

La filosofía natural de Boskovic

MARIANO COLUBI LÓPEZ
I.E.S. Inca Garcilaso. Montilla, Córdoba

Antes de entrar en materia, me permito una pequeña digresión autobiográfica que pueda explicar a los que me escuchan algunos de los motivos por los que estoy en este Seminario Orotava de Historia de la Ciencia, además, por supuesto, de la amable invitación de la que fui objeto.

Me formé como filósofo y me refugié en la historia de las ideas científicas durante el doctorado. Cuando ingresé en el Cuerpo de Profesores de Enseñanza Secundaria conocí cómo estaban preparados los planes de estudio de las asignaturas relacionadas con la historia de la ciencia en esta Comunidad Canaria y me llamaron la atención muy favorablemente. Se notaba el trabajo y dedicación que la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de esta tierra estaba dispuesta a reconocer al ámbito de la historia de la ciencia, y destacaban los preámbulos a los diferentes planes de asignatura por convincentes y convencidos de la importancia de la asignatura en el currículo de Secundaria, frente a los del resto de Comunidades con competencias en Educación.

Pues bien, quiero en esta introducción romper una lanza a favor del valor didáctico de la historia de la ciencia en Secundaria. Frente a la segmentación del currículo en humanidades y ciencias, la historia de la ciencia es la defensora de la unidad del saber frente a la excesiva compartimentación del mismo que vivimos hoy en día, y esto en unas aulas donde se impone una educación generalista, preuniversitaria en cualquier caso.

La historia de la ciencia no sólo demuestra que los conocimientos científicos no se producen al margen del resto de actividades humanas, con la consiguiente desmitificación de la pretendida objetividad del conocimiento científico, sino que, además, y de manera complementaria, es un apoyo fundamental para aquella docencia de las materias científicas que huye de los procedimientos algorítmicos y de las recetas y reconoce que el alumno debe recibir una formación crítica que le haga pensar. Conociendo la historia de la noción de fuerza, con sus diferentes matices y usos a lo largo de la misma, el alumno no tomará su definición como única o verdadera, sino que aprenderá que el conocimiento no se administra en píldoras, construyéndose en el aula.

Quiero además reconocer que, de manera complementaria, mi docencia de algunos temas de historia y filosofía de la ciencia en el marco de la asignatura de Filosofía en Bachillerato ha venido enriqueciendo durante estos cinco años mis perspectivas acerca de los temas de investigación en historia de la ciencia a los que me dedico.

Finalmente, a afinar estas ideas que a continuación les presento ha contribuido también el haberme decidido recientemente a no cultivar la historia de la ciencia desde la sola perspectiva del historiador, sino a completar ésta con estudios universitarios de física. En este sentido, es fragmentario y triste intentar reconstruir la evolución de

conceptos sin saber, en definitiva, cómo acaba la película, al menos, a día de hoy. Conocer el punto final del trayecto ayuda a narrar las vicisitudes del contenido.

Ustedes pretenden que yo hable de Boskovic y temo no satisfacer sus aspiraciones. La figura de Boskovic es, en principio, una excusa para hacer historia de la ciencia. Boskovic no fue nunca un tema que justificase en sí mismo un tratamiento enciclopédico o completo de todas las vicisitudes de su vida y obra, sino que Javier Ordóñez me invitó a descubrir la ciencia de una época, la ilustrada, a través de la ventana que abría sobre la misma el personaje de Boskovic.

No se trataba, por tanto, de hacer historia del autor que figura en el título del trabajo, ya que ésta siempre corre el riesgo de ser, aunque sea justificadamente, hagiográfica, sino de hacer historia de las ideas, de los problemas que, al traspasar la obra del autor, protagonizan, por tanto, la época. Lo importante para mí siempre ha sido no la respuesta puntual de un autor a un problema, sino la tradición intelectual a la que pertenece el autor, que es la que formula el problema de una manera que pueda ser respondido.

De esta manera, Boskovic no fue el objetivo, sino la motivación de mi trabajo. Boskovic no centró como figura histórica mi sed de conocimiento, sino que me ayudó a intentar resolver el puzzle intelectual de una la ciencia de una época. Boskovic, para mí, no fue resultado, sino proceso. Luego, el detallado estudio de la ventana de acceso al paisaje demostró, según espero hacerles ver, que otra pretensión con respecto a la obra de nuestro autor sería vana. A veces, la historia, como en la vida, no se hace diciendo siempre sí, sino que se debe responder en negativo.

El jesuita ragusano Rudjer Josip Boskovic (Roger Joseph Boscovich en transcripción latina, 1711-1787) fue un filósofo natural del siglo XVIII¹. Vivió bajo el influjo del poderoso programa newtoniano en física celeste y terrestre, pero no contribuyó a su esplendor. La ciencia moderna se caracteriza sobre todo por una insistencia en el recurso a la comprobación experimental y también, y al mismo tiempo, por una búsqueda de la introducción del rigor de la matemática en el conocimiento de la realidad natural. Boskovic no fue un experimentalista, y tampoco conoció la matemática de la modernidad, la que permite hacer ciencia hipotético-deductiva.

