

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XIII JORNADAS

VOLUMEN 9 (2003), Nº9

Víctor Rodríguez

Luis Salvatico

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



Roger J. Boscovich. El eslabón perdido entre la dinámica newtoniana y la teoría de campos de fuerza

Maximiliano Lantz / Vicente Menéndez*

1. Introducción

Poco y mal conocido, el jesuita croata Roger J. Boscovich (Ragusa, 1711 – Milán, 1787), poeta y matemático, astrónomo y diplomático, humanista y científico, de un perfil más adecuado al del hombre renacentista que al del siglo XVIII, creó una teoría de fuerzas, expuesta en su *opus magnum: Theoria philosophiae naturalis* (1758), que lo sitúa, *prima facie*, entre el mecanicismo newtoniano y la dinámica metafísica de Leibniz (cualitativa y no cuantitativa). Quizás por esta última razón fue olvidado rápidamente por los enciclopedistas del siglo XVIII; pero a la luz de los conocimientos de dos centurias posteriores, su concepto de fuerza como una alternancia entre atracción y repulsión según la distancia entre los puntos materiales, sus hipótesis según las cuales la materia toda está compuesta por “puntos de fuerza” indivisibles y sin dimensión, sus ideas sobre el espacio y el tiempo como relativos y relacionales en lugar de absolutos, si bien resulta una cosmovisión compleja y plagada de conceptos metafísicos poco contrastables con lo real, por momentos es sorprendentemente premonitora de muchas concepciones y problemas de la física actual. Esto es así, a punto tal de reconocerse en los últimos años una no poca influencia de Boscovich sobre la teoría de campos de fuerza de Faraday, sobre Maxwell en su teoría cinética de los gases, e incluso también, como ha dicho Niels Bohr,¹ sobre las nuevas ideas acerca de la constitución de la materia. Estamos entonces ante un caso de “olvido histórico” interesante en el de este jesuita responsable de lograr que el Papa Benedicto XIV eliminase el decreto que prohibía a los católicos defender el movimiento de la Tierra. Este trabajo tratará de contribuir a plantear las razones de tal olvido, analizando las ideas de Boscovich en el contexto de la ciencia de su tiempo.

2. Breve síntesis de la vida y la época de Boscovich

Nacido el 18 de mayo de 1711 en Ragusa (Dubrovnik), hoy República de Croacia, Boscovich estudia Filosofía, Física y Matemáticas en el Colegio Romano (desde 1728 a 1733), donde se destaca por su *originalidad y lucidez*.² Es un hombre cuyos rasgos biográficos nos lo muestran corpulento, vital, de gran imaginación y poderosa memoria. Escritor de poemas en latín y autor de libros matemáticos, traseiende a través de su obra *Teoría de Filosofía Natural*, escrita en latín y recién traducida al inglés casi doscientos años después. Acerca de él escriben los historiadores españoles José F. Fuertes y José López:

Contrario al optimismo científico de su siglo, tuvo duros enfrentamientos con los enciclopedistas de la Academia Francesa, justo en la época en que la Diosa Razón se

* Universidad de Buenos Aires.

impone. Se refiere a ellos como *intrigantes calculadores enciclopedistas*. Estas disputas tendrán como consecuencia el olvido de su obra.³

