencia al final, pero relevante (pp. 21-22):

[...] la maxima Oblicuidad de la Ecliptica varía. [...] Este sentir, prescindiendo de su realidad, conviene muy bien con la theorica de la Astronomia moderna; pues en ella los varios lugares de la Luna respecto del Sol, deben alterar la maxima Oblicuidad de la Ecliptica, no solo en el discurso de años; sino tambien en el de meses, como se puede vèr en la proposicion 21 del Libro 3 de la *Philosophía natural* de M. Newton [...].

b) En el “Libro VI. De la Velocidad del Sonido” ofrece otra breve cita, también harto significativa (p. 141):

Assimismo se vè, que acreditan la Theorica dada por M. Newton en su obra *Philosophiae naturalis prin. Mathematica*. Este Autor dice en el Lib. 2 Corolario 2 proposición 49, que las velocidades de los impulsos, ò de las undulaciones, son en razon compuesta de la subduplicada, è inversa de la densidad del fluido, y de la subduplicada directa de la elasticidad.

c) En el “Libro VIII. De las Experiencias del Péndulo simple y conclusión de la figura de la Tierra” expresa de forma concluyente su adscripción newtoniana. Conviene recordar que estamos en 1746. Jorge Juan se manifiesta pues identificado con: a) la fuer-

za centrífuga de Huygens y Newton; b) la Teórica (general) de Newton; y c) la ley de la gravitación newtoniana (que llamaré *hipótesis*). Reproduzcamos sus párrafos (p. 314):

Esta alteracion del peso de los graves, la atribuyeron al instante M. M. Huygens, y Newton al movimiento diurno de la Tierra; pues de èl nacia una segunda fuerza, llamada Centrífuga, que se oponia à la gravedad, con la cual no solo explicaban facilmente la Observacion de M. Richer, pero determinaban, que la Tierra era Lata.

Sin embargo de esta Observacion reiterada en Cayenna por diez meses, y de la Theorica dada por M. Newton en su obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, dudaron en la Academia Real de Paris de la verdad del hecho [...] y sólo se aseguraron de la justa medida de Richer, después que [...] hallaron, que ciertamente la longitud del Pendulo de igual duracion en sus Oscilaciones, era menor en los parajes cercanos à el Equador, que en mayores latitudes: cuyas experiencias fueron despues confirmadas por varios, de suerte, que yà no se duda de su verdad.

Así, pueden destacarse dos perspectivas acerca del comportamiento de Jorge Juan como físico experimental. En primer lugar, la de Guillén (1997, p. 22), cuando escribe: “hace varios años el Instituto Politécnico del ejército francés repasó las mediciones con los medios modernos de este siglo y certificó que la mejor de todas ellas y la que más se acercaba a la real, fue la que efectuó Jorge Juan”. En segundo lugar, escribiré el marino físico que “las experiencias acreditan la Teórica de Newton” de manera explícita y sintéticamente en el Índice Alfabético de las Materias del final de la obra, ya que “todas las Observaciones convienen en que la Tierra es una Elipsoide Lata”, que es la perspectiva newtoniana de una Tierra achatada por los polos. Diríamos con Juan, que la experiencia demuestra la concordancia de la realidad con la Teórica de Newton.

La culminación: el libro de texto *Examen Marítimo*⁸

La obra *Observaciones astronomicas y phisicas* se había editado en 1748, tras las vicisitudes económicas e ideológicas que la tenían paralizada desde 1746. Pues bien, desde esta fecha, cuando se inició el proceso para su edición, hasta 1771, fecha de publicación de la primera edición del *Exâmen Marítimo Teórico Práctico*, habían transcurrido 25 años. Jorge Juan ha vivido ya, prácticamente, toda su vida, intensa, muy intensa, fructífera. Enfermo sabe que está llegando a su final.

En 1765, según su secretario personal (Sanz 1774), había escrito el *Estado de la Astronomia en Europa*, especie de testamento a modo de *alegato pro-newtoniano*, que en las esferas intelectuales predominantes en el poder se concibe como copernicano, aunque él no cite nunca el *De revolutionibus* (1543) ni se interese en ninguna ocasión por Copérnico. Su punto de atención es otro: Newton.

⁸ Se utiliza la 1ª edición en la reproducción facsímil editada por el Instituto de España, Madrid, 1968; y la “Edición Segunda. Aumentada con una exposición de los principios del cálculo, notas al texto y adiciones” de Gabriel Císcar, de la que sólo se editó el Tomo I, Madrid, Imprenta Real, 1793, en la Biblioteca Histórica Complutense.

