

FRANCISCO GONZÁLEZ DE POSADA

*La expedición geodésica al virreinato del Perú:  
Jorge Juan y Antonio de Ulloa.  
Mediciones y cálculo de un arco de meridiano  
asociado a un grado en el Ecuador<sup>1</sup>*

3 DE NOVIEMBRE DE 2005

<sup>1</sup> Texto preparado con motivo de las conferencias dictadas en el Ateneo de Cádiz (el 24 de enero de 2005) y en la Cátedra «Jorge Juan» (Universidade da Coruña-Ministerio de Defensa) de Ferrol (el 3 de noviembre de 2005).

## **FRANCISCO GONZÁLEZ DE POSADA**

NACIÓ EN CÁDIZ.

DR. INGENIERO DE CAMINOS, LICENCIADO EN FILOSOFÍA Y LETRAS Y LICENCIADO EN CIENCIAS FÍSICAS.

FUE RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.

CATEDRÁTICO DE FÍSICA APLICADA EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.

DIRECTOR DEL CENTRO CIENTÍFICO CULTURAL BLAS CABRERA DE LANZAROTE.

DIRECTOR DE LOS CURSOS UNIVERSITARIOS DE VERANO DE CANARIAS.

MEDALLA DE HONOR AL FOMENTO DE LA INVENCIÓN.

ACADÉMICO NUMERARIO DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA Y DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS E INGENIERÍAS DE LANZAROTE.

ACADÉMICO DE HONOR DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS MÉDICAS DE CANTABRIA.

ACADÉMICO HONORARIO DE LAS REALES ACADEMIAS DE MEDICINA Y CIRUGÍA DE CÁDIZ Y DE GRANADA.

ACADÉMICO CORRESPONDIENTE DE LAS REALES ACADEMIAS DE BELLAS ARTES DE SAN FERNANDO Y DE CÁDIZ, DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS, BELLAS ARTES Y BUENAS LETRAS DE ÉCIJA, DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA Y DE LA REAL ACADEMIA HISPANO AMERICANA.

PRESIDENTE DE CÁRITAS ESPAÑOLA (1973-76).

PRESIDENTE DE AMIGOS DE LA CULTURA CIENTÍFICA.



## INTRODUCCIÓN: PALABRAS PROTOCOLARIAS

Deseo iniciar esta intervención con la expresión de tres *sentimientos* por medio de tres palabras.

Primera, *alegría*. Confieso que no conocía Ferrol, tierra natal de mi abuela materna, María Luisa Orbeta Hidalgo. En su bahía, en Fene, se encuentra el Dique Seco nº 2 en el que, sobre el proyecto general del arquitecto alemán Erick Lackner, tuve la fortuna de realizar, en el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos, los proyectos hidráulicos de la cámara de bombas, de los canales de inundación por gravedad, de los dispositivos de achique (canal transversal de captación tras la compuerta y elementos de la cámara de bombas), la plataforma de entrada para apoyo de la compuerta abatible hacia el exterior y el sistema de eyectores bajo el umbral de la compuerta para la limpieza de los fangos depositados en la plataforma, así como la determinación de los tiempos de llenado y vaciado sin buques en el dique y con el mayor buque previsto en el interior. Y fueron otras las visitas a esta tierra gallega con motivo del proyecto de la presa de Sela en el tramo internacional del río Miño, amén de diferentes visitas turísticas a las Rías, Santiago y La Coruña. A esta alegría del recuerdo se une la invitación conjunta de la Universidade da Coruña y de la Armada, a la que familiarmente me siento tan unido: mi abuelo y un tío fueron marinos y mi hermano es coronel de infantería de marina.

Segunda, *gratitud* consecuente con la dicha que me han concedido. Gracias «Cátedra Jorge Juan», y gracias profesora Araceli Torres Miño, por facilitarme este encuentro con Ferrol.

Y tercera, *esperanza* en el logro de que ustedes participen de mi alegría y disfruten en este Homenaje de recuerdo a la memoria de los dos gaditanos de adopción

que fueron Jorge Juan y Antonio de Ulloa, genuinas expresiones humanas de lo mejor de Cádiz y su bahía (es decir, de España) en el siglo XVIII.

En esta ocasión debo decir que, si bien conmemoramos en este año 2005 el CCL Aniversario de la creación por Jorge Juan en Cádiz de la academia científica *Asamblea Amistosa Literaria*, se me ha pedido que hable, tanto a principios de año en Cádiz (enero 2005) como ahora en Ferrol (noviembre 2005), sobre la Expedición al Virreinato del Perú, lo que he hecho en ambas ocasiones con sumo gusto.

## I. LA CONMEMORACIÓN DE JORGE JUAN EN 2005

1. *El sentido de esta conferencia*: conmemoración entre las conmemoraciones de 2005

Tras las palabras de corte protocolario precedentes deseo manifestar a continuación la expresión del sentido que quiero darle a esta intervención.

En primer lugar, de *conmemoración*, en la acepción tan bellamente elaborada por el filósofo español José Ortega y Gasset de que «conmemorar es recordar con vistas al futuro». Recuerdo del ayer para el logro de un mejor mañana.

Y hacerlo precisamente en este año 2005 caracterizado por varias importantes conmemoraciones.

Primera. La Asamblea General de las Naciones Unidas decidió considerar este año como **Año Internacional de la Física**, 2005, con objeto de conmemorar el centenario de los trabajos de Einstein de 1905, especialmente la creación de la Relatividad Especial. Su ámbito es el de la física y el de la filosofía universal: el pensamiento todo. Por mi parte, he tenido el honor de celebrar numerosos encuentros y de participar en muy diferentes foros con este motivo. Independientemente de diversos antecedentes en momentos pretéritos, ahora deben considerarse las pequeñas obras de este año 2005: el libro *En torno a Einstein*<sup>2</sup> y una colección de artículos en la revista *Teorema*<sup>3</sup>, que han sido fruto y han servido de base de diferentes cursos<sup>4</sup> y conferencias<sup>5</sup>.

<sup>2</sup> González de Posada, F. (2005): *En torno a Einstein. La teoría de la relatividad y el pensamiento español en 1923*. Écija: Real Academia de Ciencias, Bellas Artes y Buenas Letras «Luis Vélez de Guevara».

<sup>3</sup> «Horizontes abiertos por las Teorías de la Relatividad de Einstein», *Teorema*, 24 (2), 83-90. 2005. Traducción al español en colaboración con D. Trujillo, de «Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento», 24 (2), 91-119, y de «¿Depende la inercia de un cuerpo de su contenido de energía?», 24 (2), 121-124, de A. Einstein. «Blas Cabrera y Julio Palacios: pensamientos opuestos ante la Teoría de la Relatividad», 24 (2), Suplemento Limbo, 1-6. «Ortega ante la Teoría de la Relatividad», 24 (3), Suplemento Limbo, 1-6. «El impacto de Einstein en el joven Zubiri (1923)», 24 (3), Suplemento Limbo, 2005.

Segunda. Se conmemora en el mundo, pero prioritariamente en el ámbito de la lengua española, el IV Centenario de *El Quijote*, novela cuya Primera Parte fue publicada por Miguel de Cervantes Saavedra en 1605. (Como anécdota puede recordarse que Einstein formularía su *Relatividad General* en 1915 y que la Segunda Parte de *El Quijote* la concluyó Cervantes en 1615; es decir, que en 2015 podremos tener también celebraciones coetáneas). Su ámbito es el de la Lengua española y la Literatura universal.

Tercera. El Cincuentenario de la muerte de **José Ortega y Gasset**, que tuvo lugar en 1955. Su(s) ámbito(s) es(son) el de la filosofía, la sociología, el periodismo, ... españoles, aunque debieran ser también universales; en resumen, el del pensamiento filosófico social.

También: «En el año mundial de la Física: Blas Cabrera y Albert Einstein», *Anales del Instituto de Estudios Canarios* (conferencia de ingreso como miembro numerario en esta institución, pendiente de publicar); y la monografía «Blas Cabrera ante Einstein», Discurso nº 14 de la Academia de ciencias e Ingenierías de Lanzarote.

<sup>4</sup> A modo de *memoria*: En la Universidad de La Laguna, Facultad de Física, del 15 al 19 de noviembre de 2004: «Einstein y las Teorías de la Relatividad: Física, Filosofía, Cosmología» en 20 lecciones. En Lanzarote, Cursos Universitarios de Verano, organizados por la Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote, julio de 2005: «Las Teorías de la Relatividad. En el Centenario de la Relatividad Especial de Einstein (1905-2005)», en 20 lecciones. En los Cursos Universitarios de la Universidad de Cantabria en Laredo, dirección del curso: «Cosmología. Cien años de relatividad», agosto de 2005, dictando 8 de las 20 lecciones, con la participación de Alberto Galindo, Rafael Rebolo y Luis Ruiz de Gopegui.

<sup>5</sup> He aquí una relación incompleta. «El Universo de Einstein», Curso de Ciencias Planetarias, Facultad de Geológicas, Salamanca. (25.03.04). «El Universo: Cosmología actual», Casa de la Cultura, Yecla (Murcia), (29.03.2004). «El Universo de Einstein: recepción y difusión por Blas Cabrera», Centro Científico-cultural Blas Cabrera, Arrecife (Lanzarote), (21.05.2004). «El sentido histórico de la teoría de Einstein» Centro Cinético-cultural Blas Cabrera, Arrecife (Lanzarote), (10.09.2004). «La teoría de la relatividad especial. Consecuencias en la visión del Universo», Agrupación Astronómica de Cartagena, (4.10.2004). «Einstein: cien años de relatividad», Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Campo de Gibraltar, La Línea de la Concepción (Cádiz), (24.02.2005). «Albert Einstein», I.E.S. Agustín Espinosa, Arrecife (Lanzarote), (5.04.2005). «Cosmos y Dios», Real Academia de Medicina y Cirugía de Granada, (21.04.2005). «Blas Cabrera ante Einstein y la Relatividad», Casa Museo Colón-Academia Canaria de la Lengua, Las Palmas de Gran Canaria, (26.04.2005). «Albert Einstein y la Relatividad en el Año Internacional de la Física», Real Sociedad Económica de Amigos del País de Tenerife, La Laguna, (25.04.2005). «Teoría de la Relatividad especial», I.E.S. Andrés Bello, Santa Cruz de Tenerife, (27.04.2005). «Blas Cabrera y Einstein», Sociedad Democracia, Arrecife, (20.05.2005). «Einstein y la Relatividad» (30.05.2005) y «La relatividad en el pensamiento español: Ortega y Zubiri» (31.05.2005), Real Academia de Ciencias, Bellas Artes y Buenas Letras «Luis Vélez de Guevara», Écija (Sevilla). «Las teorías de la relatividad: consecuencias en la Cosmología», Paraninfo de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (13.09.2005). «Einstein: cien años de relatividad», Real Academia Nacional de Farmacia, Madrid, (13.10.2005). «Einstein y Ortega», Librería El Buscón, Madrid, (4.11.2005). «Horizontes abiertos por la Relatividad», Casa de la Cultura, Tomelloso (Ciudad Real), (14.11.2005). «En el Año Mundial de la Física: Blas Cabrera y Albert Einstein», Instituto de Estudios Canarios, La Laguna, (1.12.2005). «Zubiri y la Relatividad», Seminario Xavier Zubiri, Fundación Xavier Zubiri, Madrid, (20.01.2006). «Ortega y Einstein: conmemoración conjunta», Real Academia Nacional de Medicina, Madrid, (28.02.2006).