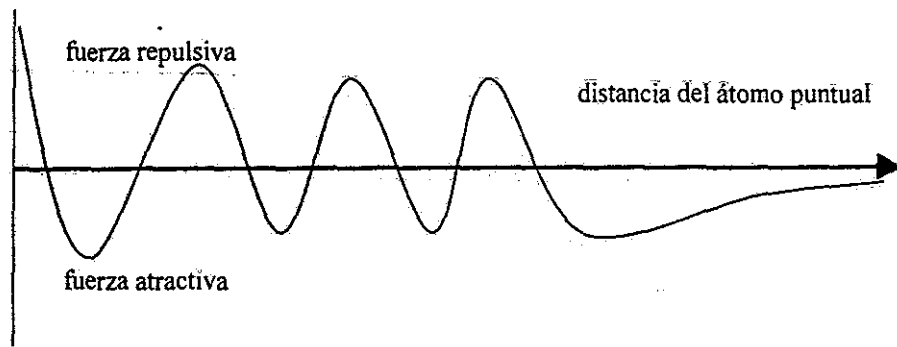
Boscovich fue miembro de la Academia Francesa y también de la Royal Society. Espectador y partícipe en estos ambientes de la intransigente disputa entre newtonianos y leibnizianos, tratará de encontrar una síntesis entre ambas tendencias, pero no terminará de convencer a sus contemporáneos. De una vida errante por distintas ciudades italianas (Venecia, Milán, Padua) y por otros estados europeos (Austria, Francia, Inglaterra) y sufriendo las consecuencias de los conflictos en los que se hallaba involucrada la Compañía de Jesús, publica sus trabajos unas veces en París, otras en Viena y otras en Bassano. Sus publicaciones abarcan fundamentalmente la óptica, la astronomía, la geometría y la matemática. Pero, como hemos señalado anteriormente, trasciende fundamentalmente por su ley universal de fuerzas y su atomismo. Recién en la segunda mitad del siglo XX, en Inglaterra, se redescubre su trabajo y a 250 años de su nacimiento (1961) Lancelot L. Whyte publica un estudio exhaustivo de su obra y organiza un primer congreso sobre Boscovich en Belgrado, y publica los trabajos allí presentados.⁴ A este primer congreso le seguirán otros; Milán, 1962, Zagreb, 1986, París y Milán, 1987, y Roma, 1988, lo cual muestra el aumento del interés por las ideas boscovianas. Con agudas crisis depresivas que lo llevan incluso a un intento de suicidio, Boscovich muere en Milán el 13 de febrero de 1787. Sus restos mortales han desaparecido.

3. La ley universal de fuerzas de Boscovich

Nos dice Boscovich.

La teoría de fuerzas mutuas que sigue, que he alumbrado en 1745, mientras estudiaba varias propuestas surgidas de otros principios bien conocidos, y de la que he derivado la constitución más íntima de los elementos de materia, presenta un sistema que está a medio camino entre la de Leibniz y la de Newton; tiene mucho en común con ambas y difiere ampliamente de cada una de ellas; y, como es inmensamente más simple que ambas, es sin duda alguna preferible en grado sumo para derivar todas las propiedades generales de los cuerpos, y alguna de las propiedades específicas también por medio de rigurosas demostraciones [...]. Trata en efecto sobre estos elementos primarios simples y perfectamente inextensos en los que está fundada la teoría de Leibniz, y también de las fuerzas mutuas entre ellos, que varían con la distancia, característico de la Teoría de Newton.⁵

Efectivamente, la teoría general de fuerzas que describe a continuación de estos párrafos introductorios, admite la ley de gravitación de Newton sólo para las distancias terrestres y astronómicas, pero no para los diminutos espacios correspondientes al tamaño de las supuestas partículas elementales de materia. Estas últimas están sujetas a fuerzas repulsivas y atractivas alternativamente según sus distancias. Al llegar al orden macroscópico, las partículas ejercen solamente fuerzas atractivas. Este comportamiento está definido por la siguiente curva:



En el gráfico vemos que la fuerza repulsiva se hace infinita cuando la distancia entre átomos puntuales tiende a cero y el último arco a la derecha de la curva corresponde a la atracción gravitatoria. Como a Boscovich le atraía la idea de Leibniz de la existencia de fuerzas repulsivas asociadas con la materia para explicar la impenetrabilidad pero admitía la teoría de Newton de la acción a distancia a través del espacio vacío,⁶ lograba con esta propuesta no sólo explicar la resistencia de los cuerpos a ser penetrados, sino también los enlaces químicos, ya que “se puede suponer que la fuerza repulsiva se convierte en atractiva, según nos vamos acercando, de forma que dos átomos puntuales se pueden unir en un enlace químico tras superar la repulsión inicial.”⁷ El equilibrio de ambas fuerzas explica además la estabilidad de los cuerpos materiales, y está salvada la poderosa teoría gravitatoria de Newton para distancias macroscópicas. En las proximidades de una partícula existen fuerzas repulsivas que impiden a otras acercarse más allá de ciertos límites, y, en estas condiciones, ¿qué necesidad tenemos de que tales partículas sean extensas? Es aquí donde se hace presente la monadología leibniziana, con la diferencia que para Boscovich el monadismo sólo se extiende a los seres corpóreos y las mónadas no son infinitas en número, como lo son para Leibniz. Boscovich despoja a las mónadas de sus poderes perceptivos y las transforma en elementos primarios, idénticos y perfectamente inextensos a los que llama puntos (*puncta*). Son puntos metafísicos, indivisibles y dotados de fuerzas atractivas y repulsivas, que aumentan respectivamente al disminuir o incrementarse la distancia. Ésta es la síntesis boscoviana de la teoría universal de fuerzas, cuyo gran atractivo consiste en advertir lo premonitorio de esta teoría, a la luz de los actuales conocimientos, sobre las fuerzas de repulsión electromagnética para las distancias de orden atómico. Aunque Boscovich modifica la curva para algunos casos particulares e intenta, como buen matemático, buscar un polinomio para aproximarla, su teoría es más cualitativa que cuantitativa, una razón más para ser criticada por los enciclopedistas.

4. La cuestión teológica en Boscovich

Digamos también, y éste es un dato no menor para la época, que hay en Boscovich diferencias teológicas que lo separan de Leibniz: el Principio de Razón Suficiente y la consecuente aceptación del mejor mundo de los posibles, por ser obra del Creador, determina una cierta restricción hacia las posibilidades de manifestación de las cosas de la naturaleza. A la luz

de este principio, parece como si el mundo estuviese impuesto de antemano, prefijado. Esto desagradó al jesuita Boscovich; la perfección del Creador no se debe basar en la organización y el orden, sino en la libertad y en la diversidad. Se trata de un argumento durísimo para el *status* religioso de la época, que fue en parte la causa de las crecientes dificultades de Boscovich con las autoridades religiosas. Él mismo, perteneciente a la Compañía de Jesús, tuvo varios enfrentamientos con la ortodoxia, aunque sus disputas con los enciclopedistas, a causa del no menor dogmatismo racionalista de éstos, a la sazón directores del pensamiento – y presidentes de las Academias – aún resultaron más ásperas, y, con el tiempo, decisivas, en el transcurso de estos primeros doscientos años desde su muerte.⁸ Estamos empezando a comprender las razones de su olvido. También Boscovich destaca que su teoría salva al Universo del colapso, ya que si las fuerzas fuesen sólo atractivas, “el Universo y toda la materia corpórea se contraerían y acabaría destruyéndose. Que éste no es el caso, no puede ser probado absolutamente, y entonces una teoría que abre un posible camino para evitar esta ruina universal, en la medida en que mi teoría lo hace, sucederá en mejor acuerdo con la Divina Providencia.”⁹ Una vez más nos encontramos con la necesidad de hacer confluír a la física con las personales ideas teológicas, como es el caso de casi todos los filósofos naturales del siglo XVIII.

5. Boscovich y el atomismo

En el año 1948, el físico alemán Max Born (1882-1970), en un libro donde se recogen textos de una serie de conferencias que impartió en la Universidad de Oxford, escribió lo siguiente:

El plan de esta conferencia no es seguir la historia del atomismo desde el pasado remoto. Podemos dar por garantizado que ya en los días de Demócrito, a todo hombre instruido le era familiar la hipótesis de que la materia está compuesta por partículas últimas e indivisibles. Lord Kelvin cita frecuentemente a cierto padre Boscovich como uno de los primeros en usar consideraciones atomistas para resolver problemas físicos; puede que haya otros, de los cuales no sé nada, que hayan pensado según las mismas líneas. [Born, M., *Natural philosophy of causes and chance*. Oxford: Clarendon Press, 1949, p. 46.]