Es curioso que se pueda hacer con sentido historia intelectual de la física basándonos en personajes que no representan el éxito de la empresa científica, sino, por el contrario, el fracaso de la misma. Boskovic no entendió apenas nada de lo que su época dio a la ciencia, y sin embargo el estudio de su obra muestra la existencia de modos anticuados de hacer ciencia que son estrictamente complementarios a los que marcaba el derrotero del programa newtoniano. Algunos de dichos modos llegan a tener, incluso, el regusto del aristotelismo. Estudiar a los perdedores que intentaron,

¹ La mayor parte de datos y conclusiones generales que ofrezco sobre la obra de Boskovic están recogidos en M. COLUBI, *Boskovic y la visión mecánica de la naturaleza (1740-1785)*. Madrid, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 1999.

pese a todo, ganar, ofrece al historiador la posibilidad de entender lo que la época no era, y de ese modo, por eliminación, vislumbrar lo que de verdad hubiese sido.

La historiografía de la ciencia de la Ilustración hace más hincapié en la relevancia de la innovación experimental que en la de la construcción deductiva de la física de la Edad Moderna. Ustedes han tenido el privilegio de escuchar recientemente en este foro a John L. Heilbron, auténtico patrón desde Berkeley de la historia de la física². Aunque vino a hablar de aspectos distintos de la disciplina, su monumental *Electricity in the XVIIth and XVIIIth Centuries. A History of Early Modern Science*³ representa un magnífico ejemplo de lo que intento decir. Es verdad que, como dice Heilbron, la experimentación lleva a un extraordinario aumento en la precisión de las medidas de las magnitudes implicadas en el experimento, y, con ello, a introducir la cuantificación⁴. Ahora bien, cuantificar es numerar, no matematizar.

La introducción de la matemática en el seno mismo de la ciencia física moderna, que corresponde tanto al afán realista de Galileo Galilei (1564-1642) como al instrumentalismo hiriente de las fuerzas conservativas centrales de Sir Isaac Newton (1642-1727), es un proceso mucho más rico de lo que significa la entrada del número en la descripción del funcionamiento de la naturaleza. En concreto, debemos recordar que, si los aristotélicos de los siglos XVII y XVIII se negaban a permitir la confusión entre las categorías de sustancia y de cantidad, esto era porque el estudio de las matemáticas se centraba en objetos de características ideales, mientras que la física aspiraba desde Aristóteles de Estágira (384-322 a. d. C.) a la descripción de la realidad⁵.

Lo que quiero decir es que nuestros filósofos naturales de primera mitad de siglo XVIII, a los cuales Boskovic pertenece, despreciaban el estudio de, por ejemplo, una naranja como entidad esférica, en la medida en que las propiedades matemáticas de la esfera no corresponden con la naranja real, dotada de esfericidad imperfecta. En este sentido, el desprecio de la introducción del rigor matemático en la física, que se debe precisamente a lo que tiene de ideal su estudio, y no de real, se mantiene entre los filósofos naturales hasta mediados del siglo XVIII⁶. Hay que tener asimismo en cuenta que este desprecio no se daba en una sola dirección, sino que era recíproco. Era motivo de orgullo para un matemático que, al hacer mecánica racional, sus conclusiones no fuesen ni directa ni completamente aplicables a la realidad física⁷.

² El *Office for History of Science* de la Universidad de California en Berkeley edita, desde 1969, la revista *Historical Studies in the Physical Sciences*, auténtica referencia para todos los historiadores, intelectualistas o contextualistas, de la física.

³ Berkeley <Cal.>, The University of California Press, 1979.

⁴ Véase, por ejemplo, J.L. HEILBRON, *Weighing imponderables and other quantitative science around 1800*. Berkeley <Cal.>, The University of California Press, 1993, Introducción, pp. 1-3.

⁵ Véase, por ejemplo, Aristóteles, *Physica*, Libro II, capítulo II, 193b 22-194a 12.

⁶ *Mémoires de Trévoux*, Enero de 1756, vol. I, pp. 5-32. Esta publicación periódica de divulgación se editaba en Francia bajo la dirección de los jesuitas.

⁷ Un magnífico ejemplo de esto lo constituye casi cualquiera de las obras de d'Alembert; en concreto, véase su artículo «Expérimental» para la *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences*,

Así pues, es menester completar la explicación de Heilbron del surgimiento de la física moderna temprana con una valoración de lo que significa, en términos actuales de metodología de la ciencia, la parte deductiva del método hipotético-deductivo, a saber, la extracción de consecuencias, posteriormente comprobables mediante experimento, de la suposición de determinados axiomas o hipótesis que sirven como cumbre de la construcción teórica.