Y cuarta. La creación en Cádiz por **Jorge Juan** en 1755 de la *Asamblea Amistosa Literaria*. Su ámbito pertenece al *académico científico*, las Academias científicas; y a las instituciones que basan sus orígenes y orientan sus acciones culturales hacia la Ilustración. Y con ellas, también, las instituciones culturales de la Armada.<sup>6</sup>

Cádiz ha de unirse al mundo hispánico y al literario universal celebrando a Cervantes. Cádiz debe unirse al mundo científico conmemorando a Einstein. Cádiz convendría que celebrara también a Ortega. Y Cádiz, sobre todo, tiene la obligación ineludible de recordar más y mejor que nadie a Jorge Juan, máxima expresión humana del fecundo Cádiz del XVIII.

Y Ferrol, análogamente. Esta ciudad se considera la más joven de España, fundada por (Fernando VI y) Carlos III, con el fin de aprovechar las extraordinarias condiciones de abrigo para la Marina de la ría de Ferrol. Un recuerdo debo tener para la obra ingenieril –que fue harto significativa en general– de Jorge Juan en esta ciudad; de los datos de que dispongo, que ustedes conocen mejor que yo, puede afirmarse que estuvo aquí para el proyecto del arsenal en 1751, en los momentos de establecerse en Cádiz, y diez años más tarde para la construcción del dique y demás obras, una vez abandonada Cádiz.

Y, en segundo lugar, ¿por qué esta conmemoración? Porque la creación y desarrollo en Cádiz de la *Asamblea Amistosa Literaria* es un acontecimiento *historiable*, en la acepción deliciosa de Américo Castro: lo valorable como modelo merecedor de recuerdo. Debe destacarse, pues, esta condición de *historiabilidad* del hecho que conmemoramos.

## 2. Contribuciones a la conmemoración: a modo de Memoria

La consideración de *historiable* del acontecimiento académico científico gaditano y la aceptación por la actual *Asamblea Amistosa Literaria* de mi candidatura a mediados de 2004, me impulsó a dedicar una cierta atención mayor al recuerdo de la figura de Jorge Juan en este año 2005, a modo de gratitud y compromiso. Los hechos *positivamente* realizados se resumen a continuación. Sirvan estos párrafos con la utilidad de *memoria* de actividades relativas a Jorge Juan en 2005 de las que tengo noticia por haber participado en ellas; por esto tienen consideración de mínimo, en la esperanza de que se hayan realizado muchas más. Son las siguientes.

<sup>6</sup> En mi Cádiz pueden recordarse, con distintas finalidades y desde diversas perspectivas: 1º, otro acontecer de la época objeto de estudio: el **maremoto de Lisboa**, que tantos estragos hizo también en el golfo de Cádiz y en esta ciudad; y 2º, el que desbordará los actos programados: el bicentenario de la **Batalla de Trafalgar**. Se entenderá fácilmente que a estos *acontecimientos* no los consideremos *conmemoraciones*, ya que este último término tiene, para nosotros, valoración positiva.

1. Decisión de hablar sobre la *Asamblea Amistosa Literaria* en la **Real Academia Nacional de Medicina** en nuestra reglamentaria intervención anual<sup>7</sup>, conferencia dictada en **Madrid** el día 18 de enero. Asistió la Alcaldesa de Cádiz y se le ofreció la creación del Premio de Cirugía «Pedro Virgili», de carácter nacional.
2. Participación en el ciclo de conferencias «Homenaje a Jorge Juan y Santacilia» del **Ateneo de Cádiz**, el día 24 de enero<sup>8</sup>.
3. Promoción y coordinación de un ciclo de conferencias en el **Instituto de España, Madrid**, los días 18, 19 y 20 de abril<sup>9</sup>.
4. Escritura del libro *Jorge Juan y su Asamblea Amistosa Literaria (Cádiz, 1755-58). En el CCL Aniversario de la Creación de la Asamblea Amistosa Literaria*, editado por el Instituto de España<sup>10</sup> en octubre.
5. Conferencia inaugural del curso 2005-06 de la «**Cátedra Jorge Juan**» que regentan la Universidade da Coruña y el Arsenal Militar de **Ferrol (La Coruña)**, el día 3 de noviembre.
6. Participación en las **Jornadas de la Ilustración en Novelda (Alicante)** dedicadas a «250 Aniversario de la Fundación de la Asamblea Amistosa Literaria por Jorge Juan» en recuerdo de su ilustre hijo, los días 24, 25 y 26 de noviembre<sup>11</sup>.

<sup>7</sup> Probablemente ha sido la primera manifestación de la Conmemoración de este hito histórico académico científico y gaditano. La conferencia tuvo por título «La Asamblea Amistosa Literaria (Jorge Juan, Cádiz, 1755): Academia científica española con alto contenido médico». Una parte de la misma se publicó con dicho título en *Anales de la RANM*, t. CXXII, 1º, 27-44. Con mayor extensión en el libro editado por el Instituto de España que se cita más adelante.

<sup>8</sup> El ciclo estuvo integrado por las siguientes conferencias: Día 24: «La expedición geodésica al Virreinato del Perú: Jorge Juan y Antonio de Ulloa» (F. González de Posada); día 26: «Jorge Juan y el Cádiz de la Ilustración» (Arturo Morgado García); día 27: «Jorge Juan y la Asamblea Amistosa Literaria» (Ignacio Moreno Aparicio). Se completó el homenaje con una ofrenda floral el día 28 en el Arco del Pópulo bajo la lápida conmemorativa de la expedición (véase más adelante) y otra ofrenda floral el día 29 en el Panteón de Hombres Ilustres, con una visita al Real Observatorio Astronómico de Marina, en San Fernando.

<sup>9</sup> Ciclo de conferencias: Día 18: «Jorge Juan: científico experimental y teórico» (F. González de Posada, Real Academia Nacional de Medicina); día 19: «De la sombra de Newton a la cabeza de Lavoisier: las ciencias en el siglo XVIII» (J.M. Sánchez Ron, Real Academia Española); día 20: «La Ilustración y las instituciones culturales» (Miguel Artola Gallego, Real Academia de la Historia).

<sup>10</sup> González de Posada, F. (2005): *Jorge Juan y su Asamblea Amistosa Literaria (Cádiz, 1755-58)*. Madrid: Instituto de España.

<sup>11</sup> Día 24: Presentación del libro *Trascendencia científica de Jorge Juan* de D. García Castaño por G. Torregrosa Gironés. Día 25: Mesa redonda con C. Martínez Shaw, M. A. Martínez Prieto, C. González Caizán, J. J. Guillén Salvetti y A. Beltrá Jover. Día 26: Mesa redonda con A. Mena Calvo, M. Juan Ferragut, F. González de Posada, V. Pina Pastor y P. Herrero i Jover.

Otras sugerencias, no convertidas de momento en hechos, hemos realizado a lo largo del año, en la esperanza de que alcancen buen fin en un futuro próximo. En primer lugar, la institucionalización pendiente del Premio «Pedro Virgili», concebido como primicia de un programa de mayor envergadura, entre el Ayuntamiento de Cádiz y la Real Academia Nacional de Medicina con la colaboración de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Cádiz. Y, en segundo lugar, ante otras instancias me atreví a sugerir actividades de conmemoración: a) a la Caja de Ahorros del Mediterráneo, Museo Modernista de Novelda, que expusiera elementos de sus salas para una exposición sobre Jorge Juan en el Instituto de España, así como una oferta para un ciclo de conferencias en dicho Museo; b) a la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, de la que Jorge Juan fue Académico de Honor, de Mérito y Consiliario; c) al Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, dada la condición de Proto-Ingeniero de Caminos que a mi juicio asumió Jorge Juan; d) a la Real Academia de Ciencias; y e) a la Casa de Valencia en Madrid.

## II. ANTECEDENTES RECIENTES RELATIVOS AL RECUERDO DE LA EXPEDICIÓN AL PERÚ

Como *antecedentes recientes* del presente artículo pueden considerarse: a) los actos que se organizaron en 1985 en Cádiz y en Madrid; y b) las referencias insertas en un reciente libro de divulgación científica general convertido en *best seller*. Un poco más lejano y quizás colateral pueda considerarse la edición facsímil, en 1968, en la ocasión de los preparativos del bicentenario de la ‘obra cumbre’ de Jorge Juan, el *Examen marítimo teórico y práctico* (1771), obra que había sido traducida al inglés, francés e italiano, y fue editada por el Instituto de España. Sólo pretendo dejar constancia de ellos como fuentes contextuales y de contenido.

### 3. Actos conmemorativos en 1985: CCL Aniversario

#### 3.1. En Cádiz

Parece conveniente, en primer lugar, recordar algunos de los principales actos organizados en la ocasión del CCL Aniversario de la salida de Cádiz en 1735 de los expedicionarios españoles Jorge Juan y Antonio de Ulloa.

Primero. La **Diputación de Cádiz** patrocinó una exposición conmemorativa y un conjunto de actos complementarios<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> La documentación de los Actos del CCL Aniversario en Cádiz –noticias del *Diario de Cádiz*– que he consultado me fue amablemente cedida por Jorge Juan Guillén Salvetti,

**Diputación de Cádiz**  
**EXPOSICION CONMEMORATIVA**  
**DE ULLOA PARA LA MEDICION**

CCL ANIVERSARIO SALIDA DE JORGE JUAN Y DE ANTONIO  
DEL MERIDIANO EN EL VIRREINATO DEL PERU



\* CADIZ. 23-30 MAYO 1985 \*



ESPAÑA  
18  
PTA



día de las fuerzas armadas



Edición Conmemorativa del viaje a los Reinos del Perú.

Segundo. La **Asamblea Amistosa Literaria**, en 1985 recientemente ‘recreada’, colocó una placa conmemorativa en Cádiz, en el Arco del Pópulo, lugar tan unido a Jorge Juan.



Cádiz. Arco del Pópulo.



Placa conmemorativa.

En el texto de la placa puede leerse «medición del grado de meridiano», expresión clásica que se repite con harta reiteración en publicaciones ordinarias y en textos de congresos, que confunde a humanistas e incluso a científicos. Han sido numerosas las ocasiones en las que he debido explicar el objeto de la expedición y el uso de expresiones correctas. Más adelante se verá en qué consistían las medidas y los cálculos. Se trataba de **realizar mediciones geodésicas y observaciones astronómicas que permitieran calcular la longitud de un arco de meridiano asociado a un determinado ángulo con vértice en el centro de la esfera terrestre para determinar la longitud de un arco de meridiano asociado a un grado a nivel del mar en las proximidades del ecuador terrestre, de modo que se pudiera calcular el radio de la Tierra en el ecuador**. Haciendo operaciones análogas en (las proximidades de) el Polo Norte se determinaría la forma de la Tierra.