La nueva obra, *Exâmen Marítimo*, pasaría a la historia de los grandes libros de Física, de Mecánica, de Ingeniería naval y de Navegación. Es un libro de texto, un gran libro de texto para la enseñanza científica superior. Es el libro científico cumbre del siglo XVIII español. Alcanzó notable celebridad y fue requerida en los más importantes foros; en concreto en las Academias de París, Londres y Berlín. Fue traducida a diferentes lenguas: 1) al francés, por M. Leveque, Hidrógrafo y Profesor Real de Matemáticas en Nantes, en 1783, enriquecido –según Císcar (González de Posada 2007)– con un breve comentario; obra que se imprimió bajo el privilegio de la Real Academia de las Ciencias de París; 2) al inglés, en Londres, en 1784; 3) nueva edición francesa, en París, en 1792; y 4) al italiano, en Milán, en 1819. Y se constituyó en un tratado clásico de Mecánica.

Ante el éxito internacional del texto, Gabriel Císcar y Císcar, a la sazón Director de los estudios de la Academia de Guardias Marinas del Departamento de Cartagena, fue llamado a la Corte para ocuparse de la reimpresión del *Exâmen Marítimo*. Císcar, que había sido profesor en la citada Academia y tenía profundo conocimiento de dicha obra y harta experiencia docente, amplió notablemente el Tomo I, que se publica como “Edición Segunda. Aumentada con una exposición de los principios del Cálculo, notas al texto y adiciones” por Don Gabriel Císcar, “de orden superior, Madrid en la Imprenta Real, año de 1793”, y que contiene sólo el Tomo I, la mecánica de los sólidos.

El libro tiene por título *Exâmen Marítimo teórico práctico, ó Tratado de Mecánica aplicado a la construccion, conocimiento y manejo de los navíos y demas embarcaciones*. Se conoció siempre como *Exâmen Marítimo*. El título completo, que suena a actualidad, resulta harto significativo y auténticamente real. Es un Tratado de Mecánica magnífico y completo que puede leerse hoy perfectamente, que sigue pareciendo de actualidad, cosa que no sucede, por ejemplo, con los *Principia* de Newton, que rápidamente quedaron obsoletos por su confuso lenguaje geométrico (González Redondo 2004).

El libro integra sus vastos conocimientos teóricos y los resultados de sus investigaciones en la bahía de Cádiz. Apareció editada en dos gruesos volúmenes. Suele escribirse, y repetirse (ejemplo reciente, Guillén 1997, p. 33) que fue “la obra más importante de su vida, el *Examen Marítimo*, dedicado a la mecánica, construcción y maniobras de los buques, y en el que resumía todas las enseñanzas obtenidas a lo largo de su vida”, lo que es cierto. Pero cierto es, también, que es una obra de Matemáticas y Física (el primer tomo) y no propiamente de construcción naval ni de navegación.

Interesa también destacar la fecha de su edición, 1771, que explica por qué es un libro moderno, casi actual: en esos momentos ya se habían desarrollado aceptablemente el Cálculo diferencial y el Cálculo integral. Los Bernouilli y Euler, junto a otros, a los que había citado con profusión en las *Observaciones*, habían desarrollado las Matemáticas que Juan conocía sólidamente y de las que no había podido disponer Newton.

La “Introducción” de Gabriel Císcar⁹

En la “Edición Segunda. Aumentada con una exposicion de los principios del Cálculo, notas al texto y adiciones” (1793) que hemos citado, Císcar escribe una breve Introducción. De ella pueden destacarse algunas de sus consideraciones, resaltando –con citas entrecomilladas– su juicio acerca de la obra, mucho más próximo al nuestro que al usualmente considerado.

Así, el objeto principal de la obra de Jorge Juan fue “tratar de la construcción, conocimiento y manejo de las embarcaciones”. Sin embargo, “los principios de la mecánica de los sólidos, que contiene el primer Libro, la teoría de la percusion, la de la fricción, y la de las máquinas tienen un mérito superior, y son casi enteramente suyas”. Es más, “aun las cosas sabidas se hallan tratadas con aquella sublimidad y elegancia geométrica, que caracterizan las producciones matemáticas de un genio original”.

Destaca Císcar, por otra parte, que el libro, todo el Tratado, mereció una traducción francesa por M. Leveque, Hidrógrafo y Profesor Real de Matemáticas en Nantes, en 1783, enriquecido con un breve comentario. Y, en su condición de “profesor de Matemáticas sublimes”, asume la responsabilidad de explicar los dos primeros libros del *Examen Marítimo* en la Academia de Guardias Marinas de Cartagena, lo que le permitió, según dejó escrito, repasar los cálculos y consideraciones metafísicas. Además, “nuevos trabajos sobre la materia me convencieron de la necesidad que teníamos de conocer mejor esta sublime Obra”.