Esto lo explica Newton con meridiana claridad en el Prefacio a sus *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis*⁸. La magia de la ciencia moderna consiste en que una ciencia formal como la matemática, que no habla de la realidad, pueda, sin embargo, aplicarse a ella y predecir lo que va a pasar. Este trabajo deductivo, según mi opinión, también es fundamental, junto a la comprobación experimental de las hipótesis, para el advenimiento de la ciencia moderna. Creo que dicho trabajo no ha recibido la atención debida por parte de mis colegas.

El cuerpo del artículo debe justificar la opinión que la obra de Boskovic me merece. La actividad científica de Boskovic se circunscribe, en sus aspectos importantes, a una observación astronómica que se hallaba anclada a la visión científica de la Antigüedad, por un lado, y a una enseñanza de las matemáticas que insistía en los aspectos sintéticos de la presentación de las diferentes ramas de dicho saber, obviando los recursos analíticos cartesianos y los desarrollos del cálculo de tangentes y cuadraturas de Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)⁹ y Newton.

La observación astronómica es, desde antiguo, una actividad contemplativa, lo que implica, a su vez, el desarrollo de una observación pasiva, lejos de la visión moderna de la interacción entre sujeto y objeto de conocimiento, que da paso a la noción de experimento. Por otro lado, la matemática que conoce Boskovic es una matemática también de la Antigüedad, tanto en contenidos como en métodos, de manera que los resultados obtenidos por los matemáticos de la Modernidad con aplicación al conocimiento de la realidad física pasan generalmente desapercibidos a nuestro filósofo natural.

De esta manera, y en un momento que es esencial para explicar, como diría Immanuel Kant (1724-1804), la transición de la filosofía natural a la física, Boskovic carece de recursos para tratar ésta, por lo que sus intentos se quedan en la dimensión especulativa del conocimiento de la realidad, mientras que las dimensiones matemática y experimental son ajenas a sus verdaderas pretensiones. Como decían los franceses de

des arts et des métiers editada por Denis Diderot (1713-84) y el propio d'Alembert. París, 28 vols., 1751-77; vol. VI, 1756, pp. 298-301.

⁸ Londres, 1687, «Prefacio del autor al lector»; citado por la edición castellana, Madrid, Alianza Editorial, 2 vols., 1987; vol. I, pp. 98-9.

⁹ Javier de Lorenzo les habrá explicado a ustedes en este mismo foro la importancia de esta cuestión para el desarrollo de la historia de la ciencia posterior; véase su «Estudio Preliminar» a G.W. LEIBNIZ, *Análisis infinitesimal*. Madrid, Tecnos, 1987.

mediados del siglo XVIII, a Boskovic le dominaba el *esprit de système*¹⁰. Es curioso reconocer que, a pesar de todos sus esfuerzos para evitarlo, Kant se vio fuera de juego de la misma manera que Boskovic¹¹.

Es curioso que la historia externa de la ciencia tenga aquí un magnífico episodio para reivindicar la importancia de sus tesis: podemos decir que Boskovic fue el caballo ganador de los jesuitas de la época para mostrar que la ciencia moderna no es necesariamente reformista, sino que también los defensores del Papado estaban en condiciones de producir ciencia moderna de excelente calidad.

Boskovic enseñó matemáticas en el *Collegio Romano*, y así pretendía la Contrarreforma sacar adelante interlocutores válidos con personajes como Leonhard Euler (1707-83), protestante, Jean le Rond d'Alembert (1717-83) o Alexis Clairaut (1713-65), estos últimos franceses que, por ser ilustrados convencidos, eran vistos por el Vaticano como rivales encarnizados.

Esta visión externa de la obra de Boskovic no es en absoluto falsa, pero no resulta todo lo completa e interesante que el personaje, por lo dicho hasta el momento, requiere. Por eso insisto en convertir a nuestro protagonista en eje de una historia interna de las ideas científicas.

Boskovic nace en la ciudad de Ragusa (actual Dubrovnik) en 1711 y su familia, de comerciantes, es de origen croata¹². Entra en los Jesuitas como novicio en Roma en 1725, amparado por una afición al estudio y por cierta aptitud poética que no dejará de cultivar nunca. Estudia artes y teología en el *Collegio Romano* y las primeras obras de las que se tiene noticia son, o bien disertaciones y composiciones poéticas de contenido científico (ya aparece aquí su interés por los fenómenos astronómicos), o bien encargos del Vaticano sobre aspectos científicos varios, tales como grietas en cúpulas o desecación de terrenos pantanosos.

Queda así claro el espíritu que los soldados intelectuales del Vaticano que eran los jesuitas insuflaban a sus pupilos: se trataba de ser autosuficientes en ciencia frente a la herejía reformista. También es evidente que la idea del sabio que tenía esta gente seguía coincidiendo con el hombre renacentista de saber universal, y desconocían, quizá porque reprobaban, lo que significaba el reciente nacimiento del especialista en un área determinada del conocimiento.