### 3.2. En Madrid

Junto a estos recuerdos gaditanos, en segundo lugar, no debemos olvidar los actos científico-culturales organizados por la **Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en Madrid**.

Del conjunto de conferencias conmemorativas, la más significativa a los efectos del presente trabajo es la del almirante Alberto Orte, de título «La medida del arco de meridiano en Perú», de correcta expresión.



### 3.3. Y ¿por qué otra vez?

¿Queda algo *nuevo* por decir acerca de la expedición? En todo caso, parece que será poco. Pero con el recuerdo de lo ya tantas veces escrito por otros, es posible que sí: algunas notas de actualidad inmediata, una quizás *nueva* visión contextual, posiblemente algún *novedoso* juicio, la organización del texto, ... y el complemento anticipado de *memoria* 2005.

Resulta, sin duda, que el tema, precisamente por ser más o menos conocido con cierta generalidad, ofrece reiterado interés en los foros culturales.

En el caso presente puede abrirse la posibilidad de hacer algo complementario de lo ya escrito de modo que llegue algún día a constituir un nuevo capítulo que añadir al libro, recientemente aparecido y ya citado, de título *Jorge Juan y su Asamblea Amistosa Literaria (Cádiz, 1755-58)*<sup>13</sup>, que con otros capítulos podría titularse sólo *Jorge Juan: vida y obra*, referido a sus condiciones de marino científico e ingeniero ilustrado.

### 4. Referencias en un libro best seller de actualidad

¿Por qué digo *actualidad*? Veamos algo que conviene no olvidar.

Hay una *actualidad permanente*. Es usual recordar, sobre todo en España, esta expedición como algo glorioso para la ciencia en general y para la ciencia española en particular. Por ello, incluso en este año conmemorativo de la *Asamblea Amistosa Literaria*, el tema más solicitado es el de la expedición al Perú, que sin lugar a dudas fue más relevante en numerosos aspectos. De ordinario, toda referencia a Jorge Juan conduce a la expedición. A mi juicio conviene que vayamos eligiendo otros temas tan significativos o más que éste, tales como: a) «El *newtonianismo* de Jorge Juan»; b) «La contribución de Jorge Juan en Física y en Matemáticas»; c) «La obra de ingeniería civil de Jorge Juan»; d) «Jorge Juan, ingeniero naval»; e) «Jorge Juan, las academias y la Ilustración»; f) «Jorge Juan en el panorama de la ciencia del siglo XVIII»; g) «Jorge Juan y Antonio de Ulloa: una leyenda piadosa»; así como numerosos temas concretos de ciencia e ingeniería, relevantes para las historias de la ciencia y la técnica, que sugieren la lectura de su ‘grande Obra’, el *Examen marítimo*.

Pero hay otra *actualidad actual*. Se ha difundido en 2003 como *best seller* un libro de sumo interés, *A Short History of Nearly Everything*, cuyo autor, Bill Bryson, es uno de los máximos divulgadores presentes de ciencia. En España se ha editado con el título de *Una breve historia de casi todo* y ha alcanzado en 2004 cuatro ediciones, algo ciertamente asombroso. Pues bien, nuestra expedición forma parte de esa breve historia. En el capítulo II «El tamaño de la Tierra» se le dedican los primeros párrafos y casi todo él. Comienza así: «Si tuviésemos que elegir el viaje científico

<sup>13</sup> González de Posada, F. (2005): *Jorge Juan y su Asamblea Amistosa Literaria (Cádiz, 1755-58)*. Madrid: Instituto de España.

menos cordial de todos los tiempos, no podríamos dar con uno peor que la expedición a Perú de 1735 de la Real Academia de Ciencias Francesa». ¡Sorpresa! Es bueno conocer este juicio para mejor contextualizar desde la actualidad la expedición: sus prolegómenos, su desarrollo, los resultados y sus consecuencias.

### III. PROLEGÓMENOS DE LA EXPEDICIÓN

En este párrafo se pretende caracterizar, sintéticamente, el *problema objeto de estudio*. Recurriendo al lenguaje matemático actual del naciente cálculo diferencial coetáneo con la expedición, puede decirse que es no sólo conveniente sino necesario establecer las *condiciones iniciales* y de *contorno* adecuadas para situar correctamente la expedición y así definir el problema y entender su desarrollo. Con este fin se considerarán tres temas: a) el contexto europeo en lo referente a la *ciencia primera*, la mecánica; b) la caracterización del problema: la *forma* y el *tamaño* de la Tierra; y c) la organización –los primeros pasos– de la expedición.

#### 5. El contexto europeo

En primer lugar, conviene destacar algunas notas que caracterizan a la Europa de la época en lo concerniente a la *ciencia primera* (es decir, del movimiento y de la gravitación: Mecánica y Astronomía; hoy Física)<sup>14</sup>.

Primera. El nacimiento de la **ciencia moderna**, construida en el siglo XVII, fundamentalmente por Galileo y Newton.

Por lo que respecta a **Galileo**, interesa aquí señalar sus dos creencias básicas. Una, de naturaleza religiosa: el Universo es obra de Dios; otra, de naturaleza científica: el Universo –la Naturaleza toda– está escrito en lenguaje matemático.

Y decir que **Newton**, galileano, asume la **matematicidad** de la Naturaleza e inicia con extraordinario éxito el **proceso de matematización** de la misma en su magna obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, 1687. Sus leyes de la Dinámica y de la Gravitación explicarán científicamente el funcionamiento del Cosmos.

Segunda. El **movimiento académico** como nueva vía, ante el anquilosamiento de las universidades, para la creación, discusión y difusión del conocimiento científico<sup>15</sup>. Precisamente en este ámbito surgirá el acontecimiento que nos reúne: la expedición al virreinato del Perú.

<sup>14</sup> Puede verse González de Posada, F. (2003): *Libros Antiguos de Física en la Biblioteca Histórica Complutense*. Madrid: Universidad Complutense.

<sup>15</sup> Puede verse González de Posada, F (2003): *La Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote en el contexto histórico del movimiento académico*. Discurso de ingreso en la Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote.

Tercera. El mismo trasfondo intelectual del que surgen las academias, en un sentido más general y universal, hará aflorar la época que se denominaría **Ilustración** que puede caracterizarse, en síntesis apretada y en la línea de este contexto, como tránsito definitivo –o cambio de lema– del entonces tradicional «Dios es la verdad» instalado en el medioevo al novedoso «La verdad es la ciencia».

Y cuarta. Ya que deseo en este año 2005 recordar también a **Ortega** lo haré aquí y ahora con su definición de Europa: «**Europa = Ciencia = Física**»<sup>16</sup>. De pasada puede decirse que por este derrotero no han transitado los constructores de la constitución europea y que ni siquiera los críticos de la misma en España la han recordado.

Por lo que se refiere a España, en lo relativo a esta *ciencia primera*, puede recordarse que no existió propiamente ciencia –ni «hacer ciencia nueva» ni normalmente «difundir la que se hacía fuera»– desde mediados del reinado de Felipe II; que poco, y con enormes dificultades, se logró con la difícil recuperación asociada al «afrancesamiento borbónico» de nuestra cultura con la llegada de Felipe V, de modo que algo se mejora, con una ilustración lenta y recortada. En este contexto se crearían las Academias de la Lengua, de la Historia y de Bellas Artes.

Y en esta época tuvo lugar la expedición al Ecuador y en ella y de ella surgió la figura singular de Jorge Juan, primer y máximo exponente de nuestra Ilustración.

Cádiz fue más Europa que el resto de España por la cantidad de europeos en ella establecidos y por la gran circulación de personas, ideas y mercancías (libros entre ellas) por su puerto. En Cádiz se vivirá también más patriotismo, pero no tan de espaldas a la *inteligencia* como en el resto de la España de ese tiempo.

#### 6. *El problema objeto de estudio: forma y tamaño de la Tierra*

El problema científico que se plantea consiste en lo siguiente: conocidos (porque como tal eran aceptados con normalidad y generalidad en la Europa de 1730, no en España) los movimientos de rotación de la Tierra sobre su eje y de traslación en su órbita elíptica alrededor del Sol, preocupa a los científicos el conocimiento de la forma y tamaño de la Tierra.

Las ideas que concretan con esta finalidad pueden expresarse de manera esquemática en las siguientes.

Primera. Determinar el tamaño (radio) de la Tierra y la forma de achatamiento.

Segunda. Poner fin a las dudas sobre esos problemas acerca de la Tierra, determinando qué teoría era correcta.

Tercera. Para ello habría que medir arcos de meridiano y obtener –calcular– el valor del arco asociado o correspondiente a 1° en el centro de la Tierra, midiendo en

<sup>16</sup> Puede oírse en el ciclo de conferencias dictado en el Instituto de España (de momento grabado) del 25 al 29 de octubre de 1999: «La Física del siglo XX: su presencia en la obra de Ortega».

las proximidades del ecuador y compararlo con otro en las proximidades del polo norte: en Laponia.

Cuarta. Conocida la forma de la Tierra podría cartografiarse ésta situando correctamente longitudes y latitudes.

### 6.1. El problema de la forma de la Tierra

Tres cuestiones relacionadas, pero intelectualmente separables, conviene distinguir.

Primera. La Tierra es redonda. Lo sabe todo el mundo. No constituye problema para nadie: ni científico, ni filosófico, ni religioso. Por tanto, problema ya definitivamente resuelto e integrado culturalmente con generalidad.

Segunda. La Tierra gira sobre su eje (movimiento de rotación) y orbita alrededor del Sol (movimiento de traslación). Problema para filósofos (*¿*) y de naturaleza, en aquellos momentos, religiosa, especialmente en España donde perturba el *copernicanismo*.

Tercera. La Tierra –la cuestión primera resuelta– es redonda, es decir redondeada, oblonga, pero con montañas, valles y un «nivel del mar» presupuestamente «fijo/constante/medio». Pero *¿cómo?*, *¿cuánto?*, *¿achatada por el ecuador o por los polos?*, *¿melón o sandía?* Problema exclusivamente científico, y sólo científico, si se refiere sólo al punto primero, que es redonda (sin relacionarla con los movimientos). Por tanto, cuestión posible, intrínsecamente no se trata de un problema filosófico ni religioso para la época.