Incluso amplía, corrige y comenta la obra¹⁰: “me he propuesto hacer del Exâmen Marítimo un Tratado mucho mas extenso, cuyo estudio pueden emprender todos los que quieran dedicarse á la mecánica, con el objeto de aplicarla á qualquiera de los ramos á que se extiende esta ciencia casi universal”.

La presencia explícita de Newton en el Prólogo

Suele escribirse con mucha razón que, en el Prólogo, “el autor revisa los estudios realizados por diversos autores sobre el movimiento de los navíos y sobre la resistencia de los fluidos al movimiento de un sólido, poniendo de relieve los defectos de las teorías propuestas al contrastarlas con la experiencia” (Navarro Brotons 1983, p. 485). Pero puede hacerse otra lectura del Prólogo, a modo, primero, de catálogo de las ideas marco que pueden considerarse fundamentales en el ámbito del discurso relativo a la presencia de Newton en la obra de Jorge Juan, y, después, una relación de citas de este verdadero libro de texto del autor.

He aquí, en primer lugar, el catálogo.

1. “En el presente han florecido con admiración las Matemáticas, y se han introducido con beneficio singular en casi todas las Ciencias y Artes”. Por ello era irre-

⁹ Así aparece citado su nombre en el libro.

¹⁰ La cita se reproduce en su escritura original.

gular que en la Marina y en la Marinería “ninguna dependencia se creyó que tuviesen de la Matemática”¹¹.

2. La “Mecánica: Ciencia, quizás, la más difícil y más intrincada del mundo” (p. 9), está hecha de la confluencia de teoría y experimentación.

3. Las referencias a los grandes matemáticos del XVIII pueden concentrarse en las siguientes expresiones: a) “La sublime teórica de los Bernoullis, poco ó nada adaptable á la práctica” (p. 14); b) “La célebre Obra intitulada, *A Treatise of fluxions*, que el año 1742 dió á luz el gran Geómetra Colin Mac Laurin, Profesor de Matemáticas en la Universidad de Edimburgo y Miembro de la Real Sociedad de Londres [...] gran Maestro [...]” ofrecen soluciones pero los principios en que se basan no son correctos; y c) “Últimamente (año 1749) Leonardo Eulero, Director de la Real Academia de Berlin, [...] El especial orden y sublime Geometría con que trata todos los asuntos tan gran Maestro, es digno de admiracion: hubiera sido un tesoro de la Ciencia, y particularmente de la Marina, si á semejante destreza hubiera acompañado la práctica” (p. 16).

4. En resumen, y como veredicto de Jorge Juan, puede considerarse lo que expresa la siguiente frase: “la práctica no es distinta de la teórica: si no concuerdan, alguna de las dos está viciada” (p. 16).

En segundo lugar se reproduce una selección de textos comentados, empezando por su opinión acerca del pasado: “[...] es preciso y evidente, que la teórica enseñada sea falsa, ó por mejor decir, que lo sean los principios ó suposiciones sobre que se fundó” (p. 19).

La razón de escribir el libro es muy sencilla: porque son incorrectos -“falsos”- los principios en que se habían fundado los tratados anteriores al suyo. Como consecuencia, si los principios son incorrectos, es incorrecto todo lo demás, por lo que todos estos temas se han estado enseñando erróneamente en las Academias. Para analizar el problema de la relación entre la velocidad del buque y la resistencia de los fluidos programa: a) Realizar seguras experiencias; y b) Buscar una fundamentación teórica de las mismas (p. 22):

Es menester empezar por seguras experiencias, que acreditasen la duda de las resistencias: buscar despues, por vias diversas, ó por las mismas con que actua la Naturaleza, otra teórica de ellas; y últimamente exâminar si esta convenia, no solamente con la marcha de los Navíos, sino con todas sus acciones, y asimismo con todos los efectos ó movimientos que en la Naturaleza se observan.

Y, en la tarea de construir una *nueva* teoría del desplazamiento de un sólido en el seno de un fluido, fundada en los principios de Newton explica (pp. 23-24):

Era precisa la nueva teórica que diese iguales conseqüencias, sin ello no se podia introducir en el cálculo; [...] se halló la mas particular conformidad entre sus fórmulas y las experiencias; á lo ménos en las relaciones con que se hacen las fuerzas, ya que no en sus medidas abso-

¹¹ *Examen Marítimo*, 2ª ed., p. 9.

lutas. Por esta nueva teórica las resistencias son como las densidades de los flúidos, como las áreas chocadas, como las raíces cuadradas de sus profundidades en los mismos, y como las simples velocidades, y senos de incidencia con que se chocan.