Boskovic termina sus estudios en 1740, y años más tarde, dado su interés, si no aptitud, por las ciencias, sustituye al profesor de matemáticas en la mencionada

¹⁰ Esto lo expone muy bien Thomas L. Hankins a propósito de d'Alembert en *Jean d'Alembert. Science and the Enlightenment*. Oxford, at the University Press, 1970, p. 87.

¹¹ De esto les hablará muy próximamente a ustedes Juan Arana en este mismo foro. Véase su obra *Ciencia y metafísica en el Kant precrítico (1746-64)*. Sevilla, Universidad de Sevilla, 1982.

¹² La más autorizada y completa biografía de Boskovic se la debemos a ELISABETH HILL, «Biographical Essay», aparecida EN L.L. WHYTE (ED.), *Roger Joseph Boscovich, S.J., F.R.S., 1711-1787. Studies of his life and work in the 250th anniversary of his birth*. Londres, George Allen & Unwin, 1961, pp. 17-101.

institución romana. Él llega a componer un manual de matemáticas en tres volúmenes para trabajo en clase, los *Elementorum Universae Matheseos*.¹³ Esa obra habla de matemática sintética, de trigonometría, de rudimentos de álgebra y de secciones cónicas.

Hay que recordar que la historiografía trata desde siempre a Boskovic como matemático¹⁴. Boskovic escribe matemáticas en latín a unas alturas del siglo XVIII en las que la lengua franca de la ciencia moderna continental era el francés (así como el inglés en Gran Bretaña), y ni siquiera menciona la estrella del desarrollo de la matemática en los cincuenta años anteriores, como es el cálculo diferencial e integral.

Esto significa, primero, que Boskovic se cierra ante las novedades; que seguramente, dado su propósito estrictamente filosófico, no le vería verdadera utilidad al dominio del cálculo, y que, de todas maneras, dada su formación, por mucho que se esforzase, no llegaría a ser un interlocutor válido de los más grandes matemáticos ilustrados¹⁵.

En 1755 participa en la expedición, auspiciada por el Papado, para medir un grado de meridiano entre Roma y Rímini¹⁶. Se trata de un interés tardío por una polémica que ya había sido superada por entonces: la forma de nuestro planeta (alargada o achatada por los Polos). Es conocido que cartesianos y newtonianos se opusieron entre sí con respecto al decrecimiento o crecimiento del grado de meridiano terrestre según nos fuésemos acercando al Polo desde el Ecuador¹⁷.

Nuestro autor, acompañado en su pesquisa por el también jesuita británico Christopher Maire (1697-1767), endilga a éste los tediosos cálculos fruto del método de triangulación usado en la medición, y, para colmo, no obtienen una medida razonablemente exacta para los estándares de la época¹⁸.

En 1758 publica la primera edición de la obra que le dará principalmente a conocer, la *Theoria Philosophiae Naturalis*¹⁹. Esta obra conoce una segunda edición en Venecia, un año después. Frente a tratados que recogen descripciones de fenómenos naturales con explicaciones y detalle de experimentos, Boskovic escribe una obra

¹³ Roma, 1754.

¹⁴ COLUBI, *op. cit.*, pp. 45-7, ofrece un extenso catálogo de referencias que acreditan tal circunstancia.

¹⁵ Para una comparación entre las concepciones del infinito geométrico de Boskovic y Euler, *idem*, pp. 56-66. Como Antonio Durán les habrá contado en este foro durante el seminario del pasado curso, la *Introductio ad Analysin Infinitesimorum* de Euler, publicada en Lausana por primera vez en dos volúmenes y en 1748, comienza a establecer, tanto a nivel conceptual como de notación, la fundamentación moderna del cálculo.

¹⁶ R.J. BOSKOVIC; C. MAIRE, *De litteraria expeditione per Pontificiam ditionem*. Roma, 1755.

¹⁷ Para esta cuestión, véase la excelente obra de T.L. HANKINS, *Science and the Enlightenment*. Cambridge, at the University Press, 1985; citada por la edición castellana, Madrid, Siglo XXI Editores, 1988, pp. 41-4. En 1747, como tarde, se sabía ya la verdad de la opinión newtoniana.

¹⁸ Estos aspectos de la obra de Boskovic son cubiertos con detalle por Z. MARKOVIC, *Boskovic et la théorie de la figure de la terre*. París, 1960, pp. 18 y 41-3.

¹⁹ Viena, 1758.

especulativa, de filósofo, donde lo que importa es la omnicomprensión de los fenómenos físicos conocidos hasta el momento bajo su ley de fuerzas. No hay voluntad de comprobación experimental, dado lo general del esquema explicativo; tampoco se recurre en la obra a métodos matemáticos. Sólo se dan coincidencias cualitativas esporádicas entre principio explicativo y realidad.

Como filosofía natural, la obra ofrece, aunque no sirve para apuntalarlo, un enérgico apoyo al programa mecanicista newtoniano, que por entonces comienza a imponerse en la escena de la ciencia europea. Dicho programa se basaba, como sabemos, en materia homogénea y fuerzas conservativas centrales como elementos constituyentes de un universo físico prácticamente vacío.

