

Physics Needs Philosophy. Philosophy Needs Physics

Carlo Rovelli

CPT, Aix–Marseille Université, Université de Toulon, CNRS, France

e-mail: rovelli@cpt.univ-mrs.fr

Translate from English by Francesco Consiglio, with revisions by Jorge Roaro.

ABSTRACT

Contrary to claims about the irrelevance of philosophy for science, I argue that philosophy has had, and still has, far more influence on physics than is commonly assumed. I maintain that the current anti–philosophical ideology has had damaging effects on the fertility of science. I also suggest that recent important empirical results, such as the detection of the Higgs particle and gravitational waves, and the failure to detect supersymmetry where many expected to find it, question the validity of certain philosophical assumptions common among theoretical physicists, inviting us to engage in a clearer philosophical reflection on scientific method.

WORK TYPE

Article

ARTICLE HISTORY

Received:

20–December–2018

Accepted:

22–December–2018

ARTICLE LANGUAGE

Spanish

KEYWORDS

Philosophy of Physics

Aristotle

Popper

Kuhn

© Studia Humanitatis – Universidad de Salamanca 2018



NOTES ON CONTRIBUTOR

Carlo Rovelli is Director of the Quantum Gravity Group of the Centre de Physique Théorique (CPT) of the Aix–Marseille–Université, France. PhD in Physics at the Università degli Studi di Padova, Italy. His work is mainly in the field of quantum gravity, where he is among the founders of the loop quantum gravity theory. He has also worked in the history and philosophy of science. Has published books as *Reality Is Not What It Seems* (Penguin, 2016); *Seven Brief Lessons on Physics* (Penguin, 2015); *The First Scientist: Anaximander and His Legacy* (Whestholme, 2011); *What is Time? What is Space?* (DiRenzo editore, 2006).

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Rovelli, Carlo (2018). «La física necesita la filosofía. La filosofía necesita la física». *Disputatio. Philosophical Research Bulletin* 7, no. 8: a019.

La física necesita la filosofía. La filosofía necesita la física

Carlo Rovelli

§1. ONTRA LA FILOSOFÍA es el título de un capítulo de un libro de uno de los grandes físicos de la pasada generación: Steven Weinberg, ganador del Premio Nobel y uno de los arquitectos del Modelo Estándar de la física de las partículas elementales.¹ Weinberg argumenta elocuentemente que la filosofía es más dañina que útil para la física —aunque pueda de vez en cuando ofrecer algunas buenas ideas, resulta ser con frecuencia una camisa de fuerza de la que los físicos tienen que liberarse. Más radicalmente, como todo el mundo sabe, Steven Hawking escribió que «la filosofía ha muerto» porque las grandes cuestiones usualmente discutidas por los filósofos están ahora en las manos de los físicos.² Semejantes visiones están muy extendidas entre los científicos, y los científicos no se las guardan para ellos. Neil de Grasse Tyson, una personalidad bien conocida en el ámbito de la divulgación científica en Estados Unidos, afirmó públicamente por el mismo estilo: «...aprendemos sobre el universo en expansión, ...aprendemos sobre la física cuántica, cada uno de los cuales cae tan lejos de lo que es posible deducir desde un sillón que toda la comunidad de los filósofos ...se ha vuelto esencialmente obsoleta».³

Yo estoy en desacuerdo con estas opiniones. Presento aquí algunos contra-argumentos, defendiendo que la filosofía ha jugado siempre un papel esencial en el desarrollo de la ciencia, de la física en particular, y es probable que continúe así.

Se trata de un añoso debate. A este propósito, un delicioso capítulo tuvo lugar en Atenas, en su época clásica. En ese tiempo, la juventud dorada de la ciudad se educaba en escuelas famosas. Entre estas, dos sobresalían: la escuela de Isócrates, y la *Academia*, fundada por un tal Platón. La rivalidad entre las dos era intensa, como la rivalidad entre Oxford y Cambridge, pero no se trataba sólo de una cuestión de calidad: el propio enfoque sobre la educación era distinto entre las dos escuelas. Isócrates ofrecía una educación *práctica* de alto nivel, enseñando a la juventud de Atenas el tipo de habilidades y de conocimiento requeridos para llegar a ser políticos, abogados, jueces, arquitectos, etcétera. La Academia, por otro lado, se enfocaba más bien en la discusión de *preguntas generales* acerca de los fundamentos. ¿Qué es la justicia? ¿Cuáles serían las leyes mejores? ¿Qué es lo bello? ¿De qué está hecha la materia? Y Platón había inventado un buen nombre para esta manera de presentar problemas: «filosofía».