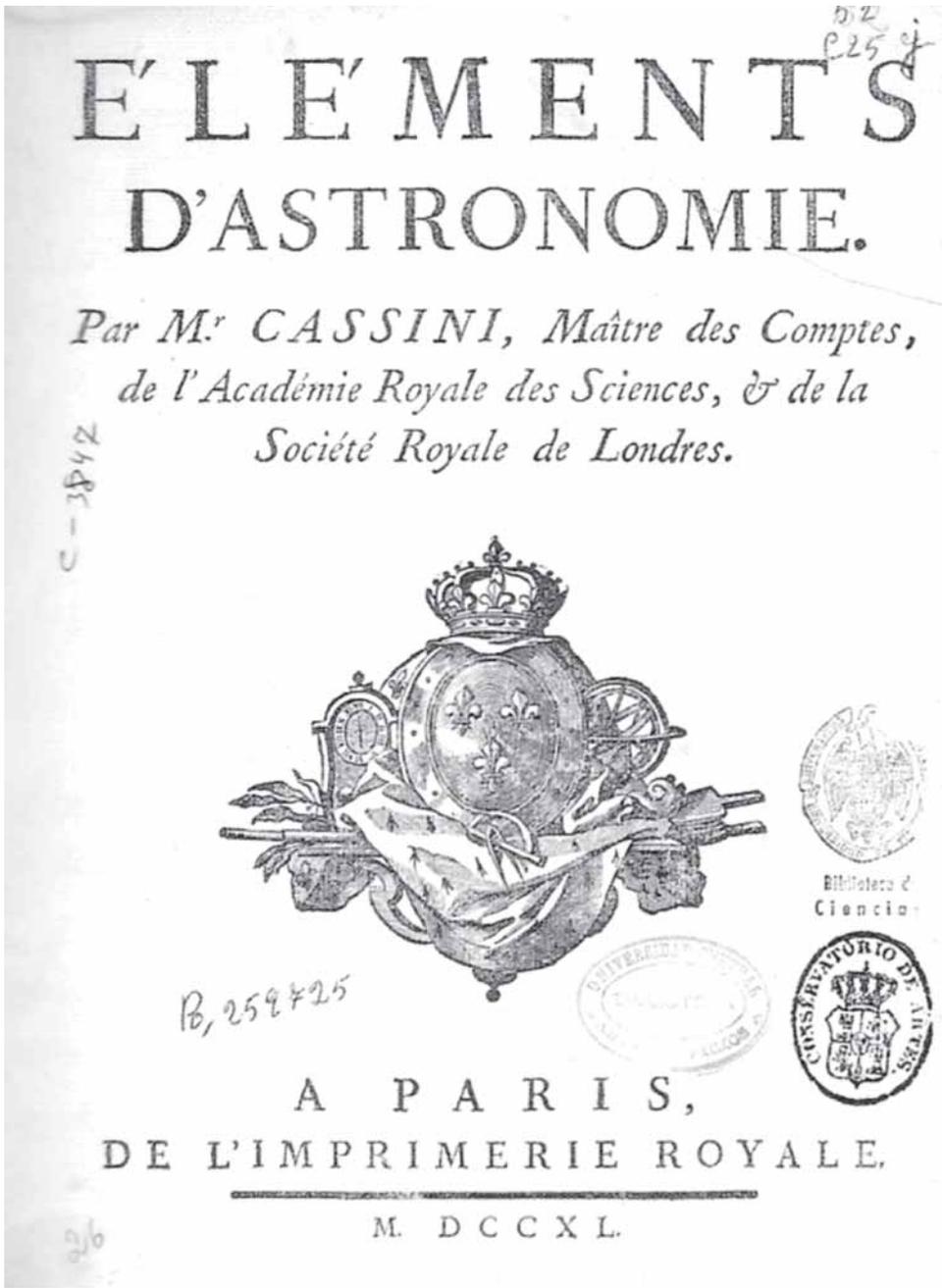
En este punto se enfrentan dos *opiniones*.

Una. Giovanni Domenico **Cassini**, director del Observatorio de París, como consecuencia de mediciones de arcos de meridiano realizadas en Francia ha llegado a la conclusión de que «**la Tierra es un elipsoide alargado en el sentido del eje de rotación**» («melón»), coincidente con el punto de vista postulado por Descartes de que la Tierra era un esferoide prolato, alargado por los polos. Debe destacarse su famosa obra *Éléments d'Astronomie*.

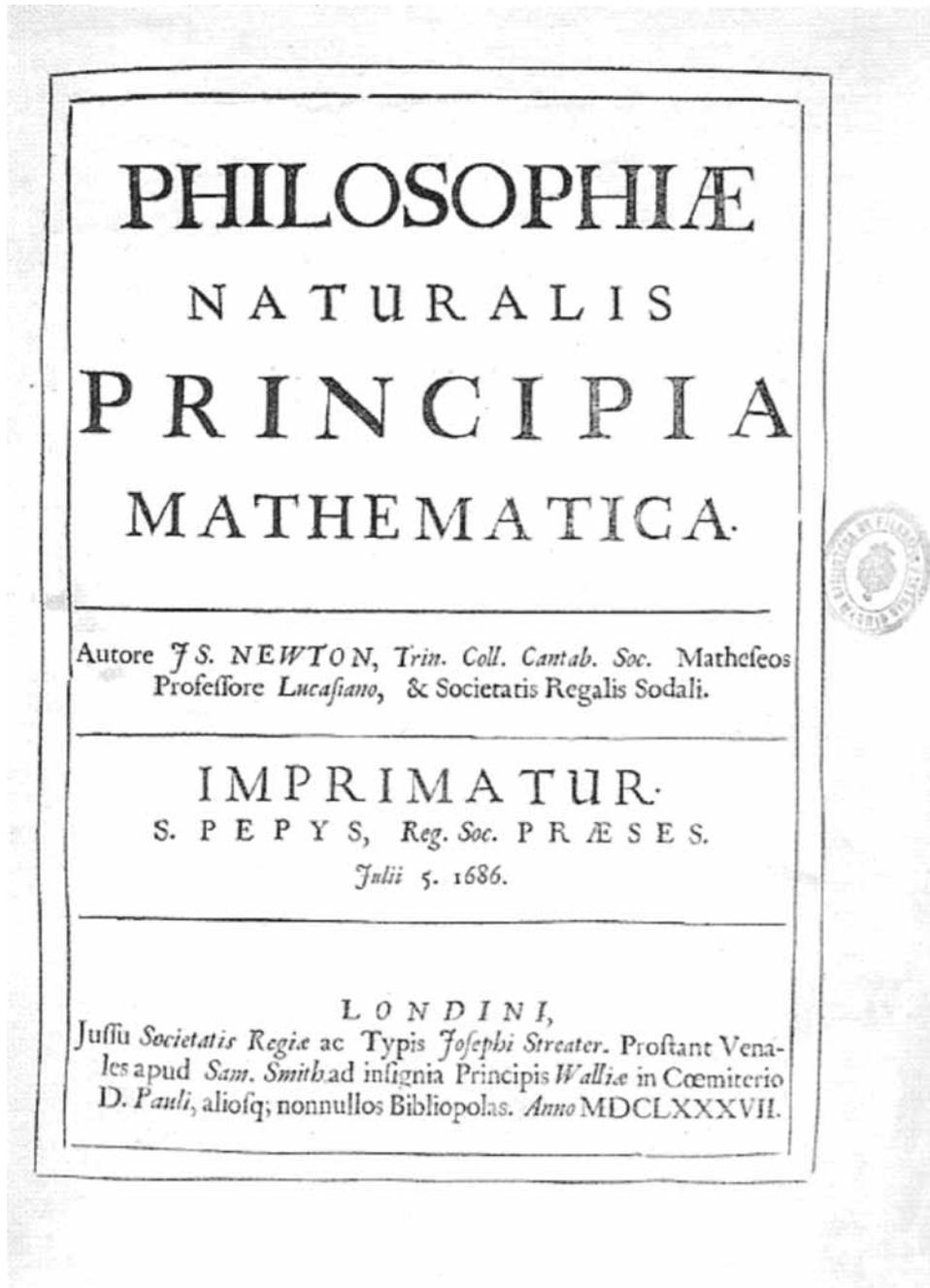
Para Newton la conclusión de Cassini no era correcta y se debía a errores en las mediciones o en la fijación de las estrellas.

Otra. Isaac **Newton**, en su obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, (Libro 3, Proposición 19), «calcula» que la Tierra es un esferoide achatado por los polos («sandía»). En la obra construye la Teoría de la Gravitación y expone, entre otros muchos, los dos problemas teóricos de especial interés siguientes.

1. Determinar la proporción del eje de un planeta a los diámetros perpendiculares a él; y
2. Determinar y comparar entre sí los pesos de los cuerpos en las diversas regiones de la Tierra.



Portada del libro de G.D. Cassini



Portada del libro de I. Newton

Y concluye que «**la Tierra es un elipsoide achatado por los polos**» («sandía»).

## 6.2. Físico-matemática: ecuaciones para los cálculos

Entiendo, aunque no lo consideren así los editores, que no deben eludirse las fórmulas matemáticas en los considerados «trabajos de divulgación» ya que ayudan a quienes las entienden y pueden evitarse por quienes no.

En el caso presente los elementos teóricos necesarios para el estudio del problema son de especial sencillez. En síntesis, las consideraciones físico-matemáticas serían las siguientes, utilizando notaciones hoy usuales, pero recordando que el valor de la constante  $G$  de la gravitación universal newtoniana no se conocía entonces.

### 6.2.1. Ley de la gravitación universal de Newton

Se expresan a continuación de modo correlativo las tres ecuaciones siguientes: a) de la ley de la atracción (fuerza,  $\vec{f}$ ) general de dos cuerpos con masas inerciales  $m$  y  $m'$ , siendo  $r$  la distancia entre los centros de gravedad respectivos y  $\vec{r}_0$  el versor (vector unitario) de la dirección que los une; b) de la intensidad  $\vec{g}(= \vec{f}/m')$  del campo gravitatorio creado por el planeta Tierra, de masa  $M_T$ ; y c) de la aceleración de la gravedad terrestre en los puntos situados a una distancia  $R_T$  del centro de la Tierra:

$$\vec{f} = G \frac{m.m'}{r^2} \vec{r}_0; \quad \vec{g} = G \frac{M_T}{r^2} \vec{r}_0; \quad g = G \frac{M_T}{R_T^2}$$

### 6.2.2. Peso de los cuerpos

El peso de un cuerpo de masa  $m$  en la superficie de la Tierra (fuerza con que ésta lo atrae hacia el centro) está ligado con la aceleración  $g$  mediante

$$P = mg \Rightarrow g = \frac{P}{m}$$

### 6.2.3. Radio de la Tierra

La expresión del radio de la Tierra (distancia al centro) en un punto determinado puede obtenerse directamente de la última de las ecuaciones del primer conjunto, de modo que su valor se relaciona exclusivamente con el de  $g$  en dicho punto, dado que  $k$  es constante

$$R_T = \sqrt{G \frac{M_T}{g}} = \frac{k}{\sqrt{g}}$$

#### 6.2.4. Relojes de péndulo

El período  $T$  de la oscilación de un péndulo depende de la longitud  $l$  de la varilla y de la aceleración de la gravedad  $g$  en el lugar considerado según la fórmula

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

de manera que, por ejemplo, si varía  $g$  habría que variar  $l$  si se pretendiera conservar el período  $T$ .

#### 6.2.5. Longitud de una varilla

La longitud de una regla (por ejemplo, de la varilla de un péndulo) es variable (especialmente con la temperatura y en cuantía según la naturaleza del material). La longitud  $l_t$  a una temperatura  $t$  se relaciona con la longitud  $l_0$  a una temperatura  $t_0$  mediante la fórmula

$$l_t = l_0(1 + \alpha \Delta t)$$

donde  $\Delta t = t - t_0$ , y  $\alpha$  es el coeficiente de dilatación lineal de la varilla.