Boskovic hace un encendido elogio de tales elementos de explicación, aunque insista en que, entonces, esa materia homogénea deba ser inextensa, idea tomada por nuestro autor de Leibniz. Este recurso simultáneo a ideas de procedencias diversas muestra el eclecticismo típico de un *dilettante* ilustrado, esto es, de lo que hoy llamaríamos un *amateur*, más que la posición de un auténtico científico de la época. Las obras de Boskovic, aunque él las presente como desafíos al estado de la discusión en su momento, son, en general, resúmenes tardíos de las principales aportaciones a las diferentes disciplinas.

Entre 1764 y 1770 Boskovic es profesor de matemática aplicada en la Universidad de Pavía; durante los dos últimos años de ese período alterna la docencia con su función como astrónomo en el Observatorio Astronómico de Brera, en Milán, cuya construcción y acondicionamiento había dirigido en 1758 sobre un antiguo convento jesuita.

El hecho de ser un abate jesuita complica la existencia de Boskovic con las sucesivas expulsiones de los miembros de dicha orden en los diferentes países de Europa desde 1767. En 1773 acepta el puesto de director de la Óptica de la Marina en la Francia del Antiguo Régimen, dotado de un salario fabuloso, lo que le cuesta enfrentamientos y rencillas con sus colegas²⁰. El ofrecimiento de tal puesto a un personaje como Boskovic debió estar influido por cuestiones políticas y religiosas, antes que por aspectos puramente científicos.

En esta época tiene la oportunidad de conocer personalmente a muchos personajes de la potentísima ciencia francesa de la época con los que él llevaba décadas carteándose: Clairaut, d'Alembert, Joseph Jérôme de Lalande (1732-1807), Joseph-Louis de Lagrange (1736-1813), [...] El resultado de sus trabajos en Francia con respecto a la óptica de precisión se concentra en la diseño de un micrómetro seguramente plagiado²¹, y en una polémica, en la que lleva las de perder, acerca de la

²⁰ Sobre estas cuestiones, véase J.F. FUERTES y J. LÓPEZ GARCÍA, «Roger Boscovich y su tiempo». *Llull* 18 (1995): 67-92.

²¹ Véanse, sobre esta cuestión, los artículos de C.A. RONAN, «Boscovich's optics and design of instruments», en WHYTE (ED.), *op. cit.*, pp. 193-9; concretamente, pp. 195-7, así como A. ZIGGELAAR, «Rudjer Boskovic's Experimental Approach to Optical Questions», en el volumen colectivo titulado *The Philosophy of Science of Rudjer Boskovic. Proceedings of the Symposium of the Institute of Philosophy and Theology, S.J. Zagreb, 1987*, pp. 139-62; en concreto, pp. 149-54.

utilidad de la construcción de un telescopio de agua para evitar determinados efectos de aberración cromática²².

Por otro lado, y dentro de la óptica de instrumentos, su propuesta de mejora del telescopio por refracción no soporta la comparación entre las aportaciones teóricas al mismo por parte de Euler, y las prácticas por parte del famoso constructor de instrumentos británico John Dollond (1706-61).

Cuando la expulsión de los jesuitas llega también a Francia, Boskovic se refugia en Milán, donde trabaja durante los últimos años de su vida, perseguido y enfermo, en la recopilación del material que compone los cinco volúmenes de su *Opera pertinentia ad opticam et astronomiam*²³. Enfrascado en esa ingente tarea muere en Milán en 1787.

El título del presente trabajo es *La filosofía natural de Boskovic*. Como ya he pretendido justificar, nuestro autor es realmente un filósofo natural, de manera que es en el marco de la construcción de una teoría de la materia donde realmente se siente cómodo. Una única ley de fuerzas regula con respecto a la distancia entre partículas todos los fenómenos físicos conocidos y por conocer. Esta fuerza es representada matemáticamente por una función continua en todo su dominio de definición y que representa lo que hoy denominaríamos potenciales frente a distancias (véase la figura adjunta)²⁴. Esta exigencia de continuidad por parte de Boskovic es tomada de Leibniz²⁵.

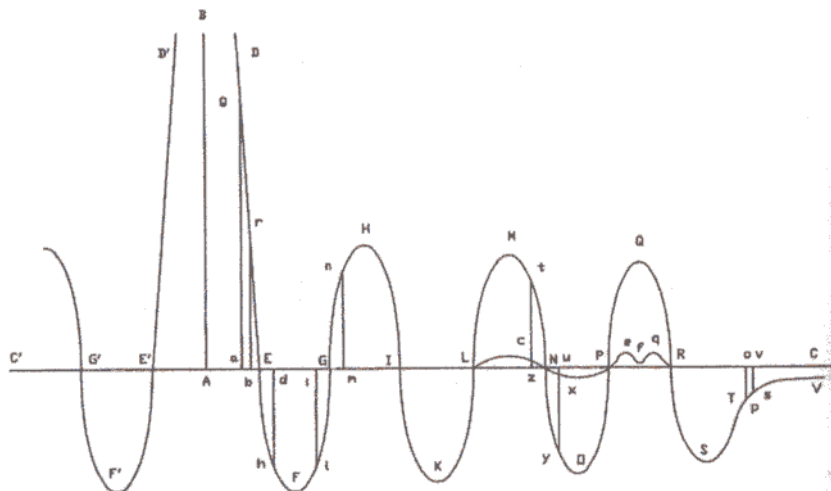


FIGURA 1. CURVA QUE REPRESENTA LA LEY DE FUERZAS DE BOSKOVIC

²² Sobre este aspecto, véase ZIGGELAAR, *op. cit.*, pp. 154-62.

