

UNA HIPÓTESIS INNECESARIA. LAPLACE Y EL SISTEMA DEL MUNDO

Ángel Luis Rivas Lado

«Arago, *Œuvres complètes* T. 3. 505:

Una vez, una sola vez Laplace se lanza a la región de las conjeturas. Su concepción fue entonces nada menos que una cosmogonía.

Laplace, ante la pregunta de Napoleón de por qué en su *Mecánica celeste* no aparece el nombre de Dios: Sire, je n'avais pas besoin de cette hypothèse»

Bernhard Riemann, *Sobre epistemología*¹

Resumen

El objetivo de este artículo es mostrar las principales consecuencias filosóficas de la obra científica de Pierre-Simon Laplace (1749-1827), las influencias que recibió de Newton y su relación con la Ilustración francesa tardía y la hipótesis cosmogónica de Kant, prestando especial atención a las razones de Laplace para calificar a Dios de “hipótesis innecesaria”.

Palabras clave: Laplace, D'Alembert, Lazare Carnot, Maupertuis, probabilidad, determinismo, sistema del mundo, epistemología, método científico, Revolución Francesa, Descartes, Newton, Napoleón, Buffón, Kant, hipótesis, Brazo Divino.

Abstract

This paper's aim is to show the main philosophical consequences of Pierre-Simon Laplace's scientific work, the influences he received from Newton and his relation to Late French Enlightenment science and society and Kant's cosmogonical hypothesis, paying special attention to Laplace's reasons to qualify God as an “unnecessary hypothesis”.

Key words: Laplace, D'Alembert, Lazare Carnot, Maupertuis, probability, determinism, system of the world, epistemology, scientific method, French Revolution, Descartes, Newton, Napoleon, Buffon, Kant, hypothesis, Divine Arm.

¹ En *Riemanniana selecta*. Edición y estudio introductorio a cargo de José Ferreirós. Madrid, C.S.I.C., 2.000, p. 103. La frase, que Ferreirós traduce, está en francés en el original.

Introducción

«Después de haberos comentado lo que pasa en la química es el momento de que os hable de nuestra revolución política. Nosotros la consideramos como realizada y sin posibilidad de vuelta atrás. Existe aún, sin embargo, un partido aristocrático que hace esfuerzos vanos y que es evidentemente el más débil. El partido democrático es el más numeroso, y tiene de su lado a la instrucción, la filosofía y las luces».

Antoine Laurent de Lavoisier, carta a Benjamin Franklin de febrero de 1790.²

En 1768 llegó a París un joven de 19 años, procedente de Beaumont-en-Auge, en la Baja Normandía, con una carta de recomendación de Pierre Le Canu, uno de sus profesores de matemáticas en la Universidad de Caen, para el gran D'Alembert, líder y representante paradigmático del movimiento ilustrado y él mismo matemático de rango superior. Originalmente destinado a la carrera eclesiástica (cursó sus estudios secundarios en un colegio de benedictinos en su ciudad natal y en Caen se matriculó, primero, en la Facultad de Artes, tras lo cual estaba previsto que ingresara en la de Teología, plan que no cumplió), la entrevista con D'Alembert reforzó la decisión del joven de dedicarse a los estudios científicos. Se dice que D'Alembert le planteó en su primera entrevista, con un plazo de una semana, un problema matemático que el joven resolvió esa misma noche. Otro problema, en principio más difícil, fue resuelto con igual rapidez³. Tras esta demostración, D'Alembert no dudó en convertirlo en su protegido y en iniciar las gestiones para asegurarle un puesto de profesor de matemáticas en la Escuela Militar. Sin experimentar un especial estímulo intelectual por la tarea que le fue encomendada (impartió geometría, trigonometría, análisis elemental y estática «a cadetes adolescentes de buena familia»⁴), este trabajo le permitió establecerse en París. Permaneció en el puesto de 1769 a 1776. El joven se llamaba Pierre-Simon Laplace (1749-1829) y estaba destinado a ser uno de los más importantes científicos y filósofos de la edad moderna y autor de una de las obras cumbres del proyecto ilustrado.

Muy influido por su mentor D'Alembert, figura en la que la ciencia y la filosofía permanecen inextricables de una manera que empezaba ya a hacerse extraña⁵, la obra de Laplace mostrará siempre una tensión filosófica no sofó-

² Citada por Ramón Gago Bohórquez en su introducción a LAVOISIER, A. L. de: *Tratado elemental de química* (en adelante, TEQ). Madrid, Alfaguara, 1982, p. XLVI.

³ C. C. GILLESPIE: *Pierre-Simon Laplace, 1749-1827. A Life in Exact Science*. With the collaboration of Robert FOX & Ivor GRATTAN-GUINNES. New Jersey, Princeton Univ. Press, 1997, pp. 3-4. El libro de Gillespie es el estudio de referencia, no superado hasta el momento, de la vida y obra de Laplace.

⁴ GILLESPIE, *op. cit.*, p. 4.

⁵ Indicaremos siempre los paralelismos que encontramos entre las obras de D'Alembert y Laplace, especialmente entre el *Discurso preliminar* de la «Enciclopedia» (en adelante, DPE; trad. de Consuelo Berges. Barcelona, Orbis, 1981 —con *las Investigaciones filosóficas sobre el origen y naturaleza de lo bello* de Diderot—) y el *Essai sur les éléments de la philosophie* (en adelante, EEP; París, Fayard, 1986) de D'Alembert y el *Ensayo filosófico sobre las probabilidades* (ed. de

cada por los pormenores técnicos exigidos por las muy sofisticadas especialidades científicas en las cuales centró su trabajo, entre las que destacan la teoría matemática de las probabilidades y el azar y la «mecánica celeste» (expresión ésta que él acuñó). Siguiendo la máxima de Diderot que se convirtió en lema del enciclopedismo —*hâtons-nous de rendre notre philosophie populaire*—, Laplace elaboró dos exposiciones de sus logros en estas dos ramas de la matemática y la física pensadas, si no para el vulgo, sí para un público medianamente culto, pero sin un gran bagaje técnico e interesado en los presupuestos y las consecuencias filosóficas de la ciencia de su tiempo⁶: el *Ensayo filosófico sobre las probabilidades*, desarrollo de un curso de diez lecciones impartidas en 1795 en la Escuela Normal de París⁷ y la *Exposición del sistema del mundo* (1796)⁸. Se ha de tener en cuenta el ambiente intelectual de la Francia de la época y, especialmente, de París: una constante actividad científica protagonizada por un censo de científicos-filósofos como tal vez nunca antes y nunca después se concentró en una sola ciudad⁹: Arbogast, Lazare Carnot, Cauchy, Condorcet, Fourier, Lagrange, Legendre, Poncelet... (matemáticas); Arago, Sadi Carnot, Comte, Coulomb, Gay-Lussac, Sophie Germaine, Lavoisier... (física y química); Candolle, Cuvier, Daubenton, Lamarck... (biolo-

Pilar Castrillo. Madrid, Alianza Editorial, 1985, en adelante, EFP1; ed. de Alfredo B. Besio y José Banfi. Buenos Aires, Espasa-Calpe, 1947 —incluye más textos que la edición de Castrillo—, en adelante, EFP2) y la *Exposition du système du monde* (en adelante, ESM; París, Fayard, 1984) de Laplace.

⁶ Lo cual no implica, en ninguna medida, la trivialización de los contenidos: «Llamar a este libro [la *Exposición*] obra de popularización, como se hace con frecuencia, es hacerse una falsa representación del carácter único que comparte con el *Essai philosophique sur les probabilités*. Laplace nunca baja el nivel de su escritura en atención a sus lectores. No emplea nada que se parezca a un mero artificio literario. Nada que ver con las ingeniosas conversaciones de Fontenelle con una encantadora marquesa sobre la pluralidad de los mundos; tampoco con las cartas de Euler a una princesa edulcorando un curso de filosofía natural; ni, finalmente, los físicos ficticios de Einstein desarrollando experimentos mentales en ascensores relativistas». GILLESPIE, *op. cit.*, p. 170. Se refiere a las *Conversaciones sobre la pluralidad de los mundos* de Bernard le Bouvier de Fontenelle (1686-87; ed. española de Antonio Beltrán. Madrid, Editora Nacional, 1982) y a las *Cartas a una princesa alemana sobre diversos temas de física y filosofía* (1760-62; ed. española de una selección de las *Cartas...*, junto a las *Reflexiones sobre el espacio, la fuerza y la materia*, de Ana Rioja. Madrid, Alianza Editorial, 1993, reimp.) y a cualquiera de las exposiciones «populares» de la teoría de la relatividad de Albert Einstein. La irónica crítica tiene bastante sentido con respecto a Fontenelle, pero es dudoso que suceda lo mismo en lo tocante a Euler y Einstein: las *Cartas...* no descienden *ex profeso* el nivel de exigencia intelectual a su destinataria y los textos de Einstein reclaman del lector más preparación matemática que la *Exposición...* laplaciana (prácticamente ninguna...).

⁷ En 1812 publicará un tratado, de gran sofisticación matemática, titulado *Théorie Analytique des probabilités*.

⁸ Preludio de lo que publicará entre 1799 y 1805 con el título *Traité de mécanique céleste* (5 gruesos tomos). La edición que manejamos (Fayard, Corpus des œuvres de philosophie en langue française) recoge la de 1835, «en parte revisada y corregida por el autor mismo» con aportaciones procedentes de la *Mécanique*.

⁹ Cf. SERRES, Michel: «París 1800», en SERRES, Michel (ed.): *Historia de las ciencias*. Madrid, Cátedra, 1991, pp. 381-409.

gía y medicina)¹⁰. La ciencia y sus progresos eran considerados cuestión de estado y sustento de la vida cívica y a ellos se vinculaba el bienestar social, hasta el punto de que algunos de estos científicos llegaron a ocupar puestos políticos de relevancia, y no sólo en ministerios «de ciencia» o «de cultura»: tal fue el caso de Lazare-Nicolas-Marguerite Carnot (1753-1823), el miembro más influyente del Directorio que ejerció el poder ejecutivo del régimen entre 1795 y 1799 (transición de la Convención al Consulado), y que fue ministro de la Guerra de Bonaparte durante algunos meses de 1800, cargo del que dimitió por diferencias con aquél y su proyecto político. Durante los Cien Días aceptó, sin embargo, por razones cívicas, el ministerio del Interior (cargo que Laplace ocuparía brevemente en 1803), lo que, a la caída de Napoleón, le valió de nuevo el exilio (el golpe de estado de Fructidor de 1797 le había obligado a refugiarse durante tres años en Suiza y Alemania). Formó parte del Comité de Salud Pública al comienzo de la Revolución y por su actuación en aquel trance se ganó el apelativo de «Organizador de la Victoria». Padre de Sadi Carnot (creador de la termodinámica¹¹), presentó al concurso propuesto en 1786 por la Academia Real de las ciencias, las artes y las bellas letras de Berlín, en el que se pedía «una teoría clara y precisa de lo que se llama infinito en matemáticas», una *Disertación sobre la teoría del infinito matemático* y en 1797 publicó las *Reflexiones sobre la metafísica del cálculo infinitesimal*¹², título en el que se deja ver la influencia de D'Alembert (quien acuñó la expresión «metafísica del cálculo»¹³), de quien fue discípulo en la escuela dirigida por Louis-Siméon de Longpré. D'Alembert, pues, tras dos de las más grandes figuras del panorama intelectual y social de la Francia tardoilustrada y revolucionaria. Laplace suele ocupar un lugar de mucha mayor preeminencia en las historias de la ciencia que Carnot, por cuanto sus aportaciones son, por un lado, más «popularmente» legibles e inteligibles y, por otro, atañen a cuestiones menos técnicas y más intuitivas e incluso más «aplicables» prácticamente (es el caso de la teoría matemática de las probabilidades aplicadas a los juegos de azar)¹⁴. No hay por qué dejar de decir que la actitud personal de Laplace en cuestio-

¹⁰ Serres da una relación de 65 científicos de importancia media y superior en la historia de la ciencia.

¹¹ Cf. CARNOT, Sadi: *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego*. Ed. de Javier Odón Ordóñez. Madrid, Alianza Editorial, 1987.

¹² LAZARE CARNOT: *Dissertation sur la théorie de l'infini mathématique*, apéndice C de C. C. GILLISPIE & A. P. YOUSCHKEVITCH: *Lazare Carnot savant et sa contribution a la théorie de l'infini mathématique*. París, Librairie philosophique J. Vrin, 1979, pp. 249-303; *Réflexions sur la métaphysique du calcul infinitésimal*. París, Blanchard, 1970. Las aportaciones de Carnot al cálculo infinitesimal fueron muy apreciadas por Hegel. Véase *Ciencia de la lógica*, I, 1, 2, C, c, nota 1 («La determinación conceptual del infinito matemático»). Ed. de Augusta y Rodolfo Mondolfo. Buenos Aires, Solar, 1985⁵, pp. 310ss.

¹³ Cf. EEP, XIV-XV (pp. 105ss) y, especialmente, *Eclaircissements sur les Éléments*, § XIV: «Sur les Principes Métaphysiques du calcul infinitésimal» (pp. 339ss).