Como menciona José M. Casado¹⁰ estas opiniones podrían también provenir de James Clerk Maxwell, quien citó en muchas ocasiones a Boscovich con relación a las concepciones atomistas en el entorno de la teoría cinética de los gases. Pero dejemos hablar nuevamente a Boscovich:

Yo no admito la extensión perfectamente continua de la materia, la considero formada por puntos perfectamente indivisibles, sin extensión, separados unos de otros por ciertos intervalos y conectados entre sí por ciertas fuerzas que son a veces repulsivas y a veces atractivas dependiendo de su distancia mutua.¹¹

L.L. Whyte ha acuñado el término *atomismo puntual* para diferenciarlo del atomismo *ingenuo* de Gassendi, Boyle y Newton, pero expresa entonces sus dudas respecto a si el sistema de Boscovich se puede considerar atomista en forma estricta ya que los *puncta* no tenían extensión espacial ni tampoco masa.

5.1. La influencia de Boscovich sobre Maxwell

Maxwell, en un artículo publicado en 1874 en la revista *Nature*, sale en defensa del modelo de los centros de fuerza con su propia interpretación de las ideas de Boscovich: "Tenemos evidencia de que las moléculas de los gases se atraen unas a otras a ciertas distancias pequeñas, pero cuando se encuentran aún más cerca, se repelen entre sí. Esto está de acuerdo con la teoría de Boscovich de los átomos como centros masivos de fuerza."¹² Pero el problema fundamental con el que Maxwell se encontró al intentar emplear las ideas de Boscovich fue el de la masa de las partículas. Esto lo expresa cuando escribe su artículo "Átomo" para la novena edición de la Enciclopedia Británica en 1875: "Como no tenemos evidencia del tamaño y la forma de los átomos, algunos han pensado que sería más filosófico hablar de ellos como si fueran centros de fuerza sin atribuirles ninguna extensión finita. Ello sería legítimo si se supone que cada centro de fuerza tiene masa." Boscovich no asignaba masa a sus puntos elementales porque pensaba que la definición de dicha magnitud, utilizada por primera vez por Newton, no resultaba satisfactoria. Dice Boscovich:

La masa de un cuerpo es la cantidad total de materia que pertenece a dicho cuerpo y en mi teoría esto es precisamente lo mismo que el número de puntos (puntos de materia / modos reales de existencia) que se reúnen para formar el cuerpo. [Los químicos admiten esta cuestión y de aquí resultan las leyes de las proporciones múltiples, de las definidas, etc.] De aquí tenemos una indefinición o en el peor de los casos una gran dificultad para formarse el concepto de masa, pero esto no sólo sucede en mi teoría sino en todas.¹³

Y finaliza más adelante: "He llegado a la conclusión de que la idea de masa no está estricta y distintamente definida, sino que es vaga, arbitraria y confusa."¹⁴ Pero para Maxwell era evidente que "cualquier teoría que como la de Boscovich se basase en puntos inextensos era imposible de mantener si se quería adoptar una postura realista."¹⁵ Y si bien, como dice Milič Čapek, "el descubrimiento del radio finito del electrón fue el golpe final para las formas supervivientes de la teoría de Boscovich,"¹⁶ es claro que sus ideas contribuyeron, ya sea desde la aceptación o la crítica, a construir el edificio de una teoría de la materia, cuyo capítulo final no ha sido aún escrito.

6. Boscovich: ¿precursor de la teoría de campos?

Faraday conocía teorías como las de Boscovich¹⁷ y presentía que las ideas no newtonianas eran más convenientes a la hora de resolver algunos problemas importantes de la ciencia de entonces.¹⁸ Es a partir de estos datos que podemos empezar a pensar en la influencia de Boscovich en Faraday. En un trabajo reciente elaborado por los investigadores españoles J. Fuertes y J. López del departamento de Física de la Universidad de Oviedo, y en consonancia con el interés despertado en la segunda mitad del siglo XX por las ideas del sabio croata, afirman que Boscovich sería la semilla que daría como fruto en Faraday el concepto de campo de éste. Aportan para justificar tal presunción que Faraday, con una buena dosis de experimentación sobre fenómenos eléctricos de la que no disponía Boscovich, encuentra en estos fenómenos, que van a estar generados a la postre por la naturaleza del electrón (ese punto intenso boscoviano), la idea de las líneas de fuerza existentes fuera de la materia, lo cual lo llevan a madurar la teoría del campo, naciente así, en la teoría de Boscovich.¹⁹ Por