En resumen, los comisionados para el estudio y la resolución del problema tenían trabajo de investigación. Se trataba de calcular las longitudes de arcos de meridiano para un mismo valor de ángulo central ( $1^\circ$ ), uno situado en las proximidades del ecuador y otro situado en las proximidades del polo Norte.

### 7. La organización de la expedición

#### 7.1. La Academia de Ciencias francesa

A principios de 1734, la Academia está involucrada, inmersa, en el debate sobre la forma de la Tierra iniciado muchos años antes y se entrega a la tarea de resolverlo. Estaba dividida entre *cartesianos* y *newtonianos*.

El matemático Louis Godin propone la organización de una misión geodésica al Perú –que sería propiamente la **primera expedición de naturaleza científica en el mundo**–. Aparte de este aspecto científico, que reportaría reputación y fama a la Academia, el conocimiento de la forma y tamaño de la Tierra facilitaría más precisión en la navegación por los océanos, con lo que Francia superaría a Inglaterra en Armada y marina mercante. Este argumento parece ser que fue el que convenció al ministro Maurepas para apoyar la propuesta. El rey Luis XV acogió la idea y decidió la financiación, de modo que la Academia organizaría la primera expedición «filantrópica» en el «siglo de las expediciones científicas».

La elección del Perú se debió a que era el único lugar terrestre accesible entonces en las proximidades del ecuador. Tanto África como Indonesia eran en esa época

territorios desconocidos, y, por otra parte, el rey de España era nieto del rey de Francia Luis XIV.

La expedición francesa constaba de diez miembros pero nuestro interés se centra en los académicos designados que finalmente fueron los siguientes.

**Louis Godin** (París, 1704; Cádiz, 1760), célebre matemático, que la había propuesto, la impulsó y formalmente presidió la «Expedición científica al Perú para la medición del arco de meridiano asociado a un grado central en el ecuador de la Tierra».

**Charles-Marie de La Condamine** (París, 1701; 1774), geógrafo y matemático, logró a su regreso en la Academia de Ciencias francesa asociar su nombre a la expedición, de tal modo que hoy se la conoce con profusión como «la expedición de La Condamine». Escribió sobre ella: *Relation abrégée d'un voyage fait dans l'intérieur de l'Amérique meridionale* (1745) y *Journal du voyage fait par ordre du Roi à l'Equateur* (1751).

**Pierre Bouguer** (Croisic, 1698; 1758), hidrógrafo, geómetra y astrónomo, con naturaleza de científico de vida tranquila y sedentaria. Ha pasado a la historia como «padre de la ingeniería naval» por su obra científico-técnica pionera *Traité du Navire, de sa construction et de ses mouvemens* (1746). Son recordados sus trabajos sobre teoría de estabilidad de los barcos y por el concepto de metacentro. Estaba trabajando en su Tratado, del que decía: «obra a la que estoy dedicando todo mi tiempo». Su programa vital de investigación fue la concepción de una teoría completa del barco (a la que se dedicó *antes* de América, *en* América y *después* de América).

La expedición, que habría de soportar muchas y grandes dificultades (frío, calor, problemas de transporte, peligros desconocidos, etc., etc.), estuvo integrada, pues, por «grandes figuras», destacados académicos de mediana edad y sedentarios, para una tarea que parecería más apropiada para «jóvenes becarios».

Maurepas autorizaría poco más tarde a la Academia la organización de una segunda expedición, a Laponia –cerca del Círculo Polar, actual Finlandia– con objeto análogo: calcular mediante mediciones el arco de meridiano asociado a un grado. Esta expedición estaría dirigida por Louis-Moreau de Maupertius y en ella participarían, entre otros, Ander Celsius y Alexis Claireaut.

## 7.2. Solicitud a España

Luis XV solicita a la Corona de España permiso para el desplazamiento, la estancia y la observación en el virreinato del Perú (en el actual Ecuador). Felipe V, obviamente francófono, aceptó la expedición pero poniendo como condición que se integraran en ella españoles, que se acepta.

Se elige a dos jóvenes oficiales marinos: **Jorge Juan**, entonces con 22 años, y **Antonio de Ulloa**, entonces con 19 años, para acompañar a la expedición francesa.

#### IV. LA EXPEDICIÓN CIENTÍFICA

EL PROBLEMA CONCRETO: CÁLCULO DEL ARCO DE MERIDIANO EN EL ECUADOR ASOCIADO A UN GRADO MEDIANTE MEDICIONES GEODÉSICAS Y OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS

##### 8. *Los primeros momentos: de Europa a Quito*

La expedición francesa salió de La Rochelle el 16 de mayo de 1735 a bordo del *Portefaix* de 44 cañones y llegó a Cartagena de Indias en noviembre, donde se encontraron con los españoles.

El 26 de mayo de 1735 parten de la Bahía de Cádiz los marinos Jorge Juan (22 años) y Antonio de Ulloa (19 años); Juan en *El Conquistador*, navío de 67 cañones, en unión del nuevo virrey del Perú, José de Mendoza Caamaño, marqués de Villagarcía, y del obispo electo de Popayán; Ulloa en la fragata *Incendio*. El 7 de julio entran en la Bahía de Cartagena de Indias, donde deben encontrarse con los académicos franceses, que no arriban hasta noviembre, como se ha dicho.

La expedición conjunta atraviesa el istmo de Panamá en Porto Bello. Durante la travesía tienen unas primeras discusiones acerca de si las mediciones deben hacerse de un arco de meridiano o de un arco ecuatorial, o de ambos. Resuelta la opción del meridiano, otra acerca de si suben a la Cordillera (decisión del líder Godin), donde las condiciones son más difíciles, o si es mejor hacer las experiencias en la llanura litoral (opinión de Bouguer). Desembarcan en Guayaquil (costa del virreinato del Perú, hoy Ecuador).

Triunfa la tesis de Godin, obviamente por la condición formal de autoridad de éste, que realmente comienza a decaer, negándose a cambiar sus planes preconcebidos.

El ascenso de Guayaquil a Quito transportando sobre mulas las cajas con los instrumentos, libros, materiales y efectos personales constituyó, como no podía ser de otra manera, fuente de numerosos problemas. El ascenso exigía, además, por las dificultades de la insuficiencia de oxígeno, detenciones múltiples para descansar.

Llegan a Quito en junio de 1736, un año después de la salida de Europa. Se les presentan nuevos problemas, de los que pueden citarse los siguientes: a) La Inquisición los acusa de ser judíos; y b) Bouguer, que se mostró más responsable, pretende montar un observatorio, mientras que los restantes «viven a lo grande» y a mediados de verano tienen pocos fondos, por lo que La Condamine se desplaza a Lima para obtener del Virrey nuevos medios con sus cartas de crédito.

##### 9. *El desarrollo de los trabajos*

El proceso de los trabajos científicos se había concebido en dos fases: una primera, de topografía o geodesia: medir distancias sobre la superficie de la Tierra; y una segunda, de observaciones astronómicas para medir ángulos considerando como vértice el centro de la Tierra.

*Primera fase. Topografía.*

La primera fase era de topografía o geodesia, y consistía en varias etapas.

Primera. Preparación de mapas del territorio para trazar y medir la *base*. Este trabajo supone disponer de una línea recta en el mapa, que en el terreno exige cavar una zanja, limpiarla de obstáculos, perfectamente recta, de aproximadamente medio metro de ancho y ... ¡de unos 13 km de longitud!, lo que implicaba arrancar arbustos, talar árboles, vadear barrancos, etc., etc. En octubre de 1936 empiezan las mediciones de la longitud de la *base* acordada (unos 6500 *toises*<sup>17</sup>) del primer triángulo, en las llanuras de Yaruqui, a unos 20 km al noreste de Quito. La expedición se organizó en dos equipos, de modo que se obtuvieran dos juegos de resultados, que permitieran el contraste de los mismos. Uno, integrado por La Condamine, Bouguer y Ochoa; el otro, por Godin y Juan<sup>18</sup>.

Segunda. Medir los ángulos desde los extremos de la base al vértice del triángulo concebido, calculando los otros dos lados del triángulo mediante trigonometría. Permanecen en el entorno de Quito, donde ocupan alojamientos agradables, durante algo más de un año.

Tercera. Reiterar el proceso anterior de triangulación hasta el final en Cuenca por el mismo procedimiento. Tres años, 1737 a 1739, estuvieron midiendo y calculando los grandes triángulos del proceso topográfico, viviendo en cabañas y tiendas de campaña en difíciles circunstancias (el principal problema fue el frío, situados a unos tres mil metros de altitud; también el hambre, y la necesidad de mascar coca para contrarrestar los efectos de la altitud). La triangulación era una tarea ardua y larga. Se habían propuesto estudiar una cadena de triángulos (fueron 32 en total) para medir largas distancias, unos 350 km desde Quito a Cuenca que correspondieran aproximadamente a unos 3 grados de ángulo desde el centro de la Tierra. El terreno consistía en una doble fila de picos con un amplio valle en medio, de modo que disfrutaban de aceptable visibilidad entre las cumbres para localizar los vértices de los triángulos. Suele decirse que los enfrentamientos continuaron y que Godin se negaba a intercambiar sus observaciones con el otro grupo<sup>19</sup>.

<sup>17</sup> Un *toise* era una unidad de medida en Francia, equivalente a unos 1,95 metros. Entre los instrumentos figuraba una barra de metal traída desde París de longitud exacta de un *toise*. Con ella no sólo debía medirse la longitud de la base sino también tenerse en cuenta los problemas de contracción y dilatación con los cambios de temperatura que, obviamente, también le afectaban a ella.

<sup>18</sup> Éstos debieron entenderse maravillosamente y fraguaron una buena amistad que se concretaría de manera especial años más tarde cuando, siendo Juan capitán de la Academia de Guardias Marinas de Cádiz, logra que Godin venga de director de la Escuela.

<sup>19</sup> Entre los numerosos problemas que padecieron hubo otro especialmente complicado durante la estancia en Cuenca, como consecuencia de las relaciones del médico de la expedición, Séniergues, con una señora, amante de un rico hacendado, episodio que concluyó con la muerte del médico a consecuencia de una refriega con espadas durante una corrida de toros.



oficiales<sup>20</sup>. Los problemas legales con la Audiencia de Quito duraron varios meses hasta que se cambió la inscripción<sup>21</sup>. Godin, falto de dinero y habiendo caído en desgracia con la Academia, hace gestiones para ocupar un puesto de profesor de matemáticas en la Universidad de Lima.

*Segunda fase. Observaciones astronómicas.*

Faltaban por realizar las observaciones astronómicas adecuadas para determinar, con referencia a las estrellas, el ángulo entre los extremos elegidos del arco de meridiano, observaciones que realizaron durante los años 1741 al 43, el primero en Cuenca. En junio de 1742 Bouguer y La Condamine se desplazan a Quito para organizar el último conjunto de observaciones astronómicas. De Francia les llegaron noticias relativas al éxito de la expedición de Maupertuis en Laponia que había determinado el arco de meridiano asociado a un grado en las proximidades del Polo Norte y verificado, en contraste con las mediciones de Francia, que la hipótesis de Newton era la correcta. La carta los invitaba al regreso pero decidieron ignorarla hasta concluir sus trabajos.