¹⁴ Si bien Carnot hizo aportes de enorme valor a la teoría general de las máquinas que tuvieron gran influencia en la obra de su hijo Sadi, quien formuló uno de los principios fundamentales de la naturaleza, la segunda ley de la termodinámica, y de quien William Thompson llegó a decir:

nes cívico-políticas no puede despertar las simpatías que provocan la coherencia y la firmeza de principios de Carnot: Laplace fue acomodándose sin dificultad a las sucesivas coyunturas políticas: antiguo régimen, Revolución, Napoleón (quien le nombra conde del Imperio y gran oficial de la Legión de Honor... lo cual no le evita ver cómo vota a favor de su deposición en 1814¹⁵), restauración (en 1817 Luis XVIII le nombró marqués y par de Francia y le otorgó la cruz de la legión de honor)...¹⁶ En definitiva, una personalidad extremadamente compleja de la cual sólo nos puede interesar sus aportes a la ciencia y a la filosofía. Dividiremos estos en dos apartados principales: 1) una *epistemología* derivada, por un lado, de sus desarrollos matemáticos en el campo de la teoría de las probabilidades y, por otro, de su práctica experimental como físico en general y como astrónomo en particular; en sus dos aspectos de *cosmógrafo* —descriptor de la estructura física del sistema solar y las leyes que en él rigen— y *cosmólogo* —teórico del origen del universo—; 2) sus aportes concretos a la ciencia físico-matemática, centrándonos especialmente en el

«En todo el dominio de la ciencia, no hay nada más grande que la obra de Sadi Carnot». Citado por Paul F. Schurmann en *Luz y calor. 25 siglos de hipótesis acerca de su naturaleza*. Buenos Aires, Espasa-Calpe, 1946, p. 195. Véase GILLESPIE & YOUSCHKEVITCH, *op. cit.*, pp.108ss.

¹⁵ 30 años antes, nombrado examinador del cuerpo de artillería, aprobó al joven Napoleón Bonaparte, «abriéndole así la carrera militar». Cf. COLLETTE, Jean-Paul: *Historia de las matemáticas*, vol. II. México, Siglo XXI, 1993³, pp. 251-252.

¹⁶ Quizá no sea excesivamente duro Carl B. Boyer en estas palabras de su *Historia de la matemática* (cap. XXII: «Los matemáticos de la Revolución Francesa». Madrid, Alianza Editorial, 1986, p. 617): «...Laplace no tomó parte prácticamente en actividades revolucionarias; parece haber tenido un alto sentido de la honradez intelectual en la ciencia, pero en política carecía de convicciones concretas. Esto no quiere decir que fuera timorato, puesto que parece haberse relacionado libremente con aquellos de sus colegas científicos que fueron sospechosos durante el período de crisis. Se ha dicho que también él habría estado en peligro de ser enviado a la guillotina, de no ser por sus contribuciones a la ciencia, pero esta opinión parece bastante dudosa, ya que Laplace apareció a menudo como un descarado oportunista». Pero para dureza, Mariano Hormigón (*Historia de la ciencia y de la técnica*, vol. 24: *Las matemáticas en el siglo XVIII*. Madrid, Akal, 1994, p. 44): «El primer aspecto crucial que abre de par en par las puertas de la historia de la Matemática, de la Ciencia y de la Cultura a Laplace es el conjunto de su obra científica, similar a la de Lagrange y superior a la de Monge y a la de los restantes compañeros de generación. Más [sic] el segundo aspecto que se desprende de la vida del normando es su sistemático oportunismo, su obsequiosidad —recientemente llamada pragmatismo— con el poder sin importar qué signo pudiera tener; en dos palabras, el hecho de ser un *repugnante chaquetero*. Este aspecto implicó otro: el de su altanería intelectual, su desprecio al trabajo de los demás y al esfuerzo de los que quisieran aprender a partir de su obra. Todos estos factores producen una realidad histórica y sólo quienes pretenden esconder bajezas similares pueden intentar [sic] que la ciencia es una actividad humana independiente de cualquier tipo de contingencias terrenales o espirituales» (la cursiva es del autor). Uno de los «colegas científicos sospechosos» a los que se refiere Boyer fue Lavoisier, con quien Laplace colaboró en la elaboración de una teoría del calor y que murió guillotinado, por orden de la Convención, el 8 de mayo de 1794, acusado de «complot destinado a favorecer por todos los medios posibles la victoria de los enemigos de Francia» (cf. BENSUAUDE-VINCENT, Bernadette: «Lavoisier: una revolución científica», en SERRES, Michel —dir.—: *op. cit.*, p. 411). «Ha bastado un momento para cortarle la cabeza, y tal vez no bastará un siglo para producir otra igual», se cuenta que dijo Lagrange. No se sabe qué dijo Laplace desde su plácido retiro de Melun, donde redactaba la *Exposición*.

«sistema del mundo» y en la «hipótesis cosmogónica» de la «nota 7 y última» de la *Exposición del sistema del mundo*, confrontándola con su precedente kantiano.

1. Epistemología: los límites del conocimiento y la necesidad de «no fingir hipótesis»

1.1. Probabilidad, certeza y verosimilitud

«La filosofía experimental es un estudio inocente, que no exige casi ninguna preparación del alma. No se puede decir lo mismo de las demás partes de la filosofía. La mayoría de ellas aumentan en nosotros la pasión por las conjeturas. La filosofía experimental, a la larga, la reprime. Antes o después, nos cansamos de adivinar torpemente»

Diderot, *Sobre la interpretación de la naturaleza* (1754)¹⁷

«Se imita de los matemáticos que, no teniendo, para resolver exactamente un problema, o suficientes datos o un método suficientemente completo, intentan resolverlo aproximadamente. Pero como incluso en esas soluciones el matemático conoce los límites que le alejan o le acercan a lo verdadero, así se debe aprender en las materias puramente conjeturales a no confundir con lo rigurosamente verdadero lo que es simplemente probable, a captar incluso en lo verosímil los matices que separan lo que lo es más de lo que lo es menos. Tal es el uso de este espíritu de conjetura, más admirable a veces que el mismo espíritu de descubrimiento, por la sagacidad que supone en aquel que está proveído de él; por la destreza con la que hace entrever lo que no se puede conocer perfectamente, suplir con “aproximadamente” las determinaciones rigurosas y sustituir cuando es necesario la demostración por la probabilidad, con las restricciones de un pirronismo razonable»

D'Alembert, *Ensayo sobre los elementos de la filosofía* (1759)¹⁸

«...los problemas más importantes de la vida, la mayor parte de los cuales no son sino problemas de probabilidad»¹⁹. En el arranque mismo de su *Ensayo filosófico sobre las probabilidades*, Laplace intenta establecer el elemento pragmático que pudiera justificar una tal investigación dentro del programa ilustrado, según el cual, como reza el lema de Diderot, *hay que apresurarse a hacer popular la filosofía*, y esto dentro de los márgenes establecidos por las propias capacidades del eventual sujeto de ilustración (el ciudadano, según los criterios de la ideología subyacente a las instituciones para las cuales trabajaba Laplace), porque «no se podría hacer el lenguaje de la razón demasiado simple y demasiado popular»²⁰. La exigencia de abandonar el intrincado lenguaje de la metafísica abstracta encuentra en la matemática de la probabilidad y el azar un sorprendente ejemplo de la posibilidad de su cumplimiento.

¹⁷ DIDEROT, Denis: *Sobre la interpretación de la naturaleza*. Int. y notas de Mauricio Jalón. Trad. de Julián Mateo Ballorca. Barcelona, Anthropos, 1992, p. 43.

¹⁸ EEP, p. 36.

¹⁹ EFP1, p. 23.

²⁰ D'Alembert, EEP, p. 31.

Si bien es cierto que sólo se puede escribir un ensayo «popular» de matemática, sin el empleo de ninguna fórmula y con sólo algunas fracciones muy simples e intuitivas, tras una fundamentación técnica muy sofisticada (que Laplace publicará en la *Teoría analítica de las probabilidades* de 1812), también lo es que los desarrollos conceptuales que encontramos en el *Ensayo* no ceden un ápice, como ya se ha dicho, a la trivialización o la simplificación en aras del ahorro de esfuerzo mental del alumno (téngase en cuenta que el *Ensayo*... amplía unas lecciones de 1795 en las Escuelas Normales, como el propio Laplace se encarga de recordar) o el lector común. Y esta exigencia de inteligibilidad encuentra su necesidad en lo muy ventajoso del conocimiento de las leyes matemáticas de la probabilidad para la vida diaria: las probabilidades «acaban siempre por prevalecer en medio de las oscilaciones del azar». ^{xxi} En rigor, el azar no existe: sólo es un efecto subjetivo de nuestra ignorancia de las causas:

«Todos los acontecimientos, incluso aquellos que por su insignificancia parecen no atenerse a las grandes leyes de la naturaleza, no son sino una secuencia tan necesaria como las revoluciones del sol. Al ignorar los lazos que los unen al sistema total del universo, se los ha hecho depender de causas finales o del azar, según que ocurrieran o se sucedieran con regularidad o sin orden aparente, pero estas causas imaginarias han ido siendo descartadas a medida que se han ido ampliando las fronteras de nuestro conocimiento, y desaparecen por completo ante la sana filosofía que no ve en ellas más que la expresión de nuestra ignorancia de las verdaderas causas». ²²

Laplace es, pues, un determinista radical que distingue perfectamente entre límite subjetivo y objetivo de la relación de causalidad: nada sucede en el universo que no esté dominado por la legalidad natural, cuya expresión metafísica es el principio de razón suficiente: «...el principio evidente de que una cosa no puede comenzar a existir sin una causa que la produzca. Este axioma, conocido con el nombre de *principio de razón suficiente*, se extiende incluso a las acciones más indiferentes» ²³. El azar consistiría en la *suspensión instantánea* de la *relación de causalidad según razón suficiente*, que daría lugar a una reordenación del estado de cosas en la que estarían implicadas *más o menos* cosas —según la capacidad de un eventual sujeto observador para captar ese «salto» en la causalidad—, pero que, en última instancia, afectaría, en términos objetivos, según la perspectiva laplaciana, *a todo el universo*: «Así pues, hemos de considerar el estado actual del universo como el efecto de su estado anterior y como la causa del que ha de seguirle» ²⁴. La eviden-

²¹ EFP1, p. 23.

²² EFP1, p. 24.

²³ EFP1, pp. 24-25.

²⁴ EFP1, p. 25. Se aprecia una evidente influencia del maestro D'Alembert: «los mismo [que con las verdades de la geometría] ocurre con las verdades físicas y las propiedades de los cuerpos, cuya relación percibimos. Todas estas propiedades estrechamente unidas sólo nos ofrecen, propiamente hablando, un conocimiento simple y único. Si otras muchas las separamos formando verdades diferentes, esta triste ventaja se la debemos a nuestras luces; y puede decirse que nues-

te filiación leibniziana de este planteamiento se refuerza con la postulación de la conjetura de una *inteligencia absoluta* que dará paso a la introducción del concepto *epistemológico* de *probabilidad* como *grado de conocimiento*, frente a los conceptos *matemático* («razón entre el número de casos favorables y el de todos los casos posible»²⁵) y *ontológico* (que, según la definición de Leibniz, es el «grado de posibilidad»²⁶):

«Una inteligencia que en un momento determinado conociera todas las fuerzas que animan a la naturaleza, así como la situación respectiva de los seres que la componen, si además fuera lo suficientemente amplia como para someter a análisis tales datos, podría abarcar en una sola fórmula los movimientos de los cuerpos más grandes del universo y los del átomo más ligero; nada le resultaría incierto y tanto el futuro como el pasado estarían presentes ante sus ojos».²⁷

Repárese en que Laplace no está presentando una *hipótesis explicativa* de algún fenómeno o clase de fenómenos *reales* (lo cual entraría en contradicción con su principio epistemológico fundamental, el newtoniano «no plantear hipótesis», como veremos), sino sólo conjeturando —*imaginando*, según el propio Laplace— acerca de una forma de inteligencia de cuya posible existencia no dice nada. El referir tal inteligencia a la definición de «dios» fue uno de los tópicos de la metafísica y la teología clásicas²⁸. Laplace evita esa tentación y

tra abundancia en este aspecto es efecto de nuestra misma indigencia. Los cuerpos eléctricos en los cuales se han descubierto tantas propiedades singulares, pero que no parecen depender unas de otras, son tal vez en cierto sentido los cuerpos menos conocidos, porque parecen serlo más. La virtud de atraer pequeños corpúsculos, que adquieren al ser frotados, y la de producir en los animales una conmoción violenta, son dos cosas para nosotros; si pudiéramos remontarnos a la causa primera, será una sola. El universo, para quien supiera abarcarlo desde un solo punto de vista, no sería, si así puede decirse, más que un hecho único y una gran verdad» (DPE, p. 47. La cursiva es nuestra).

²⁵ EFP1, p. 31.

²⁶ LEIBNIZ, G. W.: «Estimación de la incertidumbre», en *Antología*. Ed. de Javier Echeverría. Barcelona, Círculo de Lectores, 1997, p. 345. Cf. RIEMANN, *op. cit.*, p. 99: «Los conceptos mediante los que concebimos la naturaleza no sólo sirven para complementar las observaciones en cada instante, sino también para determinar de antemano las observaciones futuras como necesarias, o al menos, en tanto el sistema conceptual no sea suficientemente completo para ello, como probables. Se determina según ellos lo que es «posible» (y así, también lo que es «necesario» o cuyo opuesto es imposible), y el grado de posibilidad (la «probabilidad») de cada uno de los acontecimientos que según ellos son posibles puede, cuando son suficientemente precisos, ser determinado matemáticamente». La cursiva es nuestra. Compárese con Leibniz: «Nunca hay que reconocer como verdadero más que aquello que es tan manifiesto que no se puede encontrar motivo alguno de duda (...) Cuando no parezca haber medio de llegar a estar seguros, hay que contentarse con la probabilidad, a la espera de una luz mayor» («Máximas para las artes de razonar bien, inventar y recordar. Sobre la sabiduría», en *op. cit.*, pp. 43-44).

²⁷ EFP1, p. 25.