¹ Weinberg, S.: *Dreams of a Final Theory*, Chapter VII. Vintage, New York (1994).

² Hawking, S.: *The Grand Design*. Bantam, New York (2012)

³ In: <https://www.youtube.com/watch?v=ltbADstPdek>.

El desacuerdo entre las dos escuelas estaba profundamente enraizado. Las críticas de Isócrates al enfoque de Platón sobre la educación y el conocimiento eran tajantes:

Aquellos que hacen filosofía, que determinan las pruebas y los argumentos ... y están acostumbrados a investigar, pero no toman parte en ninguna de sus funciones prácticas, ... aun cuando se de el caso de que sepan manejar algo [de ellas], ellos lo hacen automáticamente peor, mientras que aquellos que no tienen ningún conocimiento de los argumentos [de la filosofía], si están entrenados [en las ciencias concretas] y tienen opiniones correctas, son completamente superiores para todos los objetivos prácticos. Por ende, para las ciencias, la filosofía es enteramente inútil.⁴

Es notable el parecido con la postura de aquellos científicos contemporáneos que afirman que la filosofía no tiene ningún rol que jugar en la ciencia.

Tal como aconteció, un joven y brillante discípulo de la escuela de Platón escribió una obra breve en respuesta a las críticas de Isócrates. Este fue el *Protrepticus*, un libro que devino famoso en la antigüedad. Sobrevivió sólo en parte, y lo conocemos por medio de una reconstrucción a partir de las extensas citas de autores posteriores. Un grupo de clasicistas guiado por Doug Hutchinson y Monte Ransome Jonson ha recientemente completado una nueva reconstrucción disponible en línea.⁵ El *Protrepticus* fue probablemente escrito en forma de diálogo entre personajes que defendían posiciones opuestas —el diálogo era, desde luego, el estilo preferido de Platón. Lo que queda del texto es suficiente para entender los argumentos principales que este joven estudiante planteó en su réplica a Isócrates, en defensa de la filosofía.

El brillante joven autor del panfleto más tarde dejó Atenas, pero finalmente volvió para abrir su propia escuela, y tuvo cierto éxito. Su nombre era Aristóteles.

Dos milenios de desarrollos de las ciencias y de la filosofía han justificado, y, si acaso, fortalecido la defensa de Aristóteles de la filosofía en contra de las acusaciones de futilidad de Isócrates. Sus argumentos aún resultan notablemente relevantes, y he tomado inspiración de ellos para responder aquí a las *actuales* afirmaciones de que la filosofía es inútil para la física.

§2. El primero de los argumentos de Aristóteles es el hecho que una teoría general sostiene y por lo general es útil para el desarrollo de la práctica.

Permítanme separar dos aspectos del argumento: primero, la relevancia de la filosofía para la ciencia en el pasado, y segundo, la cuestión de si la filosofía se ha vuelto irrelevante para la ciencia de hoy en día. Empecemos con el primero.

⁴ Isocrates quoted in Iamblichus, *Protrepticus*, vol. 6 pp. 37.22–39.8. de Gruyter, Berlin (1996).

⁵ Hutchinson, D.S., Johnson, M.R.: Authenticating Aristotle's *Protrepticus*. *Oxf. Stud. Anc. Philos.* 29, 193–294 (2005).

Hoy en día, tras un par de milenios, durante los cuales tanto la ciencia como la filosofía se han desarrollado considerablemente, las evidencias históricas a propósito de la influencia de la filosofía sobre la ciencia se han vuelto abrumadoras.