²³ Milán, 1785.

²⁴ La curva aparece comentada en BOSKOVIC, *Theoria Philosophiae Naturalis*, Parte I, ## 11-14; citado por la edición inglesa de J.M. Child. Cambridge <Mass.>, The Massachusetts Institute of Technology Press, reedición de 1966, pp. 23-4.

²⁵ Su visión de la ley de continuidad como axioma de su sistema se ofrece en BOSKOVIC, *op. cit.*, Parte I, ## 32-8, pp. 27-9.

En primer lugar, a grandes distancias la fuerza gravitatoria de la mecánica celeste se rige por un sector de curva que representa el inverso del cuadrado de las distancias en negativo, al ser la fuerza mencionada atractiva²⁶.

A distancias intermedias, tenemos una función de tipo sinusoidal cuyo eje representa el potencial nulo y dotada de un número de períodos en principio no numerable; todas estas atracciones y repulsiones alternativas con pequeñas variaciones de la distancia explican todos los fenómenos mesofísicos importantes, como la cohesión, cambios de estado, fenómenos de elasticidad, [...] Eso sí, todos esos fenómenos son explicados en general, sin entender lo que pueda llamarse margen de error en la exposición de sus resultados. Tratándose de un filósofo natural, este comentario no debe causar extrañeza alguna²⁷.

A distancias, finalmente, propias de estudios de microfísica, las fuerzas de repulsión se manifiestan como asíntotas con respecto al eje de anulación de distancias entre puntos materiales. Esto justifica, para Boskovic, una gran variedad de propiedades de la materia, y sobre todo, su impenetrabilidad, lo que impide el colapso, y aun el contacto, entre puntos materiales²⁸.

Hay que recordar que, a mediados del siglo XVIII, la adscripción de fuerzas a la materia era un aspecto sumamente problemático entre los hombres de ciencia. Las fuerzas atractivas y repulsivas eran vistas como la vuelta del amor y el odio al estudio de la naturaleza, esto es, como la vuelta del aristotelismo a la física después de un siglo de mecanicismo cartesiano²⁹.

A modo de ejemplo, pensemos que Euler y d'Alembert, dos de los máximos exponentes de la ciencia de la Ilustración, fueron siempre cartesianos, esto es, fieles al exclusivo recurso a materia homogénea, y movimiento externo a ésta, para explicar cualquier fenómeno natural. Para estos autores, toda acción entre elementos de materia debía ser ejercida por contacto.

La explicación del mundo material a base de materia homogénea y movimiento no cambia conceptualmente si definimos matemáticamente la fuerza como la derivada de la cantidad de movimiento con respecto al tiempo. A pesar de ello, Newton, al hablar

²⁶ BOSKOVIC, *op. cit.*, Parte I, #15, p. 24.

²⁷ Véase, por ejemplo, *Idem*, Parte III, ## 446-9, pp. 159-60. Llama poderosamente la atención el escasísimo nivel de detalle físico concreto, aunque sea a nivel de ejemplo, en toda la obra de Boskovic.

²⁸ BOSKOVIC, *op. cit.*, Parte I, ## 81-99, pp. 43-9. Toda esta exposición de su teoría de la materia depende del cumplimiento del principio de continuidad en la naturaleza.

²⁹ Obras fundamentales en la historia de las teorías de la materia durante el siglo XVIII siguen siendo los clásicos textos de R. E. SCHOFIELD, *Mechanism and Materialism: British Natural Philosophy in an Age of Reason*. Princeton, at the University Press, 1970; A. THACKRAY, *Atoms and Powers. An Essay on Newtonian Matter-Theory and the development of Chemistry*. Cambridge <Mass.>, Harvard University Press, 1970; P.M. HEIMANN y J.E. MCGUIRE, «Newtonian Forces and Lockean Powers: Concepts of Matter in Eighteenth-Century Thought». *Historical Studies in the Physical Sciences* 3 (1971): 233-306; y J.W. YOLTON, *Thinking Matter: Materialism in Eighteenth-Century Britain*. Londres, Basil Blackwell, 1984.

de fuerza, no pisa firme, ya que es consciente de la imposibilidad física de explicar la transmisión de las mismas³⁰.