La aceptación y casi reproducción de las Definiciones y Axiomas de Newton

Del “Libro Primero. De la Mecánica de los sólidos”, su “Capítulo I. De las Definiciones, Axíomas y principios del movimiento” es el principal a los efectos del tema objeto de este estudio: la enunciación de los primeros principios de la Mecánica; es decir, los fundamentos filosóficos y matemáticos de la Mecánica (González de Posada 2007).

En este primer capítulo queda marcada, de forma nítida, la actitud de Jorge Juan ante la Física, la Naturaleza, el movimiento y Newton. En síntesis extrema, sin entrar en pormenores ni detalles más o menos significativos, y a modo de afirmaciones concisas, parece conveniente establecer las ideas fundamentales que se deducen del contraste de este capítulo del *Examen Marítimo* con los inicios de los *Principia*.

Primera afirmación. Se trata prácticamente de una reproducción de la estructura del capítulo equivalente de los *Principia* de Newton: *Definiciones y axiomas*. No se pretende destacar la idea peyorativa de “copia” sino todo lo contrario: escribe como debe escribirse para los alumnos, empezando por los primeros principios una vez introducidas las definiciones de los elementos que los integrarán, estructura que desgraciadamente se encuentra hoy olvidada con casi total generalidad.

Segunda afirmación. Con una adecuación diferente, siendo más racional la de Jorge Juan, las *definiciones* son análogas. Newton separa las definiciones de tradición vulgar relativas a espacio, tiempo y movimiento dejándolas para un Escolio posterior, considerando de manera primera y destacada las que introduce como radicalmente nuevas. Juan las enumera lógicamente, de esta manera (p. 121): I. *Lugar de un cuerpo*, que puede ser absoluto y relativo; II. *Lugar absoluto y lugar relativo*; III. *Movimiento*; IV. *Movimiento absoluto y relativo*; V. *Dirección del movimiento*; VI. *Velocidad*; VII. *Velocidad absoluta y relativa*; VIII. *Movimiento uniforme, acelerado y retardado*; IX. *Espacio corrido*; X. *Espacio corrido absoluto y relativo*; XI. *Masa*; XII. *Densidad*; XIII. *Fuerza*; XIV. *Fuerza innata* (a la que “el Caballero Newton le aplicó, asimismo, el nombre de *inercia*, ú de *inaccion*”); y XV. *Cantidad de movimiento*.

Tercera afirmación. Por lo que respecta a los axiomas son exactamente los mismos de Newton en número y expresión. El primero lo enuncia en la forma “Axíoma I. Todos los cuerpos perseveran en su estado de reposo, o de movimiento uniforme (p. 123). El segundo, “Axíoma II. La alteración, ó diferencial del movimiento, es siempre proporcional al producto de la potencia que la produce, por el tiempo que durare la accion; y se executa en la dirección en que la potencia actúa” (p. 124). Ésta es ley fundamental de la dinámica, y ante los que dudan de la validez de la concepción newtoniana escribirá (p. 128): “Todo su fundamento consiste en que se ignora la naturaleza de la causa, y el modo con que actúa”. Y, finalmente, el “Axíoma III.

La acción, y la reacción, son iguales, ó las mutuas acciones de dos cuerpos, uno sobre otro, son iguales, y se dirigen á partes opuestas”.

Cuarta afirmación. El cuadro de definiciones y axiomas lo completa (o continúa) Juan, en primer lugar, con los elementos principales de la cinemática, a modo de *proposiciones* con corolarios.

Quinta afirmación. Lo amplía también, en segundo lugar, con unas consideraciones acerca de la gravedad terrestre como *principios de experiencia*, de modo que “Los cuerpos graves en distancias cortas, próximas á la superficie de la Tierra” (p. 137): 1) “corren, cayendo desde el reposo, espacios, que son como los cuadrados de los tiempos en que los corren” (p. 137); 2) todos los cuerpos, grandes o chicos, corren iguales espacios en iguales tiempos (p. 138); y 3) el espacio que corren los cuerpos graves, cayendo verticalmente desde el reposo en las proximidades á la superficie de la tierra; es, con muy corta diferencia, de 16 pies ingleses en un segundo (p. 140).

Estos “principios de experiencia” –según los denomina– le permiten formular matemáticamente mediante ecuaciones, ordinarias y diferenciales, las leyes de la caída de graves en la superficie de la Tierra determinando el valor de g , aceleración de la gravedad terrestre en la superficie.

Lo que hay auténticamente de nuevo en este aspecto de los fundamentos teóricos en la obra de Jorge Juan respecto de la de Newton es algo fundamental para las aplicaciones y el desarrollo de la obra del inglés: el progreso que se va logrando a lo largo del siglo XVIII en la matematización de la Física, el uso del cálculo diferencial e integral, que se utiliza con suficiente soltura. Jorge Juan ha estudiado y aprehendido, y usa esta disciplina, instrumental para la Física, en esos momentos en auge.