He aquí unos casos de esta influencia, sacados de la astronomía y de la física. Mencionaré sólo unos pocos ejemplos. La astronomía antigua —es decir, todo lo que sabemos acerca de la esfericidad de la Tierra, de sus dimensiones, de las dimensiones de la Luna y del Sol, las distancias de la Luna y del Sol, el movimiento de los planetas en el cielo, y las bases desde las cuales la astronomía moderna y la física moderna han emergido—, es un descendiente directo de la filosofía. Las preguntas clave que han motivado estos desarrollos fueron propuestas en la *Academia* y en el *Liceo*, y se debían a preocupaciones altamente teóricas, más que prácticas. Pese a que, siglos después, Galileo y Newton dieron grandes pasos allende la astronomía y la física anterior, y en particular, la visión Aristotélica del mundo, ellos se apoyaron ampliamente sobre los que había habido antes.⁶ Galileo y Newton extendieron el conocimiento anterior, reinterpretando, remodelando y construyendo sobre ello. En particular, el entendimiento de Galileo habría sido inconcebible sin la física aristotélica.

Aún más importante, el trabajo de Galileo habría sido inconcebible sin la ideología que había heredado de Platón, o sea, buscar el orden matemático ideal subyacente a las apariencias. Galileo estaba guiado por un platonismo casi fanático. En su obra, Newton fue explícito acerca de su deuda con la filosofía antigua, particularmente con Demócrito, por ideas que surgieron originalmente desde razones filosóficas, como la noción de espacio vacío, el atomismo, y el movimiento natural rectilíneo. Además, su crucial discusión acerca de la naturaleza del espacio y del tiempo estribaba sobre sus discusiones con (y en contra de) Descartes.

Pero la influencia directa de la filosofía sobre la física no se limita, ciertamente, al nacimiento de la física moderna. Esta puede reconocerse en cualquier progreso mayor. Piensen en el siglo XX. Los dos mayores avances hechos por la física del siglo XX fueron ampliamente influenciados por la filosofía. Habrían sido inconcebibles sin la filosofía de la época. La mecánica cuántica brota de una intuición debida a Heisenberg, basada en la atmosfera filosófica fuertemente positivista en la que él mismo se encontraba: uno obtiene el conocimiento restringiéndose uno mismo a lo que es observable. El resumen del artículo hito de Heisenberg, de 1925, sobre la teoría cuántica, es explícito a este propósito:

El objetivo de este trabajo es sentar las bases para una teoría de la mecánica cuántica basada exclusivamente en relaciones entre cantidades que son en principio observables.⁷

⁶ Rovelli, C.: Aristotle's physics: a physicist's look. *J. Am. Philos. Assoc.* 1, 23–40 (2015). arXiv:1312.4057

⁷ Heisenberg, W.: Überquantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen. *Zeitschrift für Physik* 33(1), 879–893 (1925).

La misma actitud distintivamente filosófica alimentó el descubrimiento de la relatividad especial por Einstein: por la restricción a lo que es observable, reconocemos que la noción de simultaneidad es engañosa. Einstein reconoció explícitamente su deuda con los escritos filosóficos de Mach y de Poincaré. Sin estos aportes, su relatividad especial habría sido inconcebible. Aunque no las mismas, las influencias filosóficas sobre la concepción de Einstein de la relatividad general fueron incluso más fuertes. Una vez más, él fue explícito a la hora de reconocer su deuda con la filosofía, en este caso con el pensamiento crítico de Leibniz, Berkeley y Mach. La relación de Einstein con la filosofía era ciertamente compleja: afirmó por ejemplo que Schopenhauer había tenido una influencia penetrante sobre él. Esto es menos evidente para detectarlo en su física, pero no es tan difícil reconocer las ideas de Schopenhauer sobre el tiempo y la representación en las ideas de Einstein que conducen a la relatividad general; también esta influencia ha sido estudiada.⁸ ¿Puede de verdad ser una coincidencia que, en su juventud, el mayor físico del siglo XX haya tenido que poseer un enfoque filosófico tan claro,⁹ como para haber leído las tres *Críticas* de Kant con tan sólo quince años?