²⁸ En esa inteligencia absoluta omnisciente que excluye el azar y reconoce una causalidad universal no debemos ver una Divina Providencia que establezca para la naturaleza un plan sobrenatural, sino sólo una conjetura imaginada a modo de útil «experimento mental» inmediatamente descartado: «En medio de las causas variables y desconocidas que agrupamos bajo el nombre de azar, que tan incierta e irregular hacen la marcha de los acontecimientos, se aprecia, a medida que se multiplican, una notable regularidad que parece obedecer a un designio y que se ha con-

se limita al análisis de la posibilidad de una inteligencia absoluta *humana*, llegando a la conclusión de que *no hay tal posibilidad*:

«El espíritu humano ofrece, en la perfección que ha sabido dar a la astronomía, un débil esbozo de esta inteligencia. Sus descubrimientos en mecánica y geometría, junto con el de la gravitación universal, le han puesto en condiciones de abarcar en las mismas expresiones analíticas los estados pasados y futuros del sistema del mundo. Aplicando el mismo método a algunos otros objetos de su conocimiento, ha logrado reducir a leyes generales los fenómenos observados y a prever aquellos otros que deben producirse en ciertas circunstancias. Todos sus esfuerzos por buscar la verdad tienden a aproximarlo continuamente a la inteligencia que acabamos de imaginar, pero de la que siempre permanecerá infinitamente alejado».²⁹

Esta limitación del conocimiento humano es lo que lleva a Laplace a establecer el cálculo de probabilidades como una de las más importantes ramas de la ciencia y a que podamos calificar su epistemología como *probabilismo*, sin que esto entre en contradicción con una ontología *determinista*: el conjunto de la realidad (el mundo metafísico, el universo físico) está *absolutamente determinado* según el principio *metafísico* de razón suficiente y las leyes *físicas* de la naturaleza (valga la redundancia), pero el conocimiento humano tiene unos límites que le obligan a contentarse con la probabilidad que alcance a establecer para los fenómenos según métodos matemáticos y experimentales. La probabilidad es un término medio entre la ignorancia y el conocimiento que, con el progreso de las ciencias, se acerca asintóticamente al segundo término³⁰. Afirmada la imposibilidad del conocimiento objetivo absoluto, Laplace pone en juego dos conceptos gnoseológicos muy fértiles en el pasado a la sazón reciente, los de «certeza» y «verosimilitud». No será necesario recordar el uso cartesiano del concepto de certeza y la reivindicación que Giambattista Vico hizo del valor gnoseológico de la verosimilitud, asociada al principio *verum ipsum factum* (frente al «extremismo» cartesiano de suponer metódicamente como *totalmente falsas* las nociones *mínimamente dudosas*, con lo que se cerraba el paso a lo verosímil para aceptar sólo lo evidentemente —clara y distintamente— verdadero), cuya complejidad reclama un estudio específico³¹. La

siderado como una prueba de la providencia que gobierna el mundo. Pero si uno reflexiona sobre ello, en seguida se da cuenta de que esta regularidad no es más que el desarrollo de las respectivas posibilidades de los acontecimientos simples, los cuales tienen que presentarse más a menudo cuando son más probables» (EFP1, p. 72).

²⁹ EFP1, pp. 25-26.

³⁰ «La curva descrita por una simple molécula de aire o de vapor está determinada de una forma tan exacta como las órbitas de los planetas. Entre ellas no hay más diferencia que la derivada de nuestra ignorancia. La probabilidad es relativa en parte a esta ignorancia y en parte a nuestros conocimientos» (EFP1, p. 27).

³¹ Sólo una pequeña indicación. El uso del concepto de «verosimilitud» es prominente en los primeros escritos filosóficos de Vico, quien lo enlaza directamente con la noción de sentido común: «Pues como la ciencia tiene su origen en la verdad y el error en lo falso, así de lo verosímil se engendra el sentido común. En efecto, lo verosímil es como un término medio entre lo verdadero y lo falso, de modo que en la mayor arte de las ocasiones es verdadero, y raramente falso. Así pues,

principal influencia sobre Laplace a este respecto es, una vez más, D'Alembert, quien nos hace ver que, independientemente de las razones teóricas —*de iure*— para aceptar la verosimilitud como grado cognoscitivo (frente al absoluto rechazo cartesiano), existen razones históricas —*de facto*— y prudenciales para ello: «la historia de nuestras opiniones nos hace ver cómo los hombres, tanto por necesidad como por impaciencia, han sustituido con éxito diverso la verdad por la verosimilitud; nos muestra cómo lo que primero no era más que probable, se ha hecho a continuación verdadero a fuerza de ser retocado, profundizado y como depurado por los trabajos sucesivos de muchos siglos»³². Pero Laplace, cuya orientación intelectual era menos enciclopedista que la de D'Alembert, muestra menos interés por los hechos históricos que éste³³, y se limita a aportar razonamientos matemáticos para demostrar la necesidad de incluir en el discurso epistemológico las categorías de certeza y verosimilitud en función del concepto de probabilidad. Si recordamos la definición matemática de ésta como «razón entre el número de casos favorables y el de todos los casos posible», entenderemos sin dificultad la relación que establece entre certeza y probabilidad:

«Cuando todos los casos son favorables a un acontecimiento, su probabilidad se convierte en certeza y su expresión resulta igual a la unidad. En este sentido, la certeza y la probabilidad resultan comparables, aun cuando exista una diferencia esencial entre estos dos estados del espíritu, cuando una verdad le es rigurosamente demostrada y cuando percibe aún una pequeña fuente de error».³⁴

La escisión entre probabilidad y certeza descansa, pues, en una diferencia de *esencia*: no son grados sucesivos de un mismo orden jerárquico de conocimiento (no se obtiene una certeza de la mera adición mecánica de probabilidades): la aportación de una demostración formal, rigurosa y estricta garantiza la certeza en la veracidad del aserto, postulado o teoría (y verifica la perfecta correlación entre esa certeza —que no deja de ser subjetiva— y el estado de cosas objetivo), mientras que el reconocimiento de la existencia de una fuente de error (en forma de imprecisiones formales o escasez de datos experimentales³⁵) limita la investigación de la que se trate a la probabilidad, que

debe ser educado el sentido común, principalmente en los adolescentes» («Del método de los estudios de nuestro tiempo», en *Cuadernos sobre Vico*, 9/10, 1998, p. 408. Trad. de Francisco Navarro Gómez. Sevilla, Centro de Investigaciones sobre Vico).

³² EEP, p. 14.

³³ Salvo en el caso de la historia de la astronomía, de la que Laplace ofrece un resumen en el libro V de la *Exposición...* Cf. ESM, pp. 451ss.

³⁴ EFPI, p. 29.

³⁵ El grado de error está en proporción inversa al número de experiencias o repetición de fenómenos, tanto empíricos como experimentales (más adelante explicaremos esta distinción): «Cuando un acontecimiento simple o compuesto de varios acontecimientos simples, como, por ejemplo, una partida de un juego, se repite un gran número de veces, las posibilidades de los acontecimientos simples que convierten en lo más probable aquello que se ha observado son las que la observación indica con más verosimilitud; a medida que el acontecimiento observado se repite,

será mayor cuanto menor sea el grado de error de que sea susceptible. La verosimilitud entraña más elementos ajenos a la simple y estricta objetividad matemática; se refiere, más bien, a las opiniones y la disposición a creer de los seres humanos imbricados en las relaciones sociales y dependientes de los volubles criterios de la confianza y la desconfianza: «En las cosas que no son más que verosímiles, la diferencia entre los datos que cada hombre tiene respecto a ellas es una de las principales causas de la diversidad de las opiniones que imperan acerca de los mismos objetos»³⁶. En la verosimilitud de una afirmación intervendrá decisivamente: 1) la *certeza subjetiva* que quien la profiere; 2) su «carisma» —tanto en el dictado de una lección, la lectura de una conferencia o la comunicación de un hallazgo científico como en una arenga política—, derivado del grado de conocimientos o sabiduría que la audiencia le reconoce, y 3) la *ilustración media* de la propia audiencia, más capacitada para compulsar lo que se le dice con la verdad (y, así, aceptarlo o rechazarlo) cuanto más sepa ella misma de la cuestión acerca de la que se le habla.

«Así es como un mismo hecho, narrado ante una concurrida asamblea, logra diversos grados de credibilidad, según la amplitud de conocimientos de los oyentes. Si el hombre que lo cuenta está íntimamente persuadido de su verdad y si por su condición y temperamento inspira gran confianza, su narración, por extraordinaria que sea, tendrá entre los oyentes de escasas luces el mismo grado de verosimilitud que un hecho corriente narrado por el mismo hombre, y le prestarán una fe absoluta. Sin embargo, si alguno de ellos hubiese tenido ocasión de enterarse de que el mismo hecho era rechazado por otros hombres igual de respetables, no dejará de dudar; y el hecho será juzgado falso por los oyentes ilustrados que lo encontrarán contrario, bien a los hechos bien establecidos, bien a las leyes inmutables de la naturaleza»³⁷.

esta verosimilitud aumenta y acabaría por confundirse con la certeza si el número de repeticiones llegara a ser infinito. (...) La mayoría de las veces, los fenómenos de la naturaleza están rodeados de tantas circunstancias extrañas, mezclados con la influencia de tan gran número de causas perturbadoras, que resulta muy difícil, cuando son muy pequeños, detectarlos. *La única forma en que se lo puede lograr es multiplicando las observaciones, a fin de que, al llegar a destruirse los efectos extraños, los resultados medios evidencien tales fenómenos.* De lo que antecede se deduce que esto no tiene lugar de forma rigurosa más que en el caso de que el número de observaciones sea infinito; en todos los demás casos, los resultados medios indican los fenómenos con una probabilidad tanto más elevada cuanto mayor sea el número de las observaciones y cuyo valor es importante determinar» (EFP1, pp. 75 y 82. La cursiva es nuestra). Por la misma época (1797, *Reflexiones sobre la metafísica del cálculo infinitesimal*), pero ya desde la *Disertación sobre la teoría del infinito matemático* de 1786 citada más arriba, Lazare Carnot estaba haciendo sus aportes a la fundamentación del cálculo infinitesimal mediante su teoría de la compensación de errores (la técnica a la que Hegel ponía objeciones por su carácter más útil a la exactitud final del cálculo que ceñido a «la vía de la naturaleza de la cosa». *Op. cit.*, p. 341), equivalente matemático-algorítmico de la «destrucción de los efectos extraños por los resultados medios» de que habla Laplace, y que encuentra de nuevo inspiración en D'Alembert y su querrela contra las pretensiones metafísicas del cálculo en la versión de Fontenelle (quien postulaba la existencia real de los infinitesimos). Cf. EEP, pp. 339ss y FONTENELLE, Bernard le Bouvier de: *Œuvres complètes*, VII: *Éléments de la géométrie de l'infini*. París, Fayard, 2000.

³⁶ EFP1, p. 29.

³⁷ EFP1, pp. 29-30.

Laplace asume como propia la tarea ilustrada de enseñar «a los que no consideramos suficientemente instruidos, pero no sin antes examinar rigurosamente nuestras propias opiniones y sopesar con imparcialidad sus probabilidades respectivas»³⁸. Para ello, no encuentra mejor aliada que la ciencia y su progreso, ejemplo señero de lo cual le parece la astronomía (modelo para todas las ciencias³⁹) y su disolución de la astrología como fuente de errores «inculcados en la infancia, adoptados sin examen y sin otra base que la creencia universal»⁴⁰. Siendo «el poder de la imitación y de la costumbre» el «resorte más potente del mundo moral»⁴¹, la conclusión es clara: la ciencia, que se revela contra aquéllas demostrando su carácter irracional, es el instrumento de reforma y liberación cuya promoción debe imponerse el sabio ilustrado como tarea primordial y casi única. Claro que el reconocimiento como propia de esta tarea no mueve necesariamente al sabio ilustrado al optimismo: «...lo que disminuye la credulidad de los hombres ilustrados suele aumentar la del vulgo...»⁴².

³⁸ *Ibidem.*

³⁹ «De todas las ciencias naturales, la astronomía es la que presenta el más largo encadenamiento de descubrimientos (...) La exposición de estos descubrimientos y de la manera tan simple en que han podido nacer y sucederse tendrá la doble ventaja de ofrecer un gran conjunto de verdades importantes y el verdadero método que hay que seguir en la investigación de las leyes de la naturaleza» (ESM, p. 13). De nuevo la influencia de D'Alembert: «Se puede poner en primer lugar la Astronomía, cuyo estudio, después del de nosotros mismos, es el más digno de nuestro esfuerzo por el magnífico espectáculo que nos ofrece» (DPE, pag. 41); «si alguna ciencia merece en todos los respectos ser tratada según el método de los descubridores, o al menos según el que ellos pueden seguir, ésta es, sin duda, la astronomía. Nada puede ser más satisfactorio para el espíritu humano que ver mediante qué serie de observaciones, investigaciones, combinaciones y cálculos los hombres han llegado a conocer el movimiento de este globo que habitan y el de los otros cuerpos del sistema planetario» (EEP, p. 145).

⁴⁰ EFP1, p. 30.

⁴¹ *Ibidem.*

⁴² EFP1, p. 41. La Revolución no siempre consiguió asegurarse del carácter ilustrado de los representantes del pueblo. Para ejemplo, el caso de Lavoisier: «Una leyenda narra que Lavoisier, al solicitar un aplazamiento de la ejecución para poder finalizar sus trabajos científicos, obtuvo la siguiente respuesta: “La República no necesita sabios”. Esta “frase histórica” parece apócrifa, ya que Fourier-Tinville, al cual se le atribuye, no presidía el Tribunal en esa fecha y la petición de aplazamiento no se menciona en las actas. Pero esta leyenda refleja perfectamente la impresión de escándalo y de malestar que causó la condena» (BENSAUDE-VINCENT, B.: *op. cit.*, p. 430).