tanto, el estado electrónico que da origen a la teoría del campo en Faraday, que resulta generado por las partículas internas del cuerpo macroscópico, partículas donde la masa no va a ser el generador de la propiedad (intensidad de campo eléctrico), lo hace acercar al criterio de Boscovich. Esta idea de la unidad en la fuerza con los componentes últimos de la materia, la inextensión de los puntos materiales, y que lo conduce a una concepción distinta de la masa, radicalmente diferente de la newtoniana, son argumentos importantes para Faraday. Como afirman Fuertes y López, su genio y su intuición le indican el camino a seguir y hacen posible la continuación del difícil camino iniciado por Boscovich.²⁰

7. Concepciones del espacio y el tiempo en Boscovich

En los *Suplementos I y II* de su *Theory of Natural Philosophy*, Boscovich expresa sus ideas respecto al espacio y el tiempo. Es a partir de su teoría de fuerzas que Boscovich deriva como conceptos secundarios el espacio y el tiempo. Boscovich plantea insistentemente la imposibilidad de que nuestra percepción nos permita idear un espacio y un tiempo absolutos:

... el punto y el instante, serán los elementos por lo que a través de su progresión se entiende que son generados el movimiento, el espacio y el tiempo (...). Estos modos reales de existencia nos permiten establecer una relación real de la distancia, la cual es, bien una relación local entre dos puntos o una temporal entre dos sucesos.²¹

Justamente es en el momento en que el éxito inconmensurable de la visión empirista y desprendida de toda cuestión metafísica de la filosofía newtoniana, cuando Boscovich propone la idea de un espacio y un tiempo relativos y relacionales en lugar de absolutos y continentes. Así podría decirse que para Boscovich el espacio y el tiempo son entidades de una existencia dual: una existencia imaginaria en el plano de lo posible, donde son infinitos y continuos, y otra existencia real, en el plano de lo perceptible por nuestros sentidos, donde, por el contrario, resultan discretos y finitos. Esto les confiere la imposibilidad de ser concebidos como absolutos.

8. Conclusiones

En una obra tan poco ortodoxa como *El retorno de los brujos*, de L. Pauwels y J. Bergier, que contribuyó sin embargo a desempolvar la obra de Boscovich, sus autores dicen respecto del sabio jesuita: "Cuando se haya podido reunir la totalidad de sus escritos, cuando los testimonios de sus contemporáneos hayan sido hallados y clasificados, qué extraña, inquietante y emocionante figura aparecerá ante nosotros" [Pauwels, L. y Bergier, J. (1994), *El retorno de los brujos*, América Ibérica, pág. p. 445]

De lo expresado hasta aquí, seguramente podrán preguntarse las razones por las cuales este genio renacentista que vivió en la Ilustración permanece relativamente olvidado en la historia de la ciencia. Aunque hemos esbozado anteriormente algunas razones de este olvido, pensamos que la historiografía al modo *whig* ha contribuido a que ello ocurriese. De todas maneras resulta interesante saber que Nietzsche asigna a Boscovich la misma trascendencia que a Copérnico, porque, como él dice, mientras Copérnico nos enseñó a no creer en nuestros sentidos, arrancando a la Tierra de su aparente inmovilidad, Boscovich, al desmaterializar el átomo, nos liberó de la última ilusión de nuestros sentidos: la materia.²²

Es claro, de todas formas, que el no estar de acuerdo con el paradigma newtoniano dominante en el siglo XVIII es la razón más importante del rechazo de su obra por sus contemporáneos. Sin embargo, casi todos los trabajos actuales que hoy rescatan a su obra coinciden en afirmar que el jesuita croata se adelanta unos 200 años con ideas que se deducen de su ley universal de fuerzas. Su concepto de punto material y cómo en su estructuración se entiende la materia, sus nociones de espacio y de tiempo muy cercanas a las ideas relativistas conformando una física no mecanicista, y sus influencias innegables en Faraday y Maxwell, hacen que digamos, con palabras que creemos se adecuan perfectamente a Boscovich, lo que alguien cierta vez expresó:

Lo que hoy es evidente, una vez fue imaginado.