En el año 1743 la expedición francesa está definitivamente deshecha y cada uno toma una senda.

Godin permanece en Perú como profesor de matemáticas en la Universidad de Lima.

Bouguer logra que Godin le dé dinero para el regreso, que consigue por la venta de los instrumentos astronómicos de la expedición, y abandona Quito el 23 de febrero de 1743. Regresa el primero y en junio de 1744 desembarca en Brest. Presenta un informe a la Academia en este mismo año. En 1749 publicaría *La Figure de la Terre*, un año después de editadas las obras de los marinos españoles, criticando algunos errores matemáticos de éstos<sup>22</sup>.

<sup>20</sup> En un certificado de Bouguer, fechado en Quito el 17 de febrero de 1737, se afirma que Juan y Ulloa «no sólo habían ayudado en todo lo que hicimos desde que entramos en el territorio de su Majestad Católica, sino que de buen grado compartieron con nosotros todas las privaciones y labores que acompañan este tipo de actividades». Pando Villarroya, J.L. de (1984): *Asamblea Amistosa Literaria*. Madrid: Pando Ediciones. [Citado en Ferreiro].

<sup>21</sup> No obstante, unos seis años más tarde, el nuevo Consejo decidió destruir el monumento, del que no quedó ningún vestigio.

<sup>22</sup> Escribe Ferreiro (2003): «El informe publicado por Bouguer arremetió contra el joven [Jorge Juan], pero muy inteligente oficial por no incluir ciertos términos matemáticos en sus cálculos afirmando que «tomó las diferencias en las declinaciones como proporcionales al cuadrado del tiempo que había pasado desde el momento del solsticio sin tener en cuenta la diferencia proporcional de la potencia cuarta» [p. 246]. Esta insistencia por la exactitud absoluta estaba en el fondo de su posterior pelea con La Condamine».

Bouguer y La Condamine se enfrentaron en la Academia en una larga y tensa controversia por la medida correcta del diámetro de la Tierra, controversia que duró hasta la muerte de Bouguer en 1758.

La expedición concluye los trabajos definitivamente en 1744. Nuestros marinos, por diferentes vías, regresan a España en 1746.

#### *10. En torno a los problemas científicos*

En el punto anterior se ha descrito –sucintamente– el proceso seguido por la expedición con consideraciones –pocas y breves– de diferentes tipos: científicas, políticas, sociales, de relaciones personales, etc. En el Ecuador estuvieron muchos años, hicieron muchas cosas y les ocurrieron otras muchas.

En este punto se pretende concretar con precisión algunas ideas relativas a los aspectos propiamente científico-técnicos en su momento histórico.

Desde un punto de vista *conceptual* los problemas a resolver podrían enunciarse y relacionarse de la manera siguiente.

Primero. Fijar el meridiano objeto de estudio.

Segundo. Calcular el arco real mediante mediciones topográficas por el método de las triangulaciones.

Tercero. Determinar el ángulo entre las latitudes de los extremos del arco medido.

Cuarto. Calcular el arco asociado de radio constante.

Quinto. Calcular el arco geométrico correspondiente al nivel del mar.

La resolución de estos problemas presentaba grandes dificultades. Así, por ejemplo, la fijación del meridiano objeto de estudio, que debía hacerse mediante observaciones astronómicas de latitud. (La tarea de fijar un arco ecuatorial aún era de mayor dificultad, ya que para el cálculo de las diferencias en longitud geográfica se precisaba cronometrar, sin que se dispusiera de verdaderos cronómetros y dada la poca fiabilidad de los relojes de péndulo).

Todo esto se dificultaba en la práctica por los problemas inherentes a tres constituyentes propios de la experimentación: a) Los instrumentos; b) Los métodos; y c) Las condiciones físicas<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> Sólo a modo anecdótico: hicieron estudios complementarios de *velocidad del sonido* (especulación experimental sobre la influencia de la densidad del aire, del viento, del día y de la noche, de la clase de emisor); experiencias de *gravedad* con el péndulo, de *dilatación* para correcciones de medida ... y no tenían termómetros, de *alturas* con barómetros; etc.

## V. LOS RESULTADOS DE LA EXPEDICIÓN

### *11. Resultados para la ciencia universal*

Veredicto: La expedición, respecto a su concreto objetivo científico, resultó inútil. Se resolvió el problema objeto de estudio independientemente de ella y antes de su conclusión.

### *12. Resultados para Francia*

Esta expedición científica, primera propiamente con este nombre, había sido organizada por la Academia de Ciencias de París. El resultado, para los intereses de Francia, tras diez años de viajes y trabajos, puede considerarse como de rotundo fracaso, que puede concretarse en tres aspectos básicos: económico, humano y científico.

*Primero. Fracaso económico.* Para la justificación de este aserto son suficientes unas brevísimas notas: a) El coste de diez años de mediciones y observaciones en lugares tan alejados y difíciles; b) Los abusos de algunos de los miembros de la expedición; y c) Como expresiva manifestación de «chocolate del loro» cuando hay despilfarro, la (¿necesaria?) venta final de los instrumentos científicos.

*Segundo. Fracaso en las relaciones humanas.* Numerosos fueron los problemas de los expedicionarios con los ciudadanos de Quito y de Cuenca. Pero aquí es suficiente centrar esta referencia de fracaso de las relaciones humanas en el grupo de los académicos franceses entre sí, prescindiendo del resto de la expedición, que manifestaron una llamativa y progresiva desunión.

Godin, responsable formal de la expedición, parece ser –desde la óptica francesa– que se comportó como un tirano científico y dilapidador económico, enfrentado a los otros, Bouguer y La Condamine, desde el principio. Los temas científicos de las primeras grandes discusiones fueron sobre medir un arco meridiano o uno ecuatorial y sobre hacerlo en la planicie costera o en la cordillera, cuestiones ambas de capital importancia. Godin sería expulsado de la Academia<sup>24</sup> y permaneció en Perú como profesor de Matemáticas en la Universidad de Lima.

Bouguer y La Condamine se enfrentaron finalmente en Quito, enfrentamiento que mantuvieron en la Academia a la vuelta de América hasta la muerte de Bouguer.

*Tercero. Fracaso científico.* Se inició, unido al económico, con la obsesión de Godin por hacer las mediciones en la Cordillera (dureza del terreno, malas condicio-

<sup>24</sup> La perspectiva española acerca de Godin es de signo contrario. Fue primero profesor de matemáticas en la Universidad de Lima, y posteriormente director de la Academia de Guardias Marinas de Cádiz.

nes climáticas, mayor duración, etc.) frente al deseo de los otros de hacerlo en la llanura litoral. Y finalmente con la demostración de su inutilidad: reciben en el propio Perú (en Quito, hoy Ecuador) la noticia de que el problema ha quedado resuelto con la expedición a Laponia (en la que participaron los científicos Maupertuis, Reamur y Clairaut) en contraste con las mediciones realizadas en Francia.

Desde este punto de vista francés, por otra parte, puede afirmarse que el fracaso *patriótico* fue total: el resultado del problema planteado supuso un triunfo definitivo de Newton frente a Cassini (y Descartes).

Pero junto a tanto fracaso quedó una gloria científica, aunque marginal y excéntrica al problema. Bouguer continuó trabajando en el Perú, incluso en las tiendas de la Cordillera, en su *Traité du Navire, de sa construction, et de ses mouvements*, obra pionera de la ingeniería naval, es decir de la construcción naval sometida a principios matemáticos. Ha escrito Ferreiro (2003, p. 5): «La ingeniería naval nació en las montañas del Perú, en la mente de un astrónomo francés llamado Pierre Bouguer que no había construido un barco en su vida [...] era una obra extraordinaria escrita en circunstancias extraordinarias que permitió la aplicación de principios matemáticos al proyecto y construcción de barcos»<sup>25</sup>.

### 13. Perspectiva «mundial» desde la actualidad: el libro de Bill Bryson

No podemos soslayar, desde la actualidad, la visión que se tiene de esta expedición allende nuestras fronteras, visión angloamericana que se va extendiendo por todas partes.

El libro *A Short History of Nearly Everything* de Bill Bryson de 2003 traducido a numerosas lenguas<sup>26</sup> se ha convertido en un *best seller* disfrutando, en consecuencia, de una gran difusión. Conviene destacar algunas de sus ideas, aunque sólo fuera por la perspectiva que de esta expedición adquirirá una mayoría de las personas que de ella adquieran noticia, precisamente por la lectura de esta obra. Se encuentran en el tema 4, «La medida de las cosas», primero del Capítulo II «El tamaño de la Tierra».<sup>27</sup>

A continuación, y prácticamente sin comentarios, se reproducen ordenadamente algunos párrafos harto significativos en forma de notas que manifiestan la imagen que puede tenerse en la actualidad de la expedición.

Primera. Impresión general de *fracaso humano social*. «El **viaje científico menos cordial de todos los tiempos** [...] la expedición a Perú de 1735 de la Real Academia de Ciencias Francesa».

<sup>25</sup> Aún dice más: «la forma como *Traité du Navire* revolucionó la ingeniería naval es paralela a como los *Principia* revolucionaron la física». (p. 35).

<sup>26</sup> La española, de 2004, de RBA Libros.

<sup>27</sup> El uso de negritas es mío.

Segunda. Acerca de los integrantes: «formada por un **grupo de científicos y aventureros** que viajó a Perú con el propósito de triangular distancias a través de los Andes».

Tercera. Sobre el lugar elegido: «Eligieron los Andes porque necesitaban hacer mediciones cerca del Ecuador, para determinar si había realmente una diferencia de esfericidad allí, y porque consideraron que desde las montañas habría una buena perspectiva. En realidad las montañas de Perú estaban tan constantemente cubiertas de niebla que el equipo muchas veces tenía que esperar semanas para una hora de medición clara. Además habían elegido uno de los territorios más accidentados de la Tierra».

Cuarta. En torno a las relaciones sociales extrínsecas: «**Las cosas empezaron a salir mal casi inmediatamente**. En algunos casos de forma espectacular. En Quito, los visitantes debieron de provocar de algún modo a los habitantes de la ciudad porque una multitud armada con piedras les expulsó de allí. Poco después, el médico de la expedición fue asesinado por un malentendido relacionado con una mujer. El botánico se volvió loco. Otros murieron de fiebres y caídas. El miembro del grupo que ocupaba el tercer puesto en autoridad, un individuo llamado Pierre Dodin, se fugó con una muchacha de trece años y no hubo modo de convencerle de que se reincorporase a la expedición».

Quinta. Sobre el desarrollo y los trámites burocráticos: «En determinado momento, **el grupo tuvo que suspender sus trabajos** durante ocho meses, mientras La Condamine regresaba a caballo a Lima para resolver unos problemas que había con los permisos».