En primer lugar, Newton recurre a las fuerzas en el ámbito de la mecánica celeste. Si no podemos suponer la existencia de un medio que soporte la acción, puesto que lo que existía entre los planetas era, según la modernidad, un vacío interestelar, aparece entonces el grave problema de suponer una acción a distancia entre los mismos. La fuerza gravitatoria entre cuerpos celestes se propagaría instantáneamente, lo que resulta físicamente incomprensible. Las fuerzas funcionan a nivel de predicción, pero son un compañero incómodo de viaje.

Es verdad que los fenómenos astronómicos van dando, hacia 1750, cada vez más la razón a la utilidad del recurso a la fuerza para explicar el orden del mundo³¹, pero no por ello es menos destacable el apoyo de Boskovic a la presencia de fuerzas en la naturaleza, incluso aunque no podamos explicar cómo se vinculan a la materia según el esquema mecanicista vigente. Esta valentía, que podría tildarse de inconsciencia, a la hora de apoyar un aspecto discutido por sus contemporáneos, es típica de una aproximación a la naturaleza desde la filosofía natural, donde no se lucha por la explicación de los detalles, sino por las perspectivas generales de los problemas.

De todas maneras, recordemos que la existencia de fuerzas para Boskovic en la naturaleza se ve defendida desde otra perspectiva, como es el que nuestro autor rechaza la extensión de la materia para justificar el valor potencialmente infinito de la fuerza repulsiva entre puntos materiales a distancias mínimas. Tenemos aquí un nuevo ejemplo de lo que es ser coherente a expensas del sentido físico de las ideas. Si la fuerza es una característica de la materia, entonces la materia tiene que ser inextensa.

Por tanto, y como conclusión acerca de la postura en teoría de la materia de Boskovic, diríamos que su convicción es, en principio, mecanicista, y que, incluso, al apoyar sin ambages la introducción de las fuerzas en la naturaleza, el mecanicismo se convierte en newtoniano, con lo que trasciende el sentido del mecanicismo de René Descartes (1596-1650) para adoptar un sentido más próximo a lo que significa mecanicismo en el siglo XIX.

Aun así, la adopción de la ley de continuidad como axioma de su teoría, y su aceptación de la inextensión de la materia como consecuencia que emana directamente de su selección de primeros principios de dicha teoría, nos demuestra que su obra es recurso imaginativo, más que ciencia. Este recurso al idealismo le aleja mucho del ejercicio de los sentidos en los que se apoya la ciencia moderna como ejercicio de experimentación.

Esta idea de fuerza asociada a unos centros materiales inextensos llamó la atención de los físicos posteriores que, desde Michael Faraday (1791-1867), intentan definir lo que significa la noción de campo de fuerza, tan necesaria para resolver el

³⁰ Esto encarna su *hypotheses non fingo*; ver Newton, *op. cit.*, «Prefacio del autor al lector», p. 98.

³¹ *Hankins, Ciencia e Ilustración*, pp. 40-5.

rompecabezas del electromagnetismo desde mediados del siglo XIX hasta comienzos del siglo XX. Es entonces cuando se comienza a prestar atención a Boskovic desde la historia de la física.

Antes del establecimiento de la historia de la ciencia como disciplina curricular universitaria, hecho que ocurrió con Isaiah Bernard Cohen en Harvard en 1949, dicha historia era cultivada no por auténticos profesionales o especialistas, sino por científicos metidos a historiadores. Estos científicos no pretendían extraer lecciones acerca de cómo evolucionan los conceptos en ciencia, sino que, como buenos positivistas, se limitaban a tomar ejemplos de precursores de sus propias ideas. Para estos historiadores, los conceptos no evolucionan, sino que son reconocidos en su forma definitiva por la genialidad de capacidades humanas gigantescas. De esta manera, qué más fácil para la historiografía de la física de la primera mitad del siglo XX que hacer de Boskovic un visionario de la noción de campo, cuando, en realidad, tales términos resultan inaplicables a nuestro autor por anacrónicos³², además de, seguramente, inexactos³³.

Lo que desde nuestro tiempo debemos recordar a los colegas de antaño es que una idea especulativa de la filosofía natural (Boskovic) no tiene porqué verse como precursora de la física matemática contemporánea; de hecho, una y otra no tienen que ver más que en el objeto de estudio, sobrevolado por el primero, traspasado por la segunda. Uno y otro modo de entender la naturaleza son irreconciliables, y su separación irreversible comienza de verdad con Newton.

Cuando Boskovic publica su obra principal de filosofía natural en 1758, con esas palabras (filosofía natural) en su título, él cree que es seguidor del programa newtoniano por el hecho de que Newton, en 1687, haga lo propio en sus *Principia*. Hoy en día, no podemos aceptar tal extremo. Newton escribió *filosofía natural*, pero hizo mecánica celeste y terrestre, mientras que Boskovic escribió *filosofía natural*, y eso es exactamente lo que hizo, filosofía natural.