¿Por qué esta influencia? Porque la filosofía puede facilitar métodos para producir nuevas ideas, nuevas perspectivas, y pensamiento crítico. Los filósofos tienen herramientas y habilidades que la física necesita, pero no son propias de la formación de los físicos: análisis conceptual, atención a las ambigüedades, precisión expresiva, la habilidad para detectar fallos en argumentos estándar, para concebir perspectivas radicalmente nuevas, para hallar puntos conceptualmente débiles, y para buscar explicaciones conceptuales alternativas. Nadie lo expone mejor que el propio Einstein:

Un conocimiento del trasfondo histórico y filosófico da ese tipo de independencia de los prejuicios de su propia generación por los cuales la mayoría de los científicos están sufriendo. Esta independencia creada por intuición filosófica es —en mi opinión— la marca distintiva entre un mero artesano o especialista y un verdadero buscador de la verdad.¹⁰

Puesto de forma más contundente, se dice a veces que: «Los científicos no hacen nada sin pedirle antes permiso a la filosofía».

⁸ Howard, D.: A peek behind the Veil of Maya: Einstein, Schopenhauer, and the historical background of the conception of space as a ground for the individuation of physical systems. In: Earman, J., Norton, J.D. (eds.) *The Cosmos of Science*. Pittsburgh–Konstanz Series in the Philosophy and History of Science, pp. 87–150. University of Pittsburgh Press, Pittsburgh (1997).

⁹ Howard, D.: 'A kind of vessel in which the struggle for eternal truth is played out'—Albert Einstein and the role of personality in science. In: Langdon, J.H., McGann, M.E. (eds.) *The Natural History of Paradigms: Science and the Process of Intellectual Evolution*, pp. 111–138. University of Indianapolis Press, Indianapolis (1994).

¹⁰ Einstein, A.: Letter to Robert A. Thornton, 7 December 1944. EA 61–574, In: *The Collected Papers of Albert Einstein*. Princeton University Press, Princeton, NJ (1986).

Así, si leemos lo que los mayores científicos opinaron a propósito de la utilidad de la filosofía, físicos como Heisenberg, Schrödinger, Bohr, y Einstein, encontramos que expresaron opiniones totalmente opuestas a aquellas de Hawking y Weinberg.

§3. He aquí un segundo argumento que se debe a Aristóteles:

Aquellos que niegan la utilidad de la filosofía están haciendo filosofía.

Este punto es menos trivial de lo que parece a primera vista. Examinemos lo que Weinberg y Hawking escribieron. Ambos han obtenido importantes resultados científicos. Weinberg, por ejemplo, encontró el correcto grupo de simetría para describir las interacciones entre las partículas elementales, mientras Hawking descubrió que los agujeros negros son calientes, y calculó su temperatura. Haciendo este género de cosas, estaban haciendo ciencia. Escribiendo cosas como «La filosofía es inútil para la física», o «la filosofía ha muerto», no estaban haciendo física. Entonces ¿qué estaban haciendo? Estaban reflexionando sobre la mejor manera de desarrollar la ciencia.

El punto aquí es la *metodología* de la ciencia. Una preocupación central en la filosofía de la ciencia es desde luego precisamente preguntar *cómo* se hace ciencia y *cómo se debería de hacer* para que fuese más efectiva. Los buenos científicos *claramente* reflexionan sobre su propia metodología, y es bastante apropiado que Weinberg y Hawking lo hayan hecho también. ¿Pero cómo?

Ellos expresan *una cierta* idea acerca de la metodología de la ciencia. ¿Es esta la verdad eterna sobre cómo la ciencia ha siempre trabajado y debería de trabajar? ¿Es esto el mejor entendimiento que tenemos hoy en día a propósito de la ciencia?

No lo es. En efecto, no es difícil trazar los orígenes de esta idea. Surge desde el trasfondo del positivismo lógico, corregido por Popper y Kuhn. La actual ideología metodológica dominante en la física teórica deriva desde sus nociones de *falsabilidad* y *revolución científica*, que son populares entre los físicos teóricos; se les menciona a menudo y se usan habitualmente para orientar la investigación y evaluar el trabajo científico.