Sexta. Aspecto social intrínseco: «Finalmente, **Bouguer y él [La Condamine] dejaron de hablarse y se negaron a trabajar juntos**».

Séptima. Una consideración social científica: «Fuese a donde fuese, el **menquante grupo era recibido con profundísimo recelo** por los funcionarios, a quienes les resultaba difícil creer que un grupo de científicos franceses hubiesen recorrido medio mundo para medir el mundo. No tenía sentido. Dos siglos y medio después, aún parece una postura razonable».

Octava. Una pregunta crucial: «¿**Por qué no hicieron los franceses sus mediciones en Francia** y se ahorraron todas las molestias y las penalidades de su aventura andina? La respuesta se halla en parte en el hecho de que los científicos del siglo XVIII, y en particular los franceses, raras veces hacían las cosas de una forma sencilla si había a mano una alternativa complicada...».

Novena. Respecto del resultado, de *fracaso científico de la expedición*: «Si Bouguer y La Condamine tenían algo era tenacidad, así que persistieron en la tarea durante nueve largos y penosos años y medio de sol abrasador. Poco antes de dar fin a la empresa, les llegó la noticia de que un segundo equipo francés, que había efectuado mediciones en la región septentrional de Escandinavia —y afrontado también nota-

bles penalidades, desde cenagosos tremedales a peligrosos témpanos de hielo— había descubierto que **el grado<sup>28</sup> era en realidad mayor cerca de los polos, como había pronosticado Newton**. La Tierra tenía 43 kilómetros más medida ecuatorialmente que si se la medía de arriba abajo, pasando por los polos. Bouguer y La Condamine se habían pasado así **casi diez años trabajando para obtener un resultado que no era el que querían, sólo para enterarse ahora de que ni siquiera eran los primeros que lo hallaban**. Terminaron sus mediciones apáticamente, confirmando con ellas que el primer equipo francés estaba en lo cierto. Luego, sin hablarse aún, regresaron a la costa y zarparon hacia su patria en barcos diferentes».

Y décima. Con respecto al otro tema, la predicción de Newton relativa a que en la cercanía de una montaña, una plomada se inclinaría levemente hacia ella, afectada por su masa gravitatoria, además de por la de la Tierra, de modo que, además, se podría calcular la constante  $G$  y la masa de la Tierra, se dice: «Bouguer y La Condamine lo habían intentado en el monte Chimborazo de Perú, pero habían acabado derrotados por las dificultades técnicas y por sus propias desavenencias».

#### *14. Resultados para España*

En contraste con la perspectiva angloamericana destacada en el punto anterior, nosotros (en España, nuestros historiadores de la ciencia) magnificamos la expedición y la conmemoramos con reiteración.

Desde esta perspectiva general, mundial, para nuestro interés, conviene destacar dos polos de atención.

Uno. La expedición constituyó un auténtico dislate de concepción (sobre todo la elección de la cordillera), de desarrollo (fracaso humano y social) y de inutilidad (fracaso científico).

Dos. Por otra parte, se concluye también, al menos por omisión, que ni España (ciertamente exenta y carente de responsabilidad científica) aportó nada ni existieron Jorge Juan y Antonio de Ulloa.

Antes de concretar algunos aspectos de los resultados de la expedición para España, por continuar con el tema en marcha, parece oportuno decir que nuestra actitud presente debe integrar, a mi juicio, las siguientes características.

Primera. Rebajar notas de triunfalismo en la construcción de la historia de la ciencia española.

Segunda. Elevar cierta protesta, aportando las contribuciones positivas de nuestros marinos, aun reconociendo que la expedición en sí constituyera un auténtico fracaso social y científico.

<sup>28</sup> Disparate tradicionalmente reiterado. «El grado» (un grado es unidad de medida de ángulos) es intrínsecamente exacto. Debería decir: la longitud del arco de meridiano asociado (o correspondiente) a un grado (con vértice en el centro de la Tierra).

Tercera. Y, por otra parte, mejorar (aceptar) el reconocimiento de que en España no dimos demasiada importancia ni al tema de la expedición, ni a la verdad científica, ni a nuestros autores. ¡Cuánto trabajo les supuso a Juan y a Ulloa publicar sus obras! ... y ello se logró cambiando parte de sus ideas y renunciando a otras. Y, ¡qué poco caso les hicimos!, ¡qué poco aprecio les manifestamos! ... tan poco, valga como anécdota, que de los restos de Jorge Juan no se preocuparon sus coetáneos y aún hoy no sabemos dónde está enterrado.

¡Bien! Pero conviene precisar algunos resultados importantes para España.

Primero, y fundamental. El aprendizaje científico experimental y teórico de Juan y Ulloa, colocados al primer nivel europeo. Estuvieron casi diez años en Perú realizando mediciones geodésicas, observaciones astronómicas, etc., en relación directa con auténticas figuras de la ciencia europea del momento.

Segundo. La ordenación de cálculos y apuntes en Madrid, en un ambiente político de especial consideración por la presencia en el poder del Marqués de la Ensenada, para preparar la edición de sus obras. Sus libros: las *Observaciones* y la *Relación Histórica*, constituyeron obras de relieve en el panorama de la cultura europea del siglo XVIII alcanzando notable difusión. Las *Observaciones* fueron traducidas al alemán (1751), francés (1752), inglés (1758, 60, 72, 1806, 1807) y holandés (1771). De la *Relación histórica* se hicieron ediciones en francés (1752, Ámsterdam y París) e inglés (1772).



Jacopo Amiconi. Retrato del Marqués de la Ensenada posterior a 1750.  
Museo del Prado. Madrid.



Retratos de Jorge Juan y de Antonio de Ulloa.

**OBSERVACIONES**  
ASTRONOMICAS, Y PHISICAS  
HECHAS  
DE ORDEN DE S. MAG.  
EN  
LOS REYNOS DEL PERÚ  
*Por D. JORGE JUAN, Comendador de Aliza en el Orden de S. Juan, Socio Corres-  
pondiente de la R. Academia de las Ciencias de Paris, y D. ANTONIO DE ULLOA,  
de la R. Sociedad de Londres, ambos Capitanes de Fragata de la R. Armada,*  
DE LAS QUALES SE DEDUCE  
**LA FIGURA, Y MAGNITUD**  
**DE LA TIERRA,**  
Y SE APLICA  
A LA NAVEGACION.



IMPRESSO DE ORDEN DEL REY NUESTRO SEÑOR  
EN MADRID  
Por JUAN DE ZúñIGA, Año M.D.C.C.XLVIII.

**RELACION HISTORICA**  
DEL VIAGE  
A LA AMERICA MERIDIONAL  
HECHO  
DE ORDEN DE S. MAG.

PARA MEDIR ALGUNOS GRADOS DE MERIDIANO  
Terrestre, y venir por ellos en conocimiento de la verdadera Figura,  
y Magnitud de la Tierra, con otras varias Observaciones  
Astronomicas, y Phisicas:

*Por DON JORGE JUAN, Comendador de Aliza, en el Orden de San  
Juan, Socio correspondiente de la Real Academia de las Ciencias de Paris,  
y DON ANTONIO DE ULLOA, de la Real Sociedad de Londres;  
ambos Capitanes de Fragata de la Real Armada.*

PRIMERA PARTE, TOMO PRIMERO.



IMPRESSA DE ORDEN DEL REY NUESTRO SEÑOR  
EN MADRID  
Por ANTONIO MARIN, Año de M.D.C.C.XLVIII.

Tercero. Jorge Juan abandonaría la usual condición de ‘marino’ para desempeñar funciones múltiples basadas en sus conocimientos científicos y técnicos y en su gran capacidad intelectual y dotes de gobierno. Ulloa regresó a la condición de marino, por encima e independientemente de sus cargos de relieve, y concluyó como tal, y siendo tal, su vida en la actual San Fernando. A modo de caricatura pero precisa, y como inicio del desarrollo del tema de la tradicional *dualidad unitaria*, me atrevo a decir que, referido a la segunda mitad del siglo XVIII, Jorge Juan es a Cádiz como Ulloa es a San Fernando.

Cuarto. La Universidad de San Marcos de Lima disfrutó de Godin, 1744-48, como profesor de Matemáticas y Astronomía. Posteriormente la Academia de Guardias Marinas de Cádiz y la *Asamblea Amistosa Literaria*.

## VI. UNAS CONSIDERACIONES FINALES ACERCA DE JORGE JUAN

### 15. *Acercas de Jorge Juan*

Finalmente, aunque sea reincidir en algunas consideraciones en otros lugares ya escritas, debo hacer unas referencias especiales a Jorge Juan, y, por ello, hacerlo en forma sintética.

Primera. **Jorge Juan**, hombre de fe, *es galileano*. El Cosmos, creado por Dios, «está escrito en lenguaje matemático» –la *Teórica*–.

Segunda. Jorge Juan *se hace newtoniano*. Newton constituye luz científica. Juan, científico moderno, sigue a Newton. Los «cultos españoles» de la época pelean sin ciencia, y así se plantea y se vive el problema del *copernicanismo*, que para Juan, como para la ciencia europea de su época, es mera consecuencia del *newtonianismo*. El marino español acepta la *Teórica* de Newton.

Tercera. El *Examen marítimo* es una obra singular, de primer rango, entre las más importantes del siglo XVIII.

Cuarta. La intelección de la vida científica de Jorge Juan se facilita recordando unos párrafos de su *alegato-testamento*:

«¿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**»<sup>29</sup>.

Quinta. Sobre la unidad entre Juan y Ulloa, cierta hasta la edición de los libros sobre la expedición, opino que se rompió en torno a 1750. Considero que son leyenda los intentos reiterados de convertir en *unidad* lo que fue *dualidad* separada con progresiva lejanía afectiva y no sólo geográfica. Para rubricar este aserto es suficiente leer el testamento de Ulloa a sus hijos.

#### REFERENCIAS

- AGUILAR PERIS (2000): «La ciencia en la ilustración valenciana: Jorge Juan y J. Cavanilles» en *Aula de Humanidades y Ciencias. Serie filológica nº 21*. Valencia: Real Academia de Cultura Valencia.
- 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.
- BERNOUILLI, J. (1742): *Opera omnia ...* Lausannae-Genevae.
- BERNOUILLI, J.(1738): *Hydrodynamique, sive de viribus et motibus fluidorum commentarii*. Estrasburgo.
- BOUGUER, P. (1749): *La figure de la Terre*. París.
- (1746): *Traité du Navire, de sa construction et de ses mouvemens*. París.
- BRYSON, B. (2003): *A Short History of Nearly Everything*. (Edición española, 2004, *Una breve historia de casi todo*. Barcelona: RBA Libros).
- CAPEL, H. (1982): *Geografía y matemáticas en la España del siglo XVIII*. Barcelona.
- CASALS COSTA, V. y CAPEL SÁEZ, H. (2002): «La ingeniería y la ciencia a la conquista del territorio». En *Un reinado bajo el signo de la paz. Fernando VI y Bárbara de Braganza*. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.
- CASSINI DE THURY, J. F. (1740): *Éléments d'astronomie ...* París.