1.2. El método científico y las hipótesis

«Como han observado algunos filósofos, debemos muchos errores al abuso de palabras»

D'Alembert, *Discurso preliminar de la «Enciclopedia»* (1751)⁴³

«Sólo sabe juzgar sanamente sobre las cosas quien sabe evitar el abuso de las palabras»

Lazare Carnot, *motto* de la *Disertación sobre la teoría del infinito matemático* (1786)⁴⁴

«El arte de razonar se convirtió en nosotros en el arte de abusar de las palabras sin entenderlas bien»

Condillac, citado por Lavoisier en el *Discurso preliminar del Tratado elemental de química* (1789)⁴⁵

Entramos de lleno en la *Exposición del sistema del mundo* (1796). En este apartado nos centraremos en los *aspectos metodológicos* que Laplace plantea al hilo de los aportes concretos, físicos en general y cosmográficos en particular, que se encuentran en el libro. Antes de esto, no estará de más hacer hincapié en la intención del libro, que se corresponde con lo que hoy llamamos «alta divulgación científica», en ningún caso vulgarización o trivialización de los contenidos (tal vez sí «popularización», por lo que ya hemos visto)⁴⁶. Con él, Laplace intentó repetir el experimento pedagógico del *Ensayo filosófico sobre las probabilidades*, que, como vimos, tiene su origen en unas lecciones impartidas en 1795 en la Escuela Normal. Consciente de que sólo unos pocos de los 1400 alumnos de la Escuela estaban capacitados para seguir sus clases de mecánica celeste (que años después se plasmarían editorialmente en su gran *Traité* sobre la materia), se remitió a un libro que estaba preparando y para el que preveía el título *Descripción del sistema del mundo*, «un recuento no matemático de todo lo que había sido descubierto en estas materias»⁴⁷. Con un ligero cambio en el título, en 1796 publicaba (en dos volúmenes) «uno de los más

⁴³ DPE, p. 46.

⁴⁴ En GILLESPIE & YOUSCHKEVITCH, *op. cit.*, p. 252.

⁴⁵ LAVOISIER, A. L. *op. cit.*, p. 18.

⁴⁶ Gillespie (*op. cit.*, p. 170) lo resume claramente: «Esta es una obra de ciencia, no una obra sobre ciencia, escrita para un público educado, no para un público general».

⁴⁷ GILLESPIE, *op. cit.*, p. 169. Tomo de aquí estos datos introductorios. Copérnico, por ejemplo, tenía muy claro que las materias expuestas en el *De revolutionibus* no estaban destinadas al público en general: «las matemáticas se escriben para los matemáticos»; véase el prefacio de Copérnico dedicado a Pablo III (*Sobre las revoluciones de los orbes celestes*. Ed. de Carlos Mínguez. Madrid, Tecnos, 1987, p. 11), y Newton reformuló el tercer libro de los *Principia* convencido de que el original «método popular» era estéril y que al lector se le debe exigir unos conocimientos matemáticos previos y no sólo la lectura de los «escolios filosóficos» (NEWTON, Isaac: *Principios matemáticos de la filosofía natural*. Ed. de Antonio Escohotado. Madrid, Editora Nacional, 1982, pp. 655-656; incluye la primera redacción de *El sistema del mundo* —pp. 821ss—, de la que hay edición independiente a cargo de Eloy Rada. Madrid, Alianza, 1983).

exitosos trabajos científicos jamás compuestos»⁴⁸. Su impacto dio la vuelta al mundo y la acogida fue extraordinariamente favorable⁴⁹. La *Exposición* responde a un principio básico, heredado de Newton: la necesidad de evitar las hipótesis y limitarse a la exposición de los fenómenos cuya contrastabilidad experimental está garantizada. Para Newton, las hipótesis son conjeturas acerca de causas desconocidas de fenómenos reales que han sido descritos más o menos exhaustivamente, a partir de los cuales se ha establecido leyes, y que, por no aumentar en ninguna medida el conocimiento *real* sobre el fenómeno, son innecesarias e incluso contraproducentes. Newton se refiere explícitamente a la causa de la gravitación en el *Escolio general* de los *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687):

«Hasta aquí hemos explicado los fenómenos de los cielos y de nuestro mar por la fuerza gravitatoria (...) Pero hasta el presente no he logrado descubrir la causa de esas propiedades de gravedad a partir de los fenómenos, y no finjo hipótesis. Pues todo lo no deducido a partir de los fenómenos ha de llamarse una hipótesis, y las hipótesis metafísicas o físicas, ya sean de cualidades ocultas o mecánicas, carecen de lugar en la filosofía experimental. En esta filosofía las proposiciones particulares se infieren a partir de los fenómenos, para luego generalizarse mediante inducción. Así se descubrieron la impenetrabilidad, la movilidad, la fuerza impulsiva de los cuerpos, las leyes del movimiento y de gravitación. Y es bastante que la gravedad exista realmente, y actúe con arreglo a las leyes que hemos expuesto, sirviendo para explicar todos los movimientos de los cuerpos celestes y de nuestro mar».⁵⁰

Esta exigencia de contención especulativa planteada por Newton es asumida por Laplace como columna vertebral de su programa de investigación.

⁴⁸ GILLESPIE, *op. cit.*, p. 169.

⁴⁹ Se conserva, por ejemplo, unas notas manuscritas en una hoja de un ejemplar de la primera edición manejado por un graduado del College of New Jersey en 1798: «Este tratado, considerando su objeto y su extensión, une (en un grado mucho mayor que cualquier otro trabajo que sobre la misma cuestión hayamos visto nunca) claridad, orden y precisión. Es familiar sin ser vago; es preciso pero no abstruso; su materia parece extraída de un vasto almacén depositado en la mente del autor; y esta materia está impregnada del verdadero espíritu de la filosofía». *Ibidem*, pp. 169-170. En 1797, J. K. F. Hauff lo tradujo al alemán (*Darstellung des Weltsystems*). Hegel tenía un ejemplar en su biblioteca, del que extrae la cita, relativa al caso Galileo y la libertad de pensamiento, presente en *Fundamentos de la filosofía del derecho* (ed. de K. H. Ilting. Trad. de Carlos Díaz. Madrid, Libertarias/Prodhufi, 1993, p. 708). Cf. NEUSER, Wolfgang: «Die naturphilosophische und naturwissenschaftliche Literatur aus Hegels privater Bibliothek», en PETRY, M. J. (comp.): *Hegel und die Naturwissenschaften*. Stuttgart-Bad Cannstatt, Frommann-Holzboog, 1987, p. 488.

⁵⁰ *Op. cit.*, pp. 816-817. La cursivas son nuestras. El estatuto epistemológico de los «axiomas o leyes del movimiento» (de la inercia, de la dirección de la fuerza y de acción y reacción) según la presentación newtoniana (en la edición citada, pp. 237ss) no está tan claro: «No me parece admisible la distinción que hace Newton entre leyes del movimiento, o axiomas, e hipótesis. La ley de la inercia es la hipótesis: si un punto material se encontrara solo en el mundo y se moviera en el espacio con una cierta velocidad, mantendría continuamente esa velocidad» (RIEMANN, B: *op. cit.*, p. 103). La ley de inercia no se libra del carácter hipotético, según Riemann, porque presupone la situación ideal de un punto material no sometido a la acción de ningún otro punto material, lo cual no sucede en la realidad. Véase la nota 4 del editor en la misma página. Cf también ESCOHOTADO, Antonio: «Introducción» a NEWTON, I.: *op. cit.*, pp. 135-138.

Los sucesivos pasos de su método son: interrogar a la naturaleza (experimentalismo y observación controlada, *no empirismo*); someter las respuestas al análisis; hacer inducciones bien gestionadas; elevarse a los fenómenos generales de los que derivan todos los hechos particulares; reducir los grandes fenómenos al número más pequeño posible y tener siempre presente que «las causas primeras y la naturaleza íntima de las cosas nos serán eternamente desconocidas»⁵¹. El uso actual del término «empirismo» puede hacernos pensar que un científico ilustrado de raigambre y vocación newtoniana debe *necesariamente* ser empirista. Aparte del hecho de que, en última instancia, esta palabra no es más que una entre tantas etiquetas tópicas de la historia de la filosofía al uso, se da la circunstancia de que el propio Laplace advierte de que el empirismo es, digamoslo al modo aristotélico, el «vicio anticientífico» opuesto a la formulación de hipótesis, ya que por «empirismo» Laplace entiende la actitud natural de recolección y acúmulo de datos extraídos la experiencia inmediata, opuesta a la experimentación y la observación detallada a las que se aplican los preceptos del método: «Si el hombre se hubiese limitado a recoger hechos, las ciencias no serían más que una nomenclatura estéril, y jamás habría conocido las grandes leyes de la naturaleza. Es comparando los hechos entre ellos, captando sus relaciones y remontándose así a fenómenos cada vez más extensos como se ha llegado, por fin, a descubrir esas leyes siempre impresas en sus efectos más variados»⁵². La formulación por Newton de la ley de la gravedad es un ejemplo perfecto de contribución decisiva, según la perspectiva laplaciana, a la eliminación del empirismo, ya que, por su carácter general, permite la subsunción de todos los fenómenos naturales —no sólo los *a simple vista* gravitatorios— bajo una sola ley:

«Se verá que esta gran ley de la naturaleza representa todos los fenómenos celestes hasta en sus más pequeños detalles; que no hay una sola de sus desigualdades que no se desprenda de ella con una admirable precisión y que a menudo ha hecho avanzar las observaciones, desvelándonos la causa de muchos movimientos singulares entrevistos por los astrónomos, pero que, vistas su complicación y su extrema lentitud, no habrían podido ser determinadas por la sola observación sino después de un gran número de siglos. Por medio de ella, *el empirismo ha sido desterrado enteramente de la astronomía*, que ahora es un gran problema de mecánica, en la que los elementos del movimiento de los astros, sus figuras y sus masas son arbitrarias y los únicos datos indispensables que esta ciencia debe sacar de las observaciones».⁵³

⁵¹ ESM, p. 19.

⁵² ESM, p. 73. El empirismo, así entendido, defiende a capa y espada (u hoguera...), como es lógico, la inmovilidad de la tierra: la apariencia inmediata no permite pensar en otra posibilidad. Por el contrario, «la astronomía se ha elevado a través de las ilusiones de los sentidos, y no ha sido sino después de haberlas disipado mediante un gran número de observaciones y cálculos que el hombre ha reconocido, por fin, los movimientos del globo que habita y su verdadera posición en el universo» (ESM, p. 139).

⁵³ ESM, p. 240. La cursiva es nuestra. Laplace repite más adelante, implícitamente, la expresión «destierro del empirismo»: «No hace todavía tres siglos que Copérnico introdujo en sus tablas los movimientos de la tierra y de otros planetas alrededor del Sol. Aproximadamente un siglo después, Kepler hizo entrar en ellas las leyes del movimiento elíptico, que dependen de la sola atrac-

Por lo tanto, más allá las querellas sobre qué debemos entender por «empirismo», se debe precisar que el método científico laplaciano no se limita a la recolección y ordenación de datos, lo cual le convertiría, a lo sumo, en un *cosmógrafo* como Tycho Brahe, cuyos intereses astrológicos lastraban su, por lo demás, meritoria labor de «observador» (figura ésta muy bien considerada por Laplace como proveedor de datos para el teórico): «Hay que confesarlo: Tycho, aunque gran observador, no estuvo acertado en la búsqueda de las causas: su espíritu poco filosófico estuvo incluso imbuido de los prejuicios de la astrología judiciaria que intentó defender»⁵⁴. Se podría extraer de esta declaración una definición del «espíritu filosófico» que quizá suene contradictorio con lo que hemos visto y veremos: el espíritu filosófico sería aquél que se concentra en la búsqueda desprejuiciada de las causas de los fenómenos. No hemos de confundirnos: Laplace, como Newton, cierra el paso a la postulación de hipótesis causales pretendidamente explicativas acerca de fenómenos con cuya descripción debemos darnos por satisfechos, evitando las conjeturas abstractas no contrastables con la experiencia, de lo cual el ejemplo más claro es la búsqueda de explicación de la fuerza de la gravedad. Recordemos que, para Newton, «es bastante que la gravedad exista realmente, y actúe con arreglo a las leyes que hemos expuesto». La gravedad es causa de los fenómenos gravitatorios (valga el círculo vicioso), y más allá, hacia la *esencia metafísica* de la fuerza de la gravedad, no debemos intentar avanzar⁵⁵. Sobrevive aquí un «prejuicio» newtoniano del que Laplace no se libra: el de la independencia y superioridad epistemológica del *cálculo* sobre la *explicación*. Toda hipótesis que pretenda *explicar* sin aportar datos observacionales *sometidos al cálculo* no puede inspirar sino desconfianza:

«¿Cuál es esta causa primitiva? Expondré sobre esto, en la nota que termina esta obra, una hipótesis que me parece que resulta, con gran verosimilitud, de los fenómenos precedentes, pero que presento con toda la desconfianza que debe inspirar todo lo que no es resultado de la observación o del cálculo».⁵⁶

ción solar. Ahora, encierran las numerosas desigualdades que nacen de la atracción mutua de los cuerpos del sistema planetario: todo empirismo está desterrado de ellas y no toman de la observación más que los datos indispensables» (ESM, p. 531). Cuando Laplace habla de las «desigualdades» que se desprenden o nacen de la ley de la gravedad se refiere a las irregularidades del movimiento planetario (especialmente de Júpiter y Saturno), cuya autocorrección Newton no supo explicar mecánicamente, por lo que se remitió a la acción de Dios, y que Laplace explicó sin necesidad de tal hipótesis. Cf. ESM, libro IV (pp. 239ss).

⁵⁴ ESM, p. 501.