El reconocimiento de los principios y la ley de la atracción general

En el “Capítulo III. Del centro de gravedad de un sistema de cuerpos y de su movimiento”, sin embargo, Juan violenta un tanto el proceso del texto para dar cabida a Newton. Introduce una nueva profesión de “fe newtoniana”. Así, comienza la primera definición de *sistema de cuerpos* (colección de cuerpos) nombre que se le ha dado, según él: “por la semejanza que tiene con el Sistema del Mundo, compuesto de varios cuerpos, como el Sol, y Planetas, cuyos movimientos ha explicado con tanta propiedad el Caballero Newton con solos los principios de Mecánica, y la ley de la atracción general, que cada día verifica más y más la experiencia” (pp. 244-245).

Contribución expresa de Jorge Juan

Hasta aquí hemos destacado la fe y la fundamentación newtonianas de Jorge Juan. Pero hay más. En el capítulo VI (uno de los más originales) dedicado a la percusión, introduce dos “nuevos” axiomas. Ahora basta con constatar la novedad y la fijación numérica, continuación de los tres de Newton (p. 385):

Axioma 4. Los cuerpos son impenetrables, o no pueden penetrarse ocupando al mismo tiempo el propio lugar.

Axioma 5. La naturaleza obra por instantes, y por movimientos sucesivos. Esto es lo que algunos han llamado *ley de la continuidad*. Un cuerpo que corre por una dirección no puede pasar de un punto a otro, sin pasar antes por todos los intermedios: no puede pasar de una velocidad a otra mayor o menor, sin haber tenido antes y sucesivamente las intermedias: y así de otros infinitos casos.

Y, finalmente, reiterar una vez más que Copérnico no tiene existencia en la obra de Juan, no es objeto de consideración por éste. El *De revolutionibus* (1543) había sido una obra sólo especulativa. El interés que despierta se limita en todo caso a filósofos profesionales tradicionales y al ámbito de la sociología de la religión por sus consecuencias; es decir, a los poderes y a la sociedad vulgar, pero no interesa en absoluto a los teóricos postnewtonianos, mucho menos a uno de la categoría de Jorge Juan.

La consideración posterior de esta obra

La valoración histórica del *Examen Marítimo* se manifiesta, en primer lugar, por el mérito de las traducciones al francés, inglés e italiano y por el encargo de una segunda edición española, y, en segundo lugar, por su conversión en un *libro clásico* de consulta obligada. Con él adquirió Jorge Juan la consideración de *El Sabio español*.

Recordemos dos citas: una, extranjera, del siglo XVIII; otra, española, del siglo XIX.

Leveque, en la dedicatoria de la edición francesa (1783), escribe: “[...] ninguna de las teorías presentadas hasta aquí ha proporcionado resultados tan conformes con la experiencia [como la de Jorge Juan]”¹².

José Echegaray, en su *Discurso* de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en 1866, sobre la historia de las matemáticas en España, historia lamentable para él, escribe: “Otro siglo más de gloria para Europa, otro más de silencio y abatimiento para España”; e insiste, “Yo sé que la célebre obra [de Jorge Juan] titulada Examen Marítimo, obra verdaderamente clásica, ha sido única en Europa por muchos años y ha recibido el honor de ser traducida y comentada en varias lenguas”.

El veredicto: Newton en el *Estado de la Astronomía en Europa*

En las dos grandes obras anteriormente consideradas está escrito todo lo necesario: 1) Reconocimiento del papel singular y fundamental de Newton en la historia de la ciencia; 2) Uso de sus Principios matemáticos -Dinámica y Gravitación- como principio y fundamento teórico de todo fenómeno de movimiento en la Naturaleza (Cielos, Tierra, astros y máquinas); 3) Desarrollos y complementos matemáticos

¹² Citado con admiración por Gabriel Císcar en la 2ª edición.

para su aplicación a nuevos fenómenos y problemas; de forma concreta y general a la construcción de navíos, sus maniobras y navegación; y 4) Contraste concordante de dicha teoría con las numerosas experiencias realizadas; 5) Concreción de estudios e investigaciones en un libro de texto para todos los centros de Educación científica superior.

Todas estas obras ya comentadas eran propiamente libros científicos y, de hecho, sólo o tanto como tales. Pero Jorge Juan tenía, desde la disputa con la Inquisición por su manifestación pro-newtoniana en ocasión de la edición de las *Observaciones*, un problema moral, religioso, de conciencia. Y aquí surge un nuevo Galileo: creyente en la verdad de la ciencia en cuanto ciencia y para la ciencia, y creyente en la religión expresada en las Sagradas Escrituras concebidas con finalidad religiosa e interpretables con una lectura acorde con el conocimiento científico. Estos conflictos con la Inquisición son conflictos del pensamiento, de la Educación, de la Universidad. Y en ésta se marginan o se ahogan; en los centros universitarios reciben la respuesta consecuente de la ciencia: abrirse paso en otros foros ya que en ella no tienen acogida.