<sup>29</sup> El uso de negritas es mío.

- (1740): *Tables astronomiques du Soleil, de la Lune, ...* París.
  - (1744): *La meridienne de l'Observatoire Royal ...* París.
  - (1746): *Adition aux Tables astronomiques de M. Cassini ...* París.
  - (1747): *Table générale des matières ... depuis l'année 1731 jusqu'a ... 1740 ... par M. Cassini ...* París.
- 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.
- CLAIRAUT, A. C. (1743): *Theorie de la figure de la Terre tirée des principes de l'hydrostatique*. París.
- COHEN, I. B. (1980): *The Newtonian Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- CONDAMINE, CH-M. DE LA. (1745): *Relation abregée d'un voyage fait dans l'interior de l'Amérique meridionale*. París.
- - - (1751): *Journal du voyage fait par ordre du Roi a l'Equateur*. París.
- D'ALAMBERT, J. B. (1743): *Traité de dynamique ...* París: Chez David.
- DESCARTES, R. (1701): *Opuscula posthuma, physica et matemática ...*
- DIDIER OZANAN, (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.
- ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE ... Diderot ... d'Alambert ... (1750-1772). París: Chez Briasson.
- EULER, L. (1736): *Mecánica, sive motus scientia analytice exposita*
- (1749): *Sur les inégalités du mouvement de Saturne et Júpiter ...* París.
  - (1765): *Teoría motus corporum solidorum seu rigidorum*.
- FERREIRO, L.D. (2003): *Bouguer en el Perú: Cómo la ingeniería naval bajó desde la montaña*. Madrid: Fundación Jorge Juan.
- GONZÁLEZ DE POSADA, F. (1994): *Curso de Cosmología. Física, Filosofía, Religión*. Tenerife: Universidad de La Laguna.
- *et al* (2003): *Libros Antiguos de Física en la Biblioteca Histórica Complutense*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

- (2003): *La Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote en el contexto del movimiento académico*. Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote. Col. *Discursos Académicos* nº 1.
  - (2005): «La Asamblea Amistosa Literaria (Jorge Juan, Cádiz, 1755-58): Academia científica española con alto contenido médico». *Anales de la R. Acad. Ncal. Med.* T. CXXII, 1º, 27-44.
  - (2005): *Jorge Juan y su Asamblea Amistosa Literaria*. Madrid: Instituto de España.
- 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.
- HIGUERAS RODRÍGUEZ, M<sup>a</sup>. D. (2002): «La modernización de la Marina en el reinado de Fernando VI (1746-1759)». En *Un reinado bajo el signo de la paz. Fernando VI y Bárbara de Braganza*. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.
- JUAN, J. y ULLOA, A. de (1748): *Observaciones astronómicas y físicas*. Madrid.
- (1748): *Relación histórica del viaje a la América Meridional*. Madrid.
- LAFUENTE, A. y DELGADO, A. (1984): *La geometrización de la Tierra (1735-1744)*. Madrid
- LAGRANGE (1788): *Mécanique analytique*. París.
- LAPLACE, P. S. (1796): *Exposition du système du monde ...*París.
- (1798-1825): *Traité de mécanique céleste*. París.
- LEIBNIZ, G. W. (1740): *Recueil de diverses pieces sur la Philosophie...* Amsterdam.
- MAUPERTUIS, P. L. (1751): *Astronomie nautique ou éléments d'astronomie ...* 2ª ed. París.
- MUSEO NAVAL (1992): *La forma de la Tierra*, catálogo de la exposición con motivo del 250 aniversario de la medición del meridiano. Madrid.
- NAVARRO BROTONS, V. (1974): «Contribución a la historia del copernicanismo en España», *Cuadernos hispanoamericanos*, 283, 3-24.
- (1983a) Voz «Juan y Santacilia, Jorge», en LÓPEZ PIÑERO, J. M. *et al* (1982): *Diccionario histórico de la Ciencia moderna en España*. 2 vols. Barcelona: Península. En el vol. I, pp. 483-486. Se ofrece una extensa y bien organizada bibliografía.
  - (1983b): «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.
- NAVARRO, R. y NAVARRO, A. M<sup>a</sup> (1987): «La biblioteca de Jorge Juan». Alicante.
- NEWTON, I. (1687): *Philosophiæ naturalis principia mathematica*. Londres. [Versión inglesa de Andrew Motte, 1729, London],[Versión francesa de Madame la Marquise du Chastellet, 1759, París]. [Versión castellana de Eloy Rada García, 1987. Madrid: Alianza].

- O'DOGHERTY, 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.
- PANDO VILLARROYA, J.L. de (1984): *Asamblea Amistosa Literaria*. Madrid: Pando Ediciones.
- 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.
- PIMENTEL, J. (2001): *Viajeros científicos. Tres grandes expediciones al nuevo mundo. Jorge Juan, Mutis y Malaspina*. Madrid: Nivola.
- REAL ACADEMIA DE CULTURA VALENCIANA (1997): «Apéndices» en *Jorge Juan: científico valenciano del siglo XVIII*. Valencia: Diputación Provincial de Valencia.
- RODRÍGUEZ-VILLASANTE, J.A. (2004): *La obra de Julián Sánchez Bort en el conjunto histórico de Ferrol y su referencia al mundo académico*. Ferrol: Concello de Ferrol.
- 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.
- TODHUNJER, I. (1962): *A history of the mathematical theories of attraction and the figure of the earth*, 2ª ed., vol. I, pp. 231-249. New York: Dover.
- 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.
- VV.AA. (1985) *CCL Aniversario de la medición del arco de meridiano*. Madrid: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Jueves 3, Noviembre 2005. La Voz de Galicia.



**Conferencia en la Cátedra Jorge Juan** ■ La Cátedra Jorge Juan reanudará esta tarde sus actividades con una conferencia a cargo del profesor Francisco González de Posada.

■ ■ ■

Aula magna del edificio de Servicios Generales de la Armada. 19.30 horas.



**Araceli Torres dirige la Cátedra Jorge Juan**

**Ciclo de conferencias** ■ Con la ponencia del profesor Francisco González de Posada, la Cátedra Jorge Juan abre hoy su nuevo ciclo de actividades. Los interesados

en la programación cultural y científica puesta en marcha por la institución que dirige Araceli Torres deben estar atentos a los conferenciantes que pasarán por Ferrol desde ahora hasta el próximo mes de marzo. Entre ellos, destaca la escritora y actual directo-

ra de la Biblioteca Nacional, Rosa Regás, que hablará en la ciudad el día 15 de diciembre. La Cátedra Jorge Juan también contará con la presencia del periodista científico, Manuel Toharia, director del Museo de las Ciencias de Valencia el 16 de febrero.

Jueves 3, Noviembre 2005. Diario de Ferrol.

### **Cita con la Cátedra Jorge Juan**

**19.30** Francisco González de Posada, Catedrático de la Politécnica de Madrid hablará sobre la expedición geodésica de Jorge Juan al Ecuador en el aula magna del Edificio de Servicios Generales, en la calle María, 224.

Viernes 4, Noviembre 2005. La Voz de Galicia.

**Cátedra Jorge Juan** ■ La Cátedra Jorge Juan, que dirige la profesora Araceli Torres, inició ayer un nuevo curso. Y lo hizo con una conferencia de Francisco González de Posada, que habló, precisamente, sobre *Jorge Juan y la exposición geodésica al Ecuador*. Autor de más de medio centenar de publicaciones de carácter científico, González de Posada es miembro numerario de la Real Academia Nacional de Medicina, además de doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, catedrático de las universidades de Cantabria —de la que fue rector— y Politécnica de Madrid y licenciado en disciplinas como las Ciencias Físicas o la Filosofía. Su conferencia fue seguida ayer por numerosas autoridades.



JESUS GARCIA

La Cátedra Jorge Juan inició ayer un nuevo curso con una conferencia de González de Posada

Viernes 4, Noviembre 2005. Diario de Ferrol.

**CÁTEDRA JORGE JUAN**

El nuevo ciclo de la Cátedra Jorge Juan, dirigido por la profesora de la Universidad de A Coruña Araceli Torres, arrancó ayer con una conferencia con la que se quiso homenajear al ilustrado que da nombre al programa. El catedrático de la Uni-

versidad Politécnica de Madrid Francisco González de Posada habló en el edificio de Servicios Generales de la Armada de la primera gran empresa en la que se vio envuelto Jorge Juan: la expedición geodésica al Ecuador auspiciada por la Aca-

demia de las Ciencias de París. González de Posada explicó también los proyectos posteriores de este científico y, en concreto, el "Examen marítimo teórico y práctico", publicado en 1771 y traducido ya entonces a varios idiomas.

## Francisco González de Posada: "La expedición geodésica al Ecuador fue un fracaso científico"

El catedrático de la Politécnica de Madrid inauguró el nuevo ciclo de la Cátedra Jorge Juan

REDACCIÓN • FERROL

El profesor González de Posada inauguró ayer el nuevo ciclo de conferencias de la Cátedra Jorge Juan con una intervención en la que esbozó la biografía de este marino ilustrado a partir de la expedición geodésica al Ecuador y de su trabajo posterior, hasta la publicación, en 1771, del "Examen marítimo teórico y práctico", "la obra cumbre del pensamiento español del siglo XVIII", afirmó este catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid.

Este texto se tradujo a los principales idiomas europeos y se convirtió en referencia para los científicos, granjeándole a Jorge Juan el sobrenombre de "sabio español". En él se recogen aportaciones matemáticas a campos como el de la Física o la Ingeniería, en un trabajo influenciado por Newton que "rechaza la tradición del operario que sabe por experiencia", explicó el conferenciante.

El nuevo ciclo de conferencias de la Cátedra Jorge Juan arranca en el mismo año en el que se celebra el 250 aniversario de la fundación de la Asamblea Amistosa Literaria. Así se llamaba al grupo de intelectuales que se reúnan en casa del marino, en Cádiz, para tratar distintas cuestiones científicas en lo que fueron los inicios de la que hoy es la Real Academia de Ciencias Exactas, "en una España



El profesor González de Posada acompañó su intervención con abundante material audiovisual

ESTEBE BARRIOS

en la que no era posible hablar de que la Tierra giraba alrededor del Sol", comenta González de Posada.

Precisamente para determinar la forma de la Tierra la Academia de las Ciencias de París organizó una expedición al Ecuador en la que también participaron los es-

**ANTECEDENTES**

Este año se celebra el 250 aniversario de la creación en Cádiz de la Asamblea Amistosa Literaria

pañoles Jorge Juan y Antonio de Ulloa. "La expedición fue un fracaso humano y científico para los franceses", -por sus diferencias personales y el resultado fallido-, "pero muy positiva para España porque de ahí salieron los dos primeros libros de Jorge Juan y Ulloa: la relación histórica del via-

je y sus observaciones astronómicas y físicas. Se publicaron en 1748 y forman parte de lo mejor de la ilustración española", afirmó el conferenciante.

Las charlas de la Cátedra continuarán el lunes 28 con la intervención de la ex ministra de Medio Ambiente Elvira Rodríguez.