⁵⁵ «La naturaleza de esta modificación singular en virtud de la cual un cuerpo es transportado de un lugar a otro, es y será siempre desconocida. Ha sido designada con el nombre de fuerza: no se puede determinar más que sus efectos y la ley de su acción (...) siendo desconocida la naturaleza de la fuerza motriz, es imposible saber a priori si esta fuerza debe conservarse sin cesar» (ESM, pp. 185 y 189). Se refiere a la fuerza en general, pero es aplicable a la de la gravedad.

⁵⁶ ESM, p. 542. El ejemplo es siempre Newton: «Esta obra [los *Principia*] y el tratado no menos original del mismo autor sobre la Óptica unen al mérito de los descubrimientos el de los mejores modelos que se pueda proponer en las ciencias y en el delicado arte de hacer experiencias y someterlas al cálculo. Se ve ahí las más felices aplicaciones del método que consiste en elevarse,

Era el signo de los tiempos: tal prejuicio había sido denunciado bastantes años antes por el matemático D'Alembert (a quien no le dolían prendas a la hora de hacer crítica del objeto de su propia pasión intelectual) en el *Ensayo sobre los elementos de la filosofía* (1759) como una señal de la vanidad humana, empeñada en poder reducir todos los fenómenos a algoritmos y fórmulas:

«...el espíritu de cálculo, que ha expulsado al espíritu de sistema, reina quizá demasiado a su vez. Ya que en cada siglo hay un gusto de filosofía dominante, y este gusto entraña casi siempre algunos prejuicios (...) la Filosofía toma el tinte de los espíritus en los que se encuentra. En un metafísico es, de ordinario, totalmente sistemático, en un geómetra, a menudo, totalmente de cálculo. El método del último es, sin duda, el más seguro; pero no hay que limitarse a creer que todo se reduce a ello».⁵⁷

mediante una serie de inducciones, de los fenómenos a las causas y en descender de nuevo, a continuación, de esas causas a todos los fenómenos» (ESM, pp. 525-526).

⁵⁷ EEP, p. 183. La cursiva es nuestra. La reacción ilustrada dieciochesca contra el «espíritu de sistema» propio del siglo anterior, de la que se encuentran ejemplos en todas las grandes figuras del movimiento (especialmente, por su fuerte carácter irónico, la de Voltaire; «...sistemas, es decir, errores...», llega a decir en el *Tratado de metafísica* —en *Mélanges*. Préface par Emmanuel Berl. Texte établi et annoté par Jacques van den Heuvel. Paris, Éditions Gallimard (Bibliothèque de la Pléiade), 1.961, p. 187—) es resumida así por Cassirer: «El siglo XVII consideró como misión propia del conocimiento filosófico la construcción de “sistemas” filosóficos (...) El siglo XVIII renunció a este género y a esta forma de deducción, de derivación y fundación sistemáticas (...) Busca otro concepto de la verdad y de la “filosofía”, un concepto que las amplíe, que les dé una forma más libre y móvil, más concreta y viva (...) En modo alguno se desestima el *esprit systématique*, ni menos se le hace a un lado; pero con el mayor rigor se le diferencia del *esprit de système*» (*La filosofía de la Ilustración*. México, F.C.E., 1984, 3ª reimp., pp. 21-23). Esa diferenciación (que en D'Alembert es clara: «...el verdadero espíritu sistemático, que no hay que confundir con el espíritu de sistema...» —DPE, p. 41—) parece negada por el desconocido autor del artículo «filosofía» de la Enciclopedia: «Dos obstáculos principales han retrasado mucho tiempo el progreso de la filosofía: la autoridad y el espíritu sistemático (...) designo por tal aquel que edifica los planos y forma los sistemas del universo a los cuales, después, quiere ajustar, de buen grado o por la fuerza, los fenómenos» (*La historia de la filosofía en la Enciclopedia*, vol. I. Ed. preparada por José Manuel Bermudo. Barcelona, Horsori, 1.987, pp. 96-99). Cf. la introducción de José Manuel BERMUDO a BONNOT, Etienne, abate de CONDILLAC: *Tratado de los sistemas*. Barcelona, Horsori, 1.995, pp. 11-95, especialmente 79-86. La constitución de academias se constituye en el mejor antídoto contra el espíritu de sistema, según Laplace: «...la principal ventaja de las academias es que en ellas debe introducirse el espíritu filosófico, y de ahí expandirse por toda una nación y sobre todas las materias. El sabio aislado puede entregarse sin miedo al espíritu de sistema: no entiende más que de lejos la contradicción que experimenta. Pero en una sociedad erudita, el choque de opiniones sistemáticas termina pronto por destruirlas, y el deseo de convencerse mutuamente establece necesariamente entre los miembros la convención de no admitir más que los resultados de la observación y el cálculo. Así, la experiencia ha demostrado que desde las academias se ha expandido generalmente la verdadera filosofía» (ESM, p. 511). No es pura teoría; véase el testimonio de Lavoisier: «...los químicos se darán cuenta de que en la primera parte de esta obra [el *Tratado elemental de química* de 1789] sólo me he servido de experimentos propios. Si alguna vez he utilizado las experiencias o las opiniones de Berthollet, Fourcroy, Laplace, Monge y de todos aquellos que, en general, adoptaron los mismos principios que yo, y haya olvidado citarlos, se debe a que la costumbre de convivir juntos, de comunicarnos nuestras ideas, nuestras observaciones, nuestros puntos de vista, ha establecido entre nosotros una especie de comunidad de opiniones, donde con frecuencia es difícil, incluso a nosotros mismos, distinguir lo que aportó cada uno» (en TEQ, pp. 16-17). Todavía en 1802, cuando en Alemania ya habían asumido como evidente la necesidad de constituir la filosofía en sistema, decía Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), perteneciente a la

Pero de la lectura de la *Exposición* resulta claro que las miasmas del espíritu de cálculo cuyos excesos denuncia D'Alembert no alcanzan a Laplace. El hecho mismo de que consiga establecer todos los elementos necesarios para la comprensión de la estructura física del mundo sin el uso de tecnicismos matemáticos, tras más de 250 años de imperio exclusivo del más riguroso matemático en la ciencia física y en buena parte de la filosofía⁵⁸, nos indica que la orientación de la ciencia laplaciana es otra. En concreto, Laplace se mueve en los terrenos del experimentalismo observacional, analítico⁵⁹, inductivista, probabilista y antihipotético. Este último aspecto es el que más nos interesa aquí. En la estela newtoniana, que, como se ha insinuado, marcó decisivamente todo el pensamiento ilustrado (en una reacción dirigida, fundamentalmente contra el cartesianismo)⁶⁰, Laplace se manifiesta con total radicalidad: en la ciencia no caben las hipótesis. Cuando de ciencia se trata

«...hay que escoger o hacer nacer los fenómenos más propios a este objeto, multiplicarlos variando sus circunstancias y observar qué tienen de común entre ellos. Así, nos elevamos sucesivamente a relaciones cada vez más extensas, y se llega, al fin, a las leyes generales que se verifican, sea por pruebas o experiencias directas, cuando esto es posible, sea examinando si satisfacen todos los fenómenos conocidos».⁶¹

misma generación que Laplace: «¿Quién osará asegurar que el orden que acabo de indicar es un orden sistemático, arbitrario (...) Yo sé bien que ahora pocas personas se tomarán interés por lo que voy a exponer, y que entre las que recorran este escrito, la mayoría pretenderán no encontrar allí más que sistemas, opiniones vagas, nulamente fundadas, sobre conocimientos exactos. Lo dirán, pero no lo escribirán» (*Recherches sur l'organisation des corps vivants*. París, Fayard, 1986, pp. 39 y 55).

⁵⁸ Recordemos que el *De revolutionibus orbium caelestium* de Copérnico, con «su discurso más matemático que natural» —el reproche de Bruno, cf. *La cena de las cenizas*. Ed. de Miguel Ángel Granada. Madrid, Alianza Editorial, 1987, p. 66— se publica en 1543, y la *Exposición* de Laplace en 1796, más de 150 años después del *Discurso cartesiano* (1637), más de 120 del «calculemos...» de Leibniz («El método verdadero» —1677-1678— en *Antología*, op.cit. p. 63) y a 109 de la sistematización de la física matemática por antonomasia, los *Principia* de Newton de 1687. Es lo que Antonio Escotado (*op. cit.*, p. 21) llama «complot pitagórico» y Víctor Gómez Pin «tentación pitagórica» (*La tentación pitagórica. Ambición filosófica y anclaje matemático*. Madrid, Síntesis, 1998).

⁵⁹ «Esta ligazón analítica de los hechos particulares con un hecho general es lo que constituye una teoría» (ESM, p. 527).

⁶⁰ Véase, por ejemplo, VOLTAIRE: *Los elementos de la filosofía de Newton* (con Isaac NEWTON: *El sistema del mundo* —la misma traducción ya citada—). Ed. de Antonio Lafuente y Luis C. Arboleda Aparicio (con Eloy Rada). Barcelona, Círculo de Lectores, 1996, pp. 141ss. El rechazo ilustrado del cartesianismo por sus errores científicos concretos no implica el desprecio generalizado de la filosofía cartesiana. Véase, por ejemplo, el respeto que D'Alembert muestra por Descartes en DPE, pp. 84ss. Cf. LENOBLE, Robert: *Histoire de l'idée de nature*, especialmente 2ª parte, capítulo V. París, Albin Michel, 1969. El caso contrario es Fontenelle, quien, en 1687 (año de publicación de los *Principia*) publica la segunda edición ampliada de las *Conversaciones...*, en las que adopta una perspectiva radicalmente cartesiana (incluso en la aceptación de la hipótesis cosmogónica de los torbellinos, que poco después será ridiculizada sin piedad por Voltaire), que será corregida, en buena medida, en *el Elogio de Sir Isaac Newton* de 1727 leído en la Academia de Ciencias de París el 12 de noviembre de 1727. Cf. NEWTON, Isaac: *El sistema del mundo*, *op. cit.*, pp. 23-45.

⁶¹ ESM, p. 526.

En todo caso, cuando no obtiene «pruebas o experiencias directas» de las leyes generales con las que se pretende describir, cuantificar y predecir⁶² los fenómenos, el científico no debe aventurar hipótesis, sino seguir observando (*escogiendo* los fenómenos) o experimentando (*haciendo nacer* los fenómenos). Las erróneas tablas de las refracciones astronómicas de Dominique Cassini son, según Laplace, «un notable ejemplo del peligro de las hipótesis, cuando se las realiza, en lugar de contemplarlas como medios de someter las observaciones al cálculo»⁶³. En general,

«...se puede acrecentar la probabilidad de una teoría, sea disminuyendo el número de las hipótesis sobre las cuales se apoya, sea aumentando el número de los fenómenos que explica».⁶⁴

Es decir, la probabilidad de que una teoría describa perfectamente la realidad está en proporción directa al número de observaciones de los fenómenos a los que se refiere y en proporción inversa al número de hipótesis sobre las que se apoya. La «explicación» a la que se refiere Laplace no es la explicación *según causas*, sino el referido *sometimiento al cálculo*: «Tras haber expuesto en los libros precedentes las leyes de los movimientos celestes y las de la acción de las causas motrices, queda compararlas, para reconocer las fuerzas que animan los cuerpos del sistema solar, y para elevarse sin hipótesis y por una serie de razonamientos geométricos, al principio general de la gravedad del que se derivan»⁶⁵. Este fue el lastre que impidió a Kepler, según Laplace, «dar el último paso que suponía la invención de la dinámica y el análisis infinitesimal»⁶⁶. Newton, al prescindir de las hipótesis, sobrepasó los logros de Kepler para establecer la ley de la gravedad universal, de la que aquél estuvo tan cerca:

«Kepler mismo, llevado por una imaginación activa a explicar todo por hipótesis, se vio obligado a confesar, sobre esta cuestión, la inutilidad de sus esfuerzos».⁶⁷

⁶² No explicar: las leyes del movimiento newtonianas no aportan el «por qué» propio de la auténtica explicación. Se limitan al «qué (sucede)» y al «cómo (sucede)»

⁶³ ESM, p. 131, nota del autor. Cassini, partiendo de la suposición de que la densidad de la atmósfera es constante, supuso (y los astrónomos lo aceptaron) que las refracciones aumentan en relación directa a la altura en la atmósfera. Bouguer probó, mediante un gran número de observaciones hechas en Quito (2800 metros sobre el nivel del mar) que la realidad contradecía la hipótesis de Cassini.

⁶⁴ ESM, p. 396.

⁶⁵ ESM, p. 239. La cursiva es nuestra.

⁶⁶ ESM, p. 507.

⁶⁷ ESM, p. 524. Hagamos justicia a Kepler, quien pasó a la historia de la ciencia precisamente como gran calculador y quien era perfectamente consciente de la insuficiencia de las hipótesis (lo cual no atenúa la objeción de Laplace): «No bastaba concebir la hipótesis verdadera, era preciso someterla al cálculo» (carta a Maestlin del 15 de marzo de 1605, citada por A. Escotado en *op. cit.*, pág 65). Hegel, por ejemplo, defendió a Kepler de las críticas de Laplace en la *Enciclopedia de las ciencias filosóficas*, § 280: «...es irracional introducir aquí como fundamento el pensamiento de la contingencia como lo es, por ejemplo, en los pensamientos de Kepler para comprender la

¿Cómo dar razón, pues, de la estructura de la realidad física sin apelar a hipótesis?