En esta tesitura tenía que *descargar su conciencia* en un texto no propiamente científico y hacerlo como *testamento* y también como *alegato*. Así, en el año 1774 se editó en Madrid (con licencia) en la Imprenta Real de la Gazeta el escrito “Estado de la Astronomía en Europa, y juicio de los fundamentos sobre que se erigieron los Systemas del Mundo, para que sirva de guía al método en que debe recibirlos la Nación, sin riesgo de su opinión, y de su religiosidad”, un auténtico *alegato* newtoniano, expresión de sus pesares y de sus esperares, testamento intelectual. “Esta obrita la escribió D. Jorge Juan el año de 1765” pone a pie de la página 12 el editor de la misma, escritor también de su *Breve Noticia*, Miguel Sanz, su secretario.

En la breve descripción biográfica del autor, contenida en esta obra, se explicita la pertenencia a las cuatro academias: “de la Real Sociedad de Londres, de la Real Academia de las Ciencias de Berlín, Correspondiente de la de París, Consiliario de la de San Fernando”.

Según Juan la Astronomía tiene valor de utilidad e instrucción, y ha facilitado la solución de problemas para: 1) La ordenación y el reglaje de los tiempos: horas, días, meses, años, etc. 2) El conocimiento de los fenómenos celestes, “sacandonos de los temores y espantos con que aquellos nos afligian” (p. 3), 3) La Navegación para la que “se hacia preciso el conocimiento perfecto del Cielo, y del movimiento de los Astros, para observar y determinar las Latitudes” (p. 5); 4) La Geografía; y 5) De modo especial, en clara muestra de patriotismo español católico: “abrió el camino para extender por todo el Orbe la Religión y las Armas de nuestro Soberano” (p. 3).

Para Juan el nudo gordiano de la historia de la Astronomía había sido la ignorancia de los principios: “Todo consistia en tentativas ó systemas: faltaban los principios sólidos de la verdadera Mechânica, á que se reduce todo el movimiento de los Cuerpos celestes; y por consiguiente, solo la suposicion y la congetura guiaban” (p. 7).

Juan ofrece una brevísima descripción histórica dedicando unos párrafos a Ptolomeo, otros pocos y breves al sistema copernicano que: “cada qual le adaptaba á su capricho, y los mas le reprobaban. Faltando argumentos sólidos, lo literal de las Sagradas escrituras debe ser preferido” (p. 8). Otro a Tycho Brahe quien vio “que el

Systema de Ptolomeo no podía tener lugar, á causa de no corresponder con las observaciones” y compuso otro nuevo; y a Kepler, quien basado en las mismas observaciones de Tycho “halló una admirable armonía en el movimiento de los Astros [...] pero todo respectivo al Sol, no á la Tierra, antes esta halló asimismo que seguía la luz de los planetas” (p. 9).

Y su conclusión histórica fue ésta: “nada se sabía entonces con fundamento, reduciéndose todo á observaciones, y á congeturas aparentes; lo mas sólido que nos había quedado fueron las reglas de Keplero, que despues han sido la llave de la *Teorica celeste*” (p. 10).

Considerando que Newton desata el nudo histórico de los fundamentos, comienza el juicio, extenso, sobre la obra de Newton, con estas palabras (p. 10):

[...] el mayor de los Philósophos, el gran Newton, cuyas luces en las Mathématicas no solo adelantaron la Geometría, Mechânica y Phísica á la perfeccion que hoy tienen estas Ciencias, sino que, cansado ya de juzgar por apariencias y por pasiones, le movieron a escribir sus *Principios de Philosophia natural*, arrojando de sí toda autoridad mal fundada, para no valer-se sino de la Geometría (que jamás engaña), de las leyes de la Mechânica, y de la Observacion.

Pero queda por conocer en qué consistió, para Jorge Juan, la obra de Newton en su *Estado de la Astronomía*. Destaca en esta obra los puntos siguientes: 1) Haber hallado una ley general que gobierna el movimiento de los planetas alrededor del Sol, describiendo elipses; de modo que son las mismas las reglas del movimiento de los satélites de Júpiter, de Saturno y de la Luna respecto de la Tierra. 2) La demostración de que la gravedad con que los cuerpos tienden al centro de la Tierra en la superficie se corresponde con la que mantiene a la Luna en su órbita. 3) Análogamente, que no hay fenómeno en los Cielos ni en la Tierra que no esté sujeto a las mismas leyes. 4) El estudio en Júpiter de la combinación del movimiento diurno con la gravedad y la determinación de la diferencia en los diámetros del eje y del ecuador, haciendo lo propio con la Tierra, para la que calcula el flujo y reflujo del mar y la “precisión de los equinoccios”; y la predicción de las perturbaciones respectivas de Júpiter y Saturno por sus acciones gravitatorias.