Notas

¹ En una carta dirigida a la Academia de Zagreb.

² Bangert, W. V., 1981, *Historia de la Compañía de Jesús*, Santander, Sal Térrea.

³ J. F. Fuertes y J. López, 1995, pág. 71

⁴ Whyte, L. L. (ed.), 1961, *R.J. Boscovich. Studies of his life and work*, London.

⁵ Traducción del párrafo 1 y parte del párrafo 2 (pág. 19) de *A Theory of Natural Philosophy*, M.I.T Press, Cambridge, Mass. and London, England, 1986, versión en inglés de la edición veneciana *Theoria philosophiae naturalis*, 3ª edición, Venecia, 1763

⁶ Berkson, W., *Las teorías de los campos de fuerza*, Madrid, Alianza, 1981, pág. 46.

⁷ *Ibid.*, pág. 47

⁸ Fuertes y López, 1995, pág. 71

⁹ Boscovich, R., 1986, pág. 146.

¹⁰ Casado Vázquez, J. M., *Llull*, vol. 23, 2000, pág. 565

¹¹ Boscovich, R., 1986, pág. 197

¹² Niven, W. H., 1890, *The scientific papers of J. C. Maxwell*, Cambridge University Press, vol. II, pp. 412-413

¹³ Boscovich, R., 1986, pág. 139

¹⁴ Boscovich, R., 1986, pág. 140.

¹⁵ Casado, 2000, pág. 568.

¹⁶ Čapek, M., 1965, pág. 114.

¹⁷ Berkson, W., 1981, pág. 48.

¹⁸ *Ibid.*, pág. 49.

¹⁹ Fuertes y López, 1992, pág. 691

²⁰ *Ibid.*, pág. 694.

²¹ Boscovich, R., 1763, pág. 197, citado en J.F. Fuertes y J. López, 1997, pág. 62.

²² Nietzsche, F., "Jenseits von Gut und B", citado por P. Marcelic, 1961

Bibliografía

Berkson, W. (1981), *Las teorías de los campos de fuerza. Desde Faraday hasta Einstein*. Madrid, Alianza Editorial [Original: 1974.]

Boscovich, R.J. (1986), *A Theory of natural Philosophy* M.I.T. Press. [Versión inglesa de la edición veneciana en latín de 1758.]

Čapek, M. (1965), *El impacto filosófico de la física contemporánea* Madrid. Tecnos. [Original. 1961.]

- Casado Vazquez, M. (2000), "R.J. Boscovich y el atomismo", *Llull*, Vol. 23, Zaragoza, España.
- Fuertes, J.F.; y López, J. (1961), "La actualidad de Boscovich", *Studia Croatica*, vol. II, Buenos Aires.
- Fuertes, J.F.; y López, J. (1992), "Roger Boscovich: ¿precursor de la teoría de campos?", *Theoria*, Nros. 16, 17 y 18, San Sebastián, España.
- Fuertes, J.F.; y López, J. (1995), "Roger Boscovich y su tiempo", *Llull*, vol. 18, Zaragoza, España.
- Fuertes, J.F.; y López, J. (1997), "El espacio y el tiempo en la 'Teoría de la Filosofía Natural' de Roger Boscovich", *Arbor*, CLVI, 616, Madrid, España.
- Fuertes, J.F.; y López, J. (1998), "La ley universal de fuerzas de Roger Boscovich", *El Basilisco*, N° 23, Oviedo, España.
- Whyte, L.L. (ed.) (1961), *Roger Joseph Boscovich, S.J. F.R.S., 1711-1787, Studies of his life and work on the 250th anniversary of his Birth*. London: George Allen & Unwin.