En 1747, J.H.S. Formey (1711-97), a la sazón secretario perpetuo de la Academia de Ciencias de Berlín, nos recuerda que, si la matemática recurre a la razón, y la física a los sentidos, la filosofía natural debe hacerlo a la imaginación³⁴. Esta magnífica declaración de lo que era una visión conservadora, pero todavía frecuente, de la ciencia del momento, abre ya una brecha insalvable entre lo que es filosofía y lo que es física³⁵.

La filosofía es imaginación, sí, pero libre, sin apenas ataduras empíricas. La física, por su parte, reunirá enseguida las otras dos tendencias intelectuales señaladas: la

³² Un ejemplo de lo que aquí comentamos lo tenemos en el artículo de J.F. FUERTES y J. LÓPEZ GARCÍA, «Roger Boskovich: ¿precursor de la teoría de campos?». *Theoria* 7 (1992): 687-701.

³³ Que para Boskovic la idea de materia es lógicamente anterior a la de un supuesto continuo de fuerza lo argumenta convincentemente M.B. HESSE en *Forces and Fields. The concept of action at a distance in the history of physical theories*. Londres, Thomas Nelson e Hijos, 1961, p. 166.

³⁴ FORMEY, *Recherches sur les élémens de la matière*. Berlín, 1747, pp. 5-7.

³⁵ Esta brecha es la que querrá salvar Kant a la desesperada con su *Opus postumum*.

razón deductiva, que justifica sobradamente la denominación de mecánica racional al estudio matemático de la realidad física, y el trabajo inductivo de los sentidos, que hará que la nueva física merezca también el apelativo de experimental. Ambas aproximaciones a la naturaleza, la matemática y la experimental, son también feudo de la imaginación, pero no en el sentido que Formey da al término.

Cuando mecánica racional y mecánica práctica, matemática y experimento, se reúnan, cosa que sucede por primera vez en Europa en la formación de los ingenieros militares franceses del último tercio del siglo XVIII, entonces la nueva física, ahora ya libre de la atadura filosófica, redactará su propia acta de fundación. En las escuelas del genio militar francesas se enseña matemática que incluye los aspectos más novedosos del cálculo, y también se desarrolla la habilidad para la construcción de dispositivos experimentales que arrojen resultados lo suficientemente exactos como para ser comparados con la predicción matemática de la teoría³⁶.

Jean-Charles Borda (1733-99) y Charles Bossut (1730-1814) reconocen ya la importancia de reunir ambas tradiciones en una³⁷; Charles Augustin Coulomb (1736-1806), por su parte, lo logra en una fecha tan temprana como 1781. Es verdad que para llegar a la física matemática del siglo XIX han de refinarse mucho los dispositivos de una y otra tradición, pero lo que sí es indiscutible es que, a partir de entonces, la ciencia es una cosa, y la filosofía natural otra. La primera, actual y con todo el futuro por delante; la segunda, vestigio del pasado. En esta última tradición se integra, en cuerpo y alma, la obra de Boskovic³⁸.

³⁶ La referencia más importante para estas cuestiones sigue siendo todavía, décadas después, la magnífica obra de C.S. GILMOR, *Coulomb and the Evolution of Physics and Engineering in Eighteenth-Century France*. Princeton, at the University Press, 1971.

³⁷ Sus publicaciones de artículos en las Memorias de la Academia de Ciencias de París entre 1763 y 1778 así lo atestiguan.

³⁸ Las siguientes palabras del gran historiador de la mecánica Clifford Truesdell a propósito de Boskovic sirven de broche a este artículo: «Boskovic se ha convertido en héroe para aquellos que consideran una sugestiva imagen verbal equivalente a un cálculo matemático o a un experimento crucial»; cfr. C. TRUESDELL, *Essays in the History of Mechanics*. Berlín, Springer-Verlag, 1968; citado por la edición española, Madrid, Tecnos, 1975, p. 261.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

FUENTE

R. J. BOSKOVIC, *Theoria Philosophiae Naturalis*. Viena, 1758; citada por la edición inglesa de J.M. Child. Cambridge <Mass.>, The Massachusetts Institute of Technology Press, reedición de 1966.

BIBLIOGRAFÍA SECUNDARIA

M. COLUBI, *Boskovic y la visión mecánica de la naturaleza (1740-1785)*. Madrid, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 1999.

J.F. FUERTES y J. LÓPEZ GARCÍA, «Roger Boscovich: ¿precursor de la teoría de campos?». *Theoria* 7 (1992): 687-701.

J.F. FUERTES y J. LÓPEZ GARCÍA, «Roger Boscovich y su tiempo». *Llull* 18 (1995): 67-92.

VV.AA., *The Philosophy of Science of Rudjer Boskovic. Proceedings of the Symposium of the Institute of Philosophy and Theology, S.J.*. Zagreb, 1987.

L.L. WHYTE (ED.), *Roger Joseph Boscovich, S.J., F.R.S., 1711-1787. Studies of his life and work in the 250th anniversary of his birth*. Londres, George Allen & Unwin, 1961.