Y como conclusión, escribe (p. 12): “Newton sacó la Phísica, la Mechânica, la Astronomía y la Philosophia de las tinieblas”.

Consideraciones político-religiosas y educativas: el problema de España y de la Universidad española

Quizás sea conveniente concluir el análisis del *Estado de la Astronomía en Europa*, y, por tanto, de la contribución de Jorge Juan en conjunto, con un apartado independiente que sirva de cierre y de resumen denso de sus preocupaciones y del problema intelectual y pedagógico de la España de su tiempo, de toda la Educación de un país, y, prioritariamente, de la Universidad española.

El veredicto de Juan se expresa en estos párrafos (pp. 13-14):

Este cúmulo de acertadas predicciones, y demostraciones Geométricas (sin otras que se omiten) clama y excluye todo argumento aparente, toda pasión escolástica, y toda infundada autoridad. Ya no basta decir que puede girar este ó el otro cuerpo: es preciso que corresponda a las leyes generales que la Theórica demostrada, y la Observacion dictan [...] Querer establecer fixa á la Tierra, es lo mismo que querer derribar todos los principios de la Mechânica, de la Phisica, y aun toda la Astronomía, sin dexar auxilio ni fuerzas en lo humano para poder satisfacer.

El problema es de España, singularmente de España como Reino (aunque sea también problema de la Iglesia católica); ya que este “mal” se ha superado en Europa: “Estas reflexiones se han hecho ya en casi toda la Europa: no hay Reyno que no sea *Newtoniano*, y por consiguiente *Copernicano*, mas no por eso pretenden ofender (ni aun por la imaginacion) á las Sagradas Letras, que tanto debemos venerar” (p. 14).

Puede observarse, aunque lo haya escrito sólo en esta ocasión, que el ser (en sentido esencial) *newtoniano* implica el ser (en sentido social) *copernicano*, pero toda la Europa intelectual es ya newtoniana, mucho más que copernicana (en *extensión*, todo el Universo; en *intensión*, todo es matemático). Jorge Juan no sólo convergente con Europa, sino un pionero de relieve en la construcción de esta Europa, se presenta como optimista y diplomático, busca la paz y el acuerdo (p. 14):

El sentido en que éstas [las Sagradas Escrituras] hablaron es clarísimo, y que no quisieron enseñar la Astronomía, sino darse solamente a entender en el Pueblo. Hasta los mismos que sentenciaron a Galileo [parece obvio, con un siglo largo de distancia, que se refiere colectiva y prioritariamente a los jesuitas] se reconocen hoy arrepentidos de haberlo hecho, y nada lo acredita tanto como la conducta de la misma Italia: por toda ella se enseña públicamente el *sistema Copernicano y Newtoniano*: no hay Religioso que no lo dé a la prensa: los PP. Lesieur, Jacquier y Boscowich, y aún la Academia de Bolonia no aspiran a otra cosa [...] ¿Puede haber prueba más evidente de que ya no cabe en ellos ni aun la sola *sospecha de herejía*, que fue la condenada, y que, lejos de ella, abrazan el Sistema como único?

Y finalmente, para conocer cómo estaba nuestra España, a la que se dirige Jorge Juan en su *testamento*, y qué y cómo se podía enseñar en los centros educativos, una última referencia es sumamente ilustrativa (p. 15):

¿Será decente con esto obligar a nuestra Nación a que, después de explicar los *Sistemas* y la *Filosofía Newtoniana*, haya de añadir a cada fenómeno que dependa del movimiento de la Tierra: *pero no se crea éste, que es contra las Sagradas Letras?* No será ultrajar éstas el pretender que se opongan a las más delicadas demostraciones de Geometría y de Mecánica? ¿Podrá ningún Católico sabio entender esto sin escandalizarse? Y cuando no hubiera en el Reyno luces suficientes para comprehenderlo ¿dejaría de hacerse risible una Nación que tanta ceguedad mantiene?

No es posible que su Soberano, lleno de amor y de sabiduría, tal consienta: es preciso que vuelva por el honor de sus Vasallos; y absolutamente necesario, que se puedan explicar los *Sistemas*, sin la precisión de haberlos de refutar: pues no habiendo duda en lo expuesto, tampoco debe haberla en permitir que la Ciencia se escriba sin semejantes sujeciones.