2. El sistema del mundo

«Yo diré aquí aquello que oí a una persona eclesiástica de muy elevado rango, esto es, que la intención del Espíritu Santo era enseñarnos cómo se va al cielo, y no cómo va el cielo»

Galileo Galilei, *Carta a Cristina de Lorena* (1615)⁶⁸

2.1. Newton y el Brazo Divino

«Descartes, ese Filósofo con quien las ciencias y el espíritu humano están tan obligadas, cuyos errores mismos estaban por encima de su siglo y, durante mucho tiempo, del nuestro, es propiamente el primero que ha tratado sobre el sistema del mundo con algún cuidado y alguna extensión»⁶⁹. Estas respetuosas palabras de D'Alembert⁷⁰ son pórtico de una breve exposición de la hipótesis cosmogónica cartesiana⁷¹, cuya insuficiencia le parece demostrable mediante un examen profundo y detallado, como el que publicó Maupertuis en 1732 formando parte del *Discurso sobre las diferentes figuras de los astros, donde se intenta explicar los principales fenómenos del cielo*⁷². Allí puede leerse:

ordenación del sistema solar de acuerdo con la ley de la armonía musical, ver solamente (con Laplace) el extravío de una imaginación soñadora, en vez de respetar la profunda creencia de que en este sistema [planetario] hay razón; una fe que ha sido el único fundamento de los brillantes descubrimientos de este gran hombre» (ed. de Ramón Valls Plana. Madrid, Alianza Editorial, 1997, pp. 347-348).

⁶⁸ GALILEI, Galileo: *Carta a Cristina de Lorena y otros textos sobre ciencia y religión*. Ed. de Moisés González. Madrid, Alianza Editorial, 1987, p. 73.

⁶⁹ D'Alembert, EEP, p. 149.

⁷⁰ Quien no está teniendo en cuenta la aportación al respecto de su admirado Francis Bacon y su planteamiento del problema en la *Descripción del globo intelectual* (1612): «Estas son, pues, las cinco cuestiones que parecen relevantes a propósito del sistema propiamente dicho: ¿hay un sistema? ¿cuál es el centro del mismo? ¿cuál es su extensión? ¿cuál es su conexión? y ¿cuál es el orden y la disposición de sus partes?» (en *Teoría del cielo*. Ed. de Alberto Elena y M^a José Pascual. Madrid, Tecnos, 1989, p. 46).

⁷¹ Expuesta, prudentemente, como una «fábula» en *El mundo. Tratado de la luz* (ed. de Salvio Turró. Barcelona, Anthropos, 1989). El libro estaba preparado para su publicación en 1633, año de la condena de Galileo por las tesis heliocéntricas defendidas y demostradas en *los Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo ptolemaico y copernicano* de 1632 (ed. de Antonio Beltrán. Madrid, Alianza Editorial), pero Descartes detiene el proceso para evitar problemas con la Inquisición («...el movimiento de la tierra (...) yo confieso que, si es falso, todos los fundamentos de mi filosofía lo son también, ya que se demuestra por ellos evidentemente». Carta a Mersenne de finales de noviembre de 1633, en *Œuvres et lettres*, ed. de André Bridoux. Paris, Gallimard, 1953, p. 948). En 1644, un poco más calmados los ánimos, vuelve a exponer su teoría cosmológica en *Los principios de la filosofía*, tercera parte: «Sobre el mundo visible» (ed. de Guillermo Quintás Alonso. Madrid, Alianza Editorial, 1995).

⁷² En MAUPERTUIS, P. L. Moreau de: *El orden verosímil del cosmos*. Ed. de Antonio Lafuente y José Luis Peset. Madrid, Alianza Editorial, 1985, pp. 59ss. Véase también el *Essai de Cosmologie*

«Para explicar los movimientos de los planetas alrededor del Sol, Descartes los supone sumergidos en un fluido que, circulando alrededor del astro, forma el vasto torbellino en el que son arrastrados, como los barcos abandonados a la corriente de un río.

Esta explicación, demasiado simple a primera vista, está sujeta a grandes inconvenientes cuando se la examina».⁷³

Maupertuis explica cómo la teoría de los torbellinos entra en contradicción con la 1ª y la 3ª de las leyes de Kepler (es compatible con una u otra *por separado*, pero no con las dos al mismo tiempo; «sin embargo estas dos leyes son tan inmutables la una como la otra»⁷⁴) y cómo su exigencia de que los planetas tengan casi la misma densidad que las diferentes capas del torbellino queda rebatida por el movimiento de los cometas, a los que vemos «atravesar estas capas sin recibir alteración sensible en su movimiento»⁷⁵. Apoyándose en Huygens, rechaza también la teoría de la gravedad asociada a la hipótesis de los torbellinos. Concluye su exposición concediendo que, aunque «nada es más hermoso que la idea de Descartes, que quería explicarlo todo en Física por la materia y el movimiento»,

«si se quiere conservar esta idea tan bella, es preciso no permitir supuestos de materias y movimientos, sin otra razón que la necesidad que se tiene de ellos».⁷⁶

Laplace, tan respetuoso como D'Alembert y Maupertuis de la figura de Descartes y de «su siglo, ilustrado, por lo demás, por tantas obras maestras en la literatura y las bellas artes», se sitúa indiscutiblemente del lado de Newton, a quien estaba reservado «hacernos conocer el principio general de los movimientos celestes»⁷⁷. Como culminación de una lista de grandes personajes de la historia de la ciencia moderna («enano a hombros de gigantes»⁷⁸), entre los

(1750), en *Œuvres*, vol. I. Hildesheim / New York, Georg Olms Verlag, 1974, pp. Es muy interesante también la refutación «seria» de la teoría cartesiana expuesta por Voltaire en *los Elementos de la filosofía de Newton* (*op. cit.*, pp. 284-289) y la irónica de los *Diálogos de Evémero*, VII (trad. de Mauro Armiño. Prólogo de Agustín Izquierdo. Madrid, Valdemar, 1996, pp. 117ss.), así como los artículos del *Diccionario filosófico* «Cartesianismo» y «Newton y Descartes» (ed. de Ana Martínez Arancón. Madrid, Temas de Hoy, 2000², vol. I, pp. 396-400 y vol. II, pp. 409-411, *respec.*) y, por supuesto, la participación del propio Newton en la polémica, por ejemplo en la carta a Richard Bentley del 10 de diciembre de 1692 (en NEWTON, Isaac: *Cuatro cartas al Dr. Bentley. Carta al honorable Sr. Boyle sobre la causa de la gravitación*. Ed. de L. Rodríguez Luján y J. L. González Recio. Madrid, Editorial Complutense, 2001, pp. 22-23, especialmente).

⁷³ *Op. cit.*, p. 59.

⁷⁴ *Ibidem*, p. 62.

⁷⁵ *Ibidem*.

⁷⁶ *Ibidem*, p. 65.

⁷⁷ ESM, p. 518.

⁷⁸ «Si yo he visto más lejos ha sido por estar a hombros de gigantes» (carta a Hooke del 5 de febrero de 1676, citada por Alberto Elena en *A hombros de gigantes. Estudios sobre la primera revolución científica*. Madrid, Alianza Editorial, 1989, p. 136). Para una lista más detallada de los «gigantes», véase CASINI, Paolo: *El universo máquina. Orígenes de la filosofía newtoniana*. Barcelona, Martínez Roca, 1971, p. 12. La metáfora proviene de Bernardo de Chartres, según el testimonio de Juan de Salisbury: «Decía Bernardo carnotense que nosotros somos como enanos

que Laplace destaca al propio Descartes (aplicación del álgebra a la teoría de las curvas y de las funciones variables), Fermat (fundamentos del análisis infinitesimal), Wallis, Wren y Huygens (leyes de la comunicación del movimiento y, el último, las de la fuerza centrífuga), Galileo (leyes de la caída de los graves), Kepler (leyes del movimiento planetario e intuición de la gravitación universal) y Hooke (explicación de los movimientos planetarios en función de una fuerza primitiva de proyección combinada con la fuerza atractiva del sol), Newton fue

«el hombre de genio que, relacionando y generalizando estos descubrimientos, supo sacar de ellos la ley de la gravedad».⁷⁹

Partiendo de los aportes del gran «hombre de genio», complementados con los descubrimientos, físicos en general y astronómicos en particular, que se habían producido después de su muerte, Laplace expone todos los datos observacionales y las leyes físicas necesarias para comprender el funcionamiento de la máquina del universo. La metáfora no es gratuita: desde la obra newtoniana el universo ha quedado exento de los aspectos vitalistas, animistas y finalistas propios del Renacimiento y de algunos prejuicios que aún se podían encontrar incluso en la obra de Galileo (por ejemplo, la perfección del movimiento circular como garantía del orden del mundo⁸⁰), si bien otros subsisten, entre los cuales destaca el recurso a la intervención de una «Divinidad», «Agente inteligente (...) dotado de voluntad», «Creador», «Deidad», «Poder Divino» o «Brazo Divino», para la puesta en marcha y conservación de la maquinaria celeste: las cartas a Richard Bentley, como complemento al *Escolio general* de los *Principia*, son un perfecto compendio de los argumentos a favor de esta posición. Si a ellas nos atenemos, los *Principia* fueron escritos con el único objetivo de fundamentarla:

«Cuando escribía mi Tratado acerca de nuestro sistema tenía la vista puesta en aquellos principios en cuanto capaces de servir a los hombres discretos para la creencia en una divinidad; y nada puede alegrarme más que encontrarlo útil a tal propósito. Si, de este modo, he hecho al público algún servicio, no se debe nada más que al esfuerzo y la paciente meditación»⁸¹

Newton sostiene con toda radicalidad la insuficiencia de las leyes naturales para la explicación del funcionamiento de todo el sistema físico, que, según él, revela un «plan o designio» de un Agente inteligente, y para ello pone como

montados sobre los hombros de gigantes, para poder contemplar más cosas y más alejadas que los antiguos; pero no ciertamente por nuestra mayor agudeza visual, o por nuestra mayor estatura, sino porque somos llevados y elevados a lo alto con su gigantesca altura» (citado por Cesar RAÑA DAFONTE en : *Juan de Salisbury (1110/20-1180)*. Madrid, Ediciones del Orto, 1999, p. 13).

⁷⁹ ESM, p. 518.

⁸⁰ Cf. *Diálogo...*, *op. cit.*, pp. 30-31.

⁸¹ *Cuatro cartas...*, I, *op. cit.*, p. 21.

ejemplos tanto la gran perfección de los movimientos planetarios como el hecho comprobado de que ciertas irregularidades detectadas en los movimientos de Júpiter y Saturno (cuyas características «surgieron seguramente no por estar colocados a una distancia tan grande del sol, sino que fueron más bien la causa por la que el Creador los colocó a gran distancia...»⁸²) no perturbaban el funcionamiento general del sistema solar, de lo que infiere la intervención correctora del Brazo Divino, al que atribuye también el carácter circular del movimiento impreso en los planetas, que deriva en *órbitas* y sin el cual caerían en línea recta hacia el centro del sistema, ocupado por el sol⁸³: el Brazo Divino convierte «los movimientos descendentes de los planetas que están cayendo en un movimiento lateral»⁸⁴ y así, por la combinación de ambas fuerzas (la de la gravedad —directa hacia el sol— y la lateral impresa por el Brazo divino) los planetas se mueven en órbitas «circulares» (entendiendo por «circulares» *según líneas curvas*; Newton da por supuesto el carácter elíptico de las órbitas planetarias demostrado por Kepler). Para reafirmar la necesidad de la intervención del Creador, Newton niega que la gravedad sea una característica «esencial e inherente a la materia». Como Bentley se había manifestado en este sentido, la respuesta de Newton es tajante:

«Le ruego que no me atribuya esa teoría a mí, pues lo que no pretendo conocer es la causa de la gravedad, y por lo tanto llevaría más tiempo tratar de ella.»⁸⁵

Reafirmandose en el *hypothesis non fingo* del *Escolio general* de los *Principia*, pero con un tono menos epistemológico que teológico o religioso, Newton cierra el camino a una especulación acerca de la causa de la gravedad⁸⁶, para la que se remite, en última instancia, a la acción divina; hacerla «innata, inherente y esencial a la materia», convirtiéndola en una acción a distancia en el vacío

⁸² *Ibidem*, II, p. 25.

⁸³ «Aunque toda la materia estuviera dividida en un principio en varios sistemas, y cada sistema constituido como el nuestro por un Poder Divino, los sistemas exteriores descenderían hacia el más central, de forma que este estado de cosas no podría subsistir por siempre sin un Poder Divino que lo conservase» (*Ibidem*, III, p. 36). El Poder Divino, pues, no sólo creó e imprimió el primer impulso a los sistemas planetarios, sino que actúa constantemente sobre ellos para garantizar su subsistencia.

⁸⁴ *Ibidem*, p. 30.

⁸⁵ *Ibidem*, p. 31.

⁸⁶ Aunque el 28 de febrero de 1678 ó 1679 escribe una carta a Robert Boyle al respecto, sólo presenta en ella una «conjetura» a la que no parece conceder mucha credibilidad: «...por lo que se ha dicho, usted discernirá fácilmente si, en esas conjeturas, hay algún grado de probabilidad, que es a todo lo que aspiro. En lo que a mí respecta, tengo tan poca imaginación para cosas de esta naturaleza que, si no me hubiese movido su estímulo, creo que nunca las hubiera llevado de la pluma al papel» (*Carta a Boyle, op. cit.*, p. 54).