Por ende, declarando la inutilidad de la filosofía, Weinberg, Hawking y otros científicos «anti-filosóficos» están de hecho homenajeando a los *filósofos* de la ciencia que han leído, o cuyas ideas han absorbido por su entorno. La huella es inequívoca. Cuando se miran como a un conjunto de pseudo-afirmaciones, palabras que se parecen a afirmaciones pero no tienen un significado real, del tipo recurrente por ejemplo en la manera en la que Neil de Grasse Tyson se mofa de la filosofía, estas críticas se pueden fácilmente rastrear hasta la postura anti-metafísica del Círculo de Viena.¹¹ Detrás de estos anatemas en contra de la «filosofía», se puede casi oír el lema del Círculo de Viena «¡Ninguna metafísica!».

¹¹ Carnap, R.: *Überwindung der Metaphysik durch Logische Analyse der Sprache*. In *Erkenntnis*, (vol. 2, pp. 10–31) (English translation ‘The Elimination of Metaphysics Through Logical Analysis of Language. In: Sarkar, S. (ed.) *Logical Empiricism at Its Peak: Schlick, Carnap, and Neurath*, Garland Pub., New York 1996) (1932).

Por lo tanto, cuando Weinberg y Hawking afirman que la filosofía es inútil, están efectivamente declarando su adhesión a una particular filosofía de la ciencia. En principio, no hay nada malo en eso; pero el problema es que *no* se trata de una muy buena filosofía de la ciencia.

Por un lado, Newton, Maxwell, Boltzmann, Darwin, Lavoisier, y muchos otros de los mayores científicos trabajaron en una perspectiva metodológica muy diferente, y produjeron una ciencia bastante buena también. Por otro lado, la filosofía de la ciencia ha avanzado desde Carnap, Popper o Kuhn, reconociendo que la manera en que la ciencia efectivamente trabaja es más rica y sutil que aquella pintada en los análisis de estos pensadores. El error de Weinberg y Hawking consiste en confundir un particular y limitado entendimiento de la ciencia, históricamente circunscrito, por algo parecido a la misma lógica eterna de la ciencia. El punto débil de su posición consiste en la falta de conciencia de su frágil contingencia histórica. Ellos presentan la ciencia como una disciplina con una metodología obvia e incontrovertida, como si esta hubiese sido la misma desde Bacon hasta la detección de las ondas gravitacionales, o como si fuese completamente obvio *qué* deberíamos estar haciendo y *cómo* deberíamos estar haciéndolo a la hora de producir ciencia.

La realidad es bastante diferente. La ciencia ha repetidamente redefinido su propio entendimiento de sí misma, junto con sus objetivos, métodos y herramientas. Esta flexibilidad ha tenido un papel fundamental en su éxito. Consideremos unos ejemplos sacados de la física y de la astronomía. En vista de las teorías predictivas extraordinariamente exitosas de Hiparco y Ptolomeo, el objetivo correcto de la astronomía era encontrar la justa combinación de círculos para describir el *movimiento de los cuerpos celestes alrededor de la Tierra*. Pero al contrario de las expectativas, se halló que la Tierra misma era uno de los cuerpos celestes. Y ciertamente después de Copérnico, el objetivo correcto pareció ser el de encontrar la justa combinación de *esferas móviles* que reproduciría el movimiento de los planetas alrededor del Sol. Pero una vez más, al contrario de las expectativas, se halló que unas trayectorias elípticas abstractas eran mejores que unas esferas. Luego, tras Newton, pareció claro que el objetivo de la física era el de encontrar las *fuerzas que actuaban sobre los cuerpos*. Contrariamente a este programa, se halló que el mundo podría ser descrito mejor por campos dinámicos más que por cuerpos. Tras Faraday y Maxwell, estaba claro que la física había de encontrar las leyes del *movimiento en el espacio, al pasar del tiempo*. Contrariamente a los supuestos, se halló que espacio y tiempo eran ellos mismos dinámicos. Después de Einstein, devino por fin claro que la física sólo tiene que buscar las *leyes determinísticas de la Naturaleza*. Al contrario de las expectativas, se halló que podemos como mucho dar leyes probabilísticas. Y así lo demás. He aquí unas cuantas definiciones resbaladizas para lo que los científicos han pensado que la ciencia es: deducción de leyes generales desde fenómenos observados, descubrir los constituyentes últimos de la Naturaleza, dar cuenta de las regularidades en las observaciones empíricas, encontrar esquemas conceptuales provisionales para darle sentido al mundo. (La última es la que me gusta).