Basta con dejar constancia de las convicciones, deseos y esperanzas de Jorge Juan para una España que se resistía a la ciencia y a la razón, que se resistía a la europeización, al conocimiento, que impedía e impedirá durante mucho tiempo una verdadera pedagogía científica en sus principales centros educativos.

Referencias bibliográficas

- BECERRA DE BECERRA, E. (1997): Jorge Juan, modelo de ilustrado, en *Jorge Juan: científico valenciano del s. XVIII*, pp. 55-75. Valencia: Real Academia de Cultura Valenciana.
- CAPEL, H. (1982): *Geografía y matemáticas en la España del siglo XVIII*. Barcelona.
- CASTRO, A. (1956). *Dos ensayos: Descripción, Narración, Historiografía, Discrepancias y mal entender*. México: Porrúa.
- CEREZO MARTÍNEZ (1997): Jorge Juan y Antonio de Ulloa, dos científicos españoles del siglo XVIII, en *Jorge Juan: científico valenciano del s. XVIII*, pp. 77-133. Valencia: Real Academia de Cultura Valenciana.
- DIDIER OZANAN, R. (2002): El marqués de la Ensenada. En *Un reinado bajo el signo de la paz. Fernando VI y Bárbara de Braganza*. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.
- ECHEGARAY, J. (1866): *Discurso de recepción en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Madrid.
- GONZÁLEZ DE POSADA, F. (ed.) (1993). *Cosmología: en torno a Galileo*. Madrid: Amigos de la Cultura Científica.
- (2005): *Jorge Juan y su Asamblea Amistosa Literaria. Cádiz (1755-58)*. Madrid: Instituto de España.
- (2006). La expedición geodésica al Virreinato del Perú: Jorge Juan y Antonio de Ulloa, en *Ateneo, 2006*. Cádiz: Ateneo de Cádiz.
- (coord.) (2007): *La Ciencia en la España ilustrada*. Madrid: Instituto de España. (En prensa).
- GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (2004). La formulación matemática de la Mecánica newtoniana: Galileo, Newton, Leibniz. *Boletín de la Sociedad "Puig Adam"* n° 66, 74-90.
- GUILLÉN SALVETTI, J. J. (1997). Semblanza biográfica y humana de Jorge Juan, en *Jorge Juan: científico valenciano del s. XVIII*, pp. 9-39. Valencia: Real Academia de Cultura Valenciana.
- JUAN, J. y ULLOA, A. de (1748): *Observaciones astronómicas y físicas*. Madrid.
- (1748): *Relación histórica del viaje a la América Meridional*. Madrid.
- NAVARRO BROTONS, V. (1974): Contribución a la historia del copernicanismo en España, *Cuadernos hispanoamericanos*, 283, 3-24.
- (1983): La Física en la España del siglo XVIII. En *Historia de la Física hasta el siglo XIX*, pp. 327-342. Madrid: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- NEWTON, I. (1687): *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Londres. [Versión castellana de Eloy Rada García, 1987. Madrid: Alianza].
- O'DOHERTY, P. (1973). Jorge Juan y la ciencia naval española en el siglo XVIII. *Revista General de Marina*, 184, 671-689.

- ORTE, A. (1985). La medida del arco de meridiano en Perú, en VV.AA. (1985) *CCL Aniversario de la medición del arco de meridiano*. Madrid: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- PESET LLORCA, V. (1965). Acerca de la difusión del sistema copernicano en España. *Actas del Segundo Congreso Español de Historia de la Medicina*, vol. I. pp. 309-325. Salamanca.
- Peset Reig, J.L. (1988). *Ciencia, vida y espacio en Iberoamérica*. Madrid:
— (dir) (2002): *Historia de la Ciencia y de la Técnica en la Corona de Castilla. IV. Siglo XVIII*. Salamanca: Junta de Castilla y León.
— y LAFUENTE, A. (ed.) (1988). *Carlos III y la ciencia de la Ilustración*. Madrid: Alianza.
- PIMENTEL, J. (2001): *Viajeros científicos. Tres grandes expediciones al nuevo mundo. Jorge Juan, Mutis y Malaspina*. Madrid: Nivola.
- SANZ, M. (1774). *Breve Noticia de la Vida del Excmo. Sr. D. Jorge Juan ...* Madrid.
- SELLÉS, M. A. (1987). *Astronomía y cultura científica en la primera mitad del siglo XVIII español*. Madrid.
- VILLENA, L. (1997). Jorge Juan y la metrología, en *Jorge Juan: científico valenciano del s. XVIII*, pp. 133-157. Valencia: Real Academia de Cultura Valenciana.

Correspondencia con el autor:

Francisco González de Posada
Dpto. Física e Instalaciones
E.T.S. Arquitectura (UPM)
Avda. Juan de Herrera nº 4
28040 MADRID
E-mail: francisco.gonzalez@upm.es