«...es para mí un absurdo tan grande que creo que ningún hombre que esté capacitado para pensar en cuestiones filosóficas pueda caer nunca en ello»⁸⁷

Hacemos hincapié en estos dos aspectos (*las irregularidades de los movimientos de Júpiter y Saturno y el carácter extrínseco a la materia de la fuerza de la gravedad*) porque son los dos principales elementos (observacional el primero y teórico el segundo) a los que apela Newton para postular la necesidad de la intervención divina en el mundo y que Laplace corrige en la *Exposición*. Apoyándose en datos desconocidos por Newton y Halley y en las contradicciones entre los cálculos de Euler y Lagrange (cuyos resultados «eran tan diferentes que uno de ellos, por lo menos, debía estar equivocado»⁸⁸), Laplace reconsideró el problema y alcanzó a establecer la invariabilidad de los movimientos medios en forma de teorema, según el cual «si el movimiento de Júpiter se acelera, el de Saturno se aminora, lo que concuerda con lo que había notado Halley»⁸⁹. Tras un «cálculo largo y penoso» pudo llevar «las tablas de Júpiter y Saturno a la precisión de las mismas observaciones»⁹⁰, es decir, consiguió establecer teóricamente la ley de la compensación de las irregularidades de manera que se ajustaba perfectamente a los datos observacionales y predecía otros que la causa de las anomalías «no había indicado todavía»⁹¹. La apelación al Brazo Divino se hacía, pues, innecesaria: la causa era, en todo caso, la fuerza de la gravedad y todas sus derivaciones. Queda por establecer, pues, la naturaleza de la gravedad.

Ya hemos visto que la esencia de la *fuerza*, en general, y la de la gravedad, en particular, no era algo cuya definición preocupase a Laplace («no se puede determinar más que sus efectos y la ley de su acción»⁹²). Al físico le basta con saber, por ejemplo, «sin conocer su causa», que la «atracción solar» está «producida por un poder atractivo que reside en el sol». A simple vista, parece una tautología insignificante («la atracción solar es la atracción que ejerce el sol»), pero si tenemos en cuenta que la atracción solar es una de las manifestaciones de la fuerza de la gravedad, el «reside en el sol» es definitivo en la demarcación de Laplace con respecto a Newton. Éste negaba que la gravedad fuese *inherente a la materia*, aquél lo afirma, con respecto tanto a la materia solar como a la gravedad existente entre la tierra y la luna: ambas son de la misma naturaleza y debidas a la misma causa:

«En efecto, esas dos fuerzas parecen ser de la misma naturaleza: penetran la una y la otra las partes íntimas de la materia y las animan con la misma velocidad si sus masas son iguales».⁹³

⁸⁷ *Cartas...*, III, *op. cit.*, p. 34.

⁸⁸ EFP2, p. 100.

⁸⁹ *Ibidem*, p. 101.

⁹⁰ *Ibidem*, pp. 101-102.

⁹¹ *Ibidem*, p. 103.

⁹² ESM, p. 185.

⁹³ ESM, p. 246.

La gravedad es, pues, una característica de la constitución íntima de la materia solar, terrestre y *universal*: «la gravedad sobre la tierra no es más que un caso particular de una fuerza expandida por todo el universo»⁹⁴, y no sólo se constata mediante la observación de los grandes planetas y sus satélites, considerados «en masa», sino que es propia de cada una de sus moléculas, de donde se extrae este «gran principio de la naturaleza, a saber, que *todas las moléculas de la materia se atraen mutuamente en razón de sus masas y recíprocamente al cuadrado de las distancias*»⁹⁵, lo cual explica, *a fortiori*, algunas de las irregularidades de los movimientos planetarios, no sometidos exclusivamente a la fuerza central solar⁹⁶. A partir de todo esto, Laplace presenta, evitando «formar hipótesis» sobre la gravedad, las «cinco suposiciones» empleadas por los *géómetras* (los físicos matemáticos) relativas a ella:

«1ª, que la gravitación tiene lugar entre las más pequeñas moléculas de los cuerpos; 2ª, que es proporcional a las masas; 3ª, que es recíproca al cuadrado de las distancias; 4ª, que se transmite en un instante de un cuerpo a otro; 5ª, en fin, que actúa igualmente sobre los cuerpos en reposo y sobre los que, ya movidos en su dirección, parecen sustraerse, en parte, a su actividad».⁹⁷

Por tanto, la hipótesis del Brazo Divino se hace innecesaria para explicar el origen y la conservación del movimiento tanto en el sistema solar como en el universo en general: la ley newtoniana de la gravedad y sus corolarios garantizan su funcionamiento mecánico autosuficiente. De hecho, la palabra «Dios» no aparece en toda la *Exposición* más que en menciones de otros pensadores, científicos o filósofos (distinción que, a la sazón, aún tenía poco sentido). Por ejemplo, «Alfonso, rey de Castilla (...) *Si Dios*, decía, *me hubiese llamado a su consejo, las cosas hubiesen estado en un mejor orden*. Por estas palabras, que fueron tachadas de impiedad, hacía entender que todavía se estaba lejos de conocer el mecanismo del universo»⁹⁸, y al resumir la polémica entre Leibniz y Newton relativa a la invención del cálculo infinitesimal, presenta cómo el primero reprochaba al segundo la hipótesis del Brazo Divino:

«Es, dice, tener ideas muy estrechas de la sabiduría y el poder de Dios». Newton replicaba con una crítica tan viva de la Armonía preestablecida de Leibniz, a la que calificaba de milagro perpetuo. La posteridad no ha admitido esas vanas hipótesis; pero ha hecho

⁹⁴ ESM, p. 249.

⁹⁵ ESM, p. 251. La cursiva es nuestra.

⁹⁶ Laplace dedica a la explicación de estas anomalías todo el capítulo 2 del libro IV de ESM (pp. 253ss).

⁹⁷ ESM, p. 398.

⁹⁸ ESM, p. 493. Roger Cotes, en el prefacio a la segunda edición de los *Principia* (1713), había dicho: «Tan claramente se muestra ante nuestros ojos la elegantísima estructura del sistema del mundo, que si el rey *Alfonso* viviera aún no se quejaría por falta de las virtudes de sencillez y armonía» (*op. cit.*, pp. 220-221).

la más entera justicia a los trabajos matemáticos de esos dos grandes genios: el descubrimiento de la gravedad universal y los esfuerzos de su autor para remitir a ella los fenómenos celestes, serán siempre objeto de su admiración y su reconocimiento»⁹⁹

Ni *Brazo Divino* ni *Armonía preestablecida*: ambas son soluciones especulativas e hipotéticas, por lo tanto innecesarias y científicamente inaceptables. De ahí la respuesta de Laplace a la pregunta de Napoleón sobre el lugar de Dios en su sistema del mundo: «Señor, no he tenido necesidad de esa hipótesis».¹⁰⁰

2.2. «...antes de existir un mundo...». La hipótesis de Kant-Laplace

Sin embargo, la continua tensión antihipotética de la epistemología laplaciana, heredada de Newton, no le impidió formular una *hipótesis cosmogónica*, a la que dedica toda la «nota 7 y última» de la *Exposición*. Tal hipótesis es conocida en la actualidad como «de Kant-Laplace», ya que el primero en formularla, en 1755, fue el filósofo de Königsberg, quien le dedicó el capítulo I de la segunda parte de la *Historia general de la naturaleza y teoría del cielo*¹⁰¹. La diferencia radical entre las formulaciones kantiana y laplaciana de la hipótesis será el papel que Dios desempeña en ellas: de una cierta importancia en la primera, nulo en la segunda. Kant, en el *Prefacio*, comienza expresando su preocupación por la posibilidad de que su teoría alimente sospechas de impiedad entre los guardianes de la ortodoxia. Consciente de haber elegido «un tema que, tanto por su intrínseca dificultad como también por la referencia a la religión, puede despertar, desde el comienzo, prejuicios molestos en un gran sector de los lectores»¹⁰², Kant se apresura a dejar sentado que es necesario presuponer la intervención inmediata del «Ser Supremo» en la constitución física del mundo. Intentar deducir el sistema del mundo desde principios estrictamente naturales derivados de las leyes de la mecánica newtoniana debe implicar el riesgo, en buena lógica, de ser acusado de ateísmo. Sin embar-

⁹⁹ ESM, p. 546. Evidentemente, Laplace era más newtoniano que leibniziano: a pesar de ser «dos grandes genios» que la posteridad recordará siempre, *sólo se acuerda de los méritos de Newton*.

¹⁰⁰ Parece ser que Lagrange, cuando se enteró, dijo: «Pues es una hipótesis excelente. Explica muchas cosas». Cf. ALFONSECA, Manuel: *Grandes científicos de la Humanidad*, vol. 1. Madrid, Espasa-Calpe, 1998, p. 124.

¹⁰¹ KANT, Immanuel: *Historia general de la naturaleza y teoría del cielo* (en adelante, HGC). Trad. de Jorge E. Lunqt. Buenos Aires, Juárez Editor, 1969. Modificamos la puntuación en ocasiones. Recuérdese el precedente de los *Principios de las cosas naturales o nuevo ensayo de explicación filosófica de los fenómenos del mundo elemental* (1734) de Emmanuel Swedenborg (incluido en *El habitante de dos mundos. Obra científica, religiosa y visionaria*. Ed. y trad. de Christen A. Blom-Dahl y José Antonio Antón Pacheco. Madrid. Trotta, 2000, pp. 87-120), tan vinculado a Kant por otras cuestiones menos «científicas» (cf. de Kant *Los sueños de un visionario explicados por los sueños de la metafísica*. Trad., intr. y notas de Pedro Chacón e Isidoro Reguera. Madrid, Alianza Editorial, 1987). Quizá Kant deba a Swedenborg más de lo que estaba dispuesto a reconocer...

¹⁰² HGC, p. 9.

go, se muestra dispuesto a ello sin perder de vista el horizonte que marca la necesidad de hacer compatible la autonomía de las leyes de la naturaleza con la existencia de Dios y su intervención en el mundo: «...la coincidencia que encuentro entre mi sistema y la religión eleva mi confianza frente a todas las dificultades al grado de una incommovible serenidad»¹⁰³. Ante las pruebas de la existencia de un «Autor de suprema sabiduría» derivadas de la belleza y el perfecto orden del sistema del mundo, Kant se muestra escéptico: no porque no crea en ellas («quien no se cierra aviesamente a toda persuasión debe rendirse ante argumentos tan irrefutables»¹⁰⁴), sino porque su mal uso por parte de los defensores de la religión convierte la polémica en una estéril y eterna «contienda con los naturalistas, ofreciéndoles sin necesidad un lado débil»¹⁰⁵. Es decir, tales pruebas son argumentos irrefutables *en la medida en que no se sometan a discusión racional*: de la belleza, perfección, armonía y finalidad que se contempla en el universo *se intuye* la existencia de un Ser Supremo Todopoderoso cuyo plan se cumple en todos sus términos. Las pruebas de la suficiencia de las leyes de la naturaleza para explicar los fenómenos más beneficiosos para el hombre que aportan los *naturalistas sin recurso a ninguna finalidad predeterminada benévolamente* por algún Ser Supremo pone en entredicho la existencia de tal plan¹⁰⁶. El tono del discurso kantiano se torna aquí casi admonitorio: «Si un creyente, para salvar la buena causa de la religión, intenta negar esta facultad de las leyes generales de la naturaleza, se pondrá a sí mismo en dificultades, dando mediante su mala defensa al no creyente un motivo de triunfo»¹⁰⁷. Kant intenta darle la vuelta al discurso naturalista, convirtiendo las leyes naturales en la expresión de una racionalidad intrínseca a la naturaleza, negadora del azar y afirmadora de una finalidad que dirige la actuación de dichas leyes: que del caos de una materia inicial en movimiento sometido a las leyes de la atracción y repulsión se haya producido un «orden natural en gran escala» es más la prueba de la existencia del Ser Supremo que de la autosuficiencia de la naturaleza. Kant admite que su teo-

¹⁰³ *Ibidem*, p. 10. Hobbes, por ejemplo, había negado la legitimidad de una investigación acerca del origen del mundo, basándose en argumentos teológico-taumatúrgicos, consuetudinarios y hasta legales: «...paso por alto conscientemente las cuestiones acerca de lo infinito y lo eterno, contento con la doctrina sobre la magnitud y el origen del mundo de la que me han persuadido las Sagradas Escrituras y la fama de los milagros que las confirman, así como las costumbres de mi patria y la reverencia debida a las leyes; y paso a *otras cosas que no es ilícito discutir*». *Tratado sobre el cuerpo*, IV, 26, l. Ed. de Joaquín Rodríguez Feo. Madrid, Trotta, 2000, p. 313. La cursiva es nuestra.

¹⁰⁴ *Ibidem*, p. 11.

¹⁰⁵ *Ibidem*.

¹⁰⁶ Kant pone el ejemplo de los vientos marinos que «en la zona más tórrida del planeta (...) soplan sobre la tierra y la deleitan precisamente en los momentos en que el calor hace más necesaria su influencia refrescante (...) ¡Cuántos beneficios brindan los vientos al planeta y cuánto uso saca de ellos la sagacidad del hombre! Y sin embargo, para producirlos no se requerían otras disposiciones que la misma calidad general del aire y calor que, aun prescindiendo de aquellas finalidades, tenían que hallarse en la tierra» HGC, pp. 12 y 13.