La ciencia no es un proyecto con una metodología escrita en la piedra, objetivos bien definidos, o una estructura conceptual fija. Es nuestro esfuerzo en continua evolución para

mejor entender el mundo. A lo largo de su desarrollo, ha repetidamente quebrantado sus propias leyes y sus declarados supuestos metodológicos.

Una muy común descripción de lo que hacen los científicos —la que aprendemos hoy en día en la escuela— es recolectar datos (observaciones, experimentos, medidas) y darle sentido en forma de teorías. La relación entre datos y teoría es compleja, y está muy lejos de ser incontrovertida, ya que no es para nada obvio cómo llegamos desde los datos hasta la teoría, y no es obvio cómo los mismos datos están cargados de teoría. Pero pasemos esto por encima. Con el pasar del tiempo, se obtienen nuevos datos y las teorías evolucionan. En este cuadro los científicos están retratados como seres racionales que juegan a este juego usando su inteligencia, un lenguaje específico, y una bien establecida estructura cultural y conceptual.

El problema con este retrato es que las estructuras conceptuales evolucionan también. La ciencia no es sólo un creciente corpus de información empírica que tenemos acerca del mundo y una secuencia de teorías cambiantes. Es también la evolución de nuestra propia estructura conceptual. Es la continua búsqueda para la mejor estructura conceptual para entender el mundo, a un nivel dado de conocimiento. Y es necesario conseguir la modificación de la estructura conceptual desde el interior de nuestro propio pensamiento, como un marino tiene que reconstruir su propio barco durante la navegación, para usar un bonito símil de Otto Neurath tan a menudo citado por Quine.¹²

Este entrelazado de aprendizaje y cambio conceptual, esta flexibilidad, y esta evolución de metodologías y objetivos, se ha desarrollado históricamente en un diálogo constante entre ciencia práctica y reflexión filosófica. Esta es una razón ulterior del por qué tanta ciencia ha sido profundamente influenciada por la reflexión filosófica. Las miradas de los científicos, que les guste o no, están empapadas de filosofía.

Y aquí volvemos a Aristóteles: «La filosofía ofrece una guía acerca de cómo se debe hacer una investigación».

No porque la filosofía pueda dar una palabra conclusiva a propósito de la justa metodología de la ciencia (al contrario de la postura *filosófica* de Weinberg y Hawking). Sino porque los filósofos tienen herramientas conceptuales para enfrentarse a las cuestiones emergidas por este continuo cambio conceptual. Los científicos que niegan el papel de la filosofía en el avance de la ciencia son aquellos que piensan que han encontrado ya la metodología final, es decir, que ya han agotado y contestado a todas las preguntas metodológicas. Estos están por consecuencia menos abiertos a la flexibilidad conceptual necesaria para seguir adelante. Ellos son los atrapados en la ideología de su propio tiempo.

§4. Pienso que se puede hacer un ejemplo incluso más fuerte. Creo que una razón de la relativa esterilidad de la física teórica durante las últimas décadas puede bien ser *precisamente* que hoy en día una filosofía de la ciencia equivocada está profundamente valorada por muchos físicos. Popper y Kuhn, tan populares entre los físicos teóricos, han arrojado luz sobre

¹² Quine, W.V.O.: *Word and Object*. MIT Press, Cambridge, MA (2015)

aspectos importantes de la manera en que la buena ciencia trabaja. Pero su retrato de la ciencia es incompleto y yo sospecho que, tomado de manera prescriptiva y acrítica, sus intuiciones han desembocado en una investigación errónea. Veamos por qué.

El énfasis de Kuhn sobre la discontinuidad e inconmensurabilidad ha confundido a muchos físicos teóricos