¹⁰⁷ *Ibidem*, pp. 13-14.

ría tiene un gran parecido con las estrictamente materialistas de Epicuro, Leucipo, Demócrito y, sobre todo, Lucrecio, salvo en que éstas hacen del *azar* la causa de la espontánea ordenación del caos inicial y Kant se la atribuye a las leyes necesarias a las que está vinculada la materia y que fueron establecidas por una inteligencia suprema:

«¿Era posible que muchos elementos, cada uno provisto de su propia naturaleza independiente de los demás, debían por sí solos disponerse mutuamente de tal manera que surgiese un todo bien ordenado; y si acontece así, no es ello una prueba irrefutable de la uniformidad de su primer origen, pues éste debe ser una inteligencia suprema en la cual la naturaleza de las cosas ha sido proyectada de acuerdo con designios preestablecidos?».¹⁰⁸

La conclusión, para Kant, es clara: existe un Dios «porque hasta en el caos la naturaleza no puede proceder de otra forma que regular y ordenadamente».¹⁰⁹ Otra cosa es que la inteligencia humana esté capacitada para demostrar tal existencia a partir de argumentos naturales que permitan entrever la necesidad de una causa sobrenatural del sistema del mundo. Según Kant, ello equivaldría a un salto que nos situaría en el puesto de Dios; sería como «decir: *Dadme sólo materia y os construiré con ella un mundo*»¹¹⁰. Lo cual no implica que deba dejarse de lado, como coto vedado al hombre, la investigación acerca del origen del universo, *el intento de situarse teóricamente en el instante mismo de la creación*: es lícito, más allá de toda prevención religiosa o teológica, intentar averiguar «lo que pasó en la naturaleza antes de existir un mundo»¹¹¹. Para ello, el mejor instrumento teórico es la física newtoniana, de cuyo perfeccionamiento futuro Kant no dudaba¹¹². Aplicándola a la descripción de ese instante inmediatamente anterior a la existencia del mundo, Kant formula su hipótesis cosmogónica, con la prevención de quien es consciente de que «las hipótesis de esta índole, por lo general, no gozan de mayor prestigio que los sueños filosóficos»¹¹³.

Kant parte de los datos cosmográficos establecidos acerca de la estructura del sistema solar, de la ley newtoniana de la gravitación y de un espacio interplanetario completamente vacío¹¹⁴, lo que, aparentemente, implica una acción

¹⁰⁸ *Ibidem*, p. 17.

¹⁰⁹ *Ibidem*, p. 18.

¹¹⁰ *Ibidem*, p. 19.

¹¹¹ *Ibidem*.

¹¹² Y de cuyos conceptos fundamentales ofrece un breve esquema (tras el prefacio y el resumen por epígrafes del contenido total de la obra; cf. HGC, pp. 37-41) que muestra el perfecto conocimiento que tenía Kant de la obra newtoniana y sus principales implicaciones, sometidas a rigurosa crítica (en el sentido kantiano del término) en los *Principios metafísicos de la ciencia de la naturaleza* de 1786 (Intr. y trad. de Carlos Másmela. Madrid, Alianza Editorial, 1989)

¹¹³ *Ibidem*, p. 25. Quizá la expresión «sueños filosóficos» esté vinculada a los «sueños del visionario» Swedenborg...

¹¹⁴ Aunque aclara en nota al pie: «No investigo aquí si este espacio puede ser llamado vacío en el sentido más propio de la palabra. Porque por el momento basta con señalar que toda la mate-

a distancia, ya que, presupuesta una distribución discreta de la materia, no habría entre los cuerpos ningún transmisor de la fuerza. Ésta fue una de las principales objeciones que se opusieron a la teoría newtoniana de la gravitación procedentes, fundamentalmente, del bando cartesiano y de Leibniz¹¹⁵. Newton cubría ese hueco en la explicación, indica Kant, apelando a la mano de Dios. Kant prefiere buscar «el verdadero sistema» y partir de que el vacío (o al menos lo *equivalente al vacío*) actualmente existente entre los planetas sustituye a un momento inicial de extrema condensación de la materia en sus elementos primitivos que llenaba «todo el espacio del edificio universal dentro del cual giran ahora esos cuerpos»¹¹⁶. Era el momento «que sigue inmediatamente a la creación», creación, por supuesto, *ex nihilo* por un acto de la voluntad divina. Tal caos inicial de los elementos encerraba «aquella perfección que llevan en sí desde su origen, puesto que su esencia se deriva de la idea eterna del entendimiento divino»¹¹⁷; tales esencias incluyen, entre sus notas, la atracción o repulsión mutuas, por lo que, inmediatamente después de la creación, el movimiento surge de manera natural y necesaria, poniéndose así en marcha el proceso de organización según leyes naturales. El momento decisivo de la exposición de esta teoría llega cuando Kant se enfrenta al origen del movimiento en función de los conceptos de espacio y materia:

«En un espacio que se llena de esta manera, el reposo general no dura más que un instante. Los elementos tienen las fuerzas esenciales para ponerse mutuamente en movimiento, y son su propia fuente de vida».¹¹⁸

La presencia originaria de fuerzas de repulsión inherentes a la materia, asociadas a las constituciones íntimas de los elementos, junto a la más general de atracción gravitatoria (hipótesis que respondía a hechos observacionales, como, por ejemplo, el comportamiento de los imanes) explica por qué no permaneció toda la materia concentrada en un punto masivo e indiferenciado, ya que el movimiento directo de todas las partículas hacía el cuerpo central se desvía lateralmente por «los débiles grados de repulsión con los que las partí-

ria que tal vez pueda ser encontrada en este espacio, sería demasiado impotente para poder ejercer alguna influencia, considerando la magnitud de las masas en movimiento de que se trata» (HGC, p. 64)

¹¹⁵ Cf. BERNARD COHEN, I.: *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*. Trad. de Carlos Solís. Madrid, Alianza Editorial, 1983, pp. 81ss.

¹¹⁶ HGC, p. 65.

¹¹⁷ *Ibidem*, p. 66.

¹¹⁸ *Ibidem*, p. 67. Es decir, el espacio precede a la materia y *al tiempo* en el orden de la constitución del mundo: aquella llena un *espacio preexistente* e inmediatamente, *de modo instantáneo*, comienza el movimiento, *a partir del cual surge el tiempo como medida del movimiento según el antes y el después (de la creación)*. Una cierta reivindicación implícita del viejo Aristóteles, en la que el alma es sustituida por el espíritu divino. Lo que no indica Kant es si el espacio *preexiste a la creación* o es lo primero creado, es decir, si el espacio es la nada desde la que se crea la materia o surge de la nada como *primer acto de la creación* que posibilita los siguientes (*creación* de la materia y necesaria *aparición* del tiempo como resultado de las tendencias intrínsecas de la materia).

culas entrechocan»¹¹⁹. Así, poco a poco, la interacción de las partículas va convirtiendo su movimiento «en círculos paralelos alrededor del sol como centro», hasta llegar a una situación en la que «ha terminado la pugna y la competencia de los elementos y todo se encuentra en la situación de la más mínima acción recíproca»¹²⁰, es decir, al orden estable que percibimos en el sistema del mundo, ejemplo perfecto del cual es el sistema planetario solar. De esta manera, Kant explica el origen del universo mediante *causas naturales mecánicas*, reservando para Dios *el momento de la creación desde la nada y la impresión de las leyes* que, a partir de ese momento, deberían regir la naturaleza con la finalidad inherente de cumplir su plan, en el que impera la tendencia al orden perfecto, la belleza y la armonía.

Laplace formulará, 41 años después de Kant (de modo independiente), una hipótesis similar, pero completamente exenta de apelación alguna a la divinidad¹²¹. Partiendo de cinco fenómenos observados en el sistema solar, intentará plantear una explicación estrictamente natural del funcionamiento del sistema del mundo. Estos fenómenos son:

«Los movimientos de los planetas en el mismo sentido y, aproximadamente, en el mismo plano; los movimientos de los satélites en el mismo sentido que los de los planetas; los movimientos de rotación de esos diferentes cuerpos y del sol, en el mismo sentido que sus movimientos de proyección y en planos poco diferentes; la poca excentricidad de las órbitas de los planetas y de los satélites; en fin, la gran excentricidad de las órbitas de los cometas, aunque sus inclinaciones hayan sido abandonadas al azar».¹²²

La hipótesis de Buffon («...el único que conozco que, desde el descubrimiento del verdadero sistema del mundo, haya intentado remontarse al origen de los planetas y los satélites»¹²³), según la cual el origen del sistema solar está en el choque de un cometa contra el sol y del consiguiente desprendimiento de materia que, de acuerdo con las leyes mecánicas presididas por la ley de la gravedad, se habría ido distribuyendo paulatinamente hasta configurar el sistema solar como lo conocemos, es una hipótesis insuficiente, que puede explicar sólo el primero de los cinco fenómenos relacionados, dejando a los otros cuatro en el enigma. La verdadera causa del orden sistemático del mundo debe abarcar a todos los cuerpos y todos sus movimientos. Parte de la siguiente descripción del momento inicial:

¹¹⁹ HGC, p. 69.

¹²⁰ HGC, pp. 69-70.

¹²¹ Bien sea teísta o deísta. El más newtoniano que Newton Laplace contradirá a Voltaire, quien, en los *Elementos de la filosofía de Newton* (op. cit., p. 147), había dicho: «no he visto ningún newtoniano que no fuese teísta en el sentido más riguroso». Habrían de transcurrir 58 años entre la publicación de estas palabras y la de la *Exposición laplaciana*.

¹²² ESM, p. 564.

¹²³ *Ibidem*. Cf. BUFFON, G. L. Leclerc: *Las épocas de la naturaleza*, «Primera época. Cuando la Tierra y los planetas tomaron su forma». Madrid, Alianza Editorial, 1997, pp. 173ss.

«En el estado primitivo en el que suponemos al sol, se parecía a las nebulosas que el telescopio nos muestra compuestas de un núcleo más o menos brillante, rodeado de una nebulosidad que, condensándose en la superficie del núcleo, lo transforma en estrella. Si se concibe, por analogía, todas las estrellas formadas de esta manera, se puede imaginar su estado anterior de nebulosidad, precedido él mismo por otros estados en los cuales la materia nebulosa era cada vez más difusa, siendo el núcleo cada vez menos luminoso. Se llega, así, remontándose tan lejos como es posible, a una nebulosidad tan difusa, que apenas se podría sospechar su existencia».¹²⁴

Los planetas se habrían formado por la condensación de los vapores difusos situados en los límites exteriores de la nebulosa solar, liberados de la atracción gravitatoria de su núcleo por la fuerza centrífuga: «la atmósfera del sol no puede extenderse indefinidamente: su límite es el punto en el que la fuerza centrífuga debida a su movimiento de rotación compensa la gravedad»¹²⁵. Dada la *universalidad a toda escala* de las leyes del movimiento (que, como vimos, rigen tanto para los planetas más grandes como para las más pequeñas moléculas), cada planeta debió sufrir un proceso similar, por el que se formaron los satélites planetarios o los anillos, como el de Saturno, caso que «resulta naturalmente de esta hipótesis y, sin ella, resulta inexplicable»¹²⁶. Laplace afirma que todos los fenómenos observados en el sistema solar, y especialmente los cinco indicados¹²⁷, responden a su hipótesis.

No nos demoraremos más en los ejemplos que Laplace aporta en defensa de su hipótesis, y que fundamenta en la descripción cosmográfica del sistema del mundo tal como había sido establecido por la astronomía de su época y él aporta exhaustivamente en la *Exposición*¹²⁸. La astrofísica contemporánea encuentra serias dificultades en la hipótesis de Kant-Laplace, lo cual no impide que la situación inicial del sistema solar que describe se considere todavía «el escenario más probable para la formación de los planetas»¹²⁹. En todo caso, Laplace, como filósofo científico, ocupa un lugar preeminente en el desarrollo de la cosmovisión moderna, en la cual la tensión del pensamiento busca dar explicación de la realidad sin apelar a causas incomprensibles, inefables y rescatadas del ámbito del misterio y el «designio divino», tan propiciadoras de la vanidad de quien se estima creado a imagen y semejanza de Dios y centro del universo como contrarias siempre a las legítimas ambiciones de la razón humana:

«Seducido por las ilusiones de los sentidos y del amor propio, el hombre se ha contemplado durante mucho tiempo como el centro del movimiento de los astros, y su vano orgullo ha sido castigado por los espantos que le han inspirado. En fin, muchos siglos de

¹²⁴ *Ibidem*, p. 566.

¹²⁵ *Ibidem*, p. 567.

¹²⁶ *Ibidem*, p. 569.

¹²⁷ Incluidos los relacionados con los cometas, que, según la hipótesis, «son extraños [*étrangères*] al sistema solar». *Ibidem*, p. 570.

¹²⁸ Puede verse una exposición un poco más resumida de la hipótesis en EFP2, pp. 114-116.

¹²⁹ GRIBBIN, John: *Diccionario del cosmos*, entrada «hipótesis nebulosa». Barcelona, Crítica, 1997, p. 170.

trabajos han hecho caer el velo que ocultaba a sus ojos el sistema del mundo. Ahora se ha visto sobre un planeta casi imperceptible en el sistema solar, cuya vasta extensión no es, ella misma, más que un punto insensible en la inmensidad del espacio. Los resultados sublimes a los cuales este descubrimiento le ha conducido son muy apropiados para consolarle por el rango que asigna a la tierra, mostrándole su propia grandeza en la extrema pequeñez de la base que le ha servido para medir los cielos. Conservemos con cuidado y aumentemos el depósito de estos altos conocimientos, las delicias de los seres pensantes. Ellas han rendido importantes servicios a la navegación y a la geografía; pero su mayor beneficio es haber disipado los temores producidos por los fenómenos celestes y destruido los errores nacidos de la ignorancia de nuestras verdaderas relaciones con la naturaleza; errores y temores que pronto renacerían si la llama de las ciencias llegara a extinguirse».¹³⁰

¹³⁰ ESM, p. 552. Claro que siempre se puede decir que Laplace no fue más que un científico muy profesional y un filósofo aficionado y aplicarle lo que dijo Francis Bacon: «...es verdad segura y confirmada por la experiencia que un conocimiento pequeño o superficial de la filosofía puede inclinar a la mente humana al ateísmo, pero que un mayor avance en la misma la vuelve a la religión» (*El avance del saber*. Ed. de Alberto Elena y M^ª Luisa Balseiro. Madrid, Alianza Editorial, 1988, p. 25; otra formulación en *Ensayos*, XVI: «Del ateísmo» (ed. de Luis Escolar. Barcelona, Orbis, 1985, p. 60). Depende de lo que se entienda por «filosofía» y del crédito que se conceda a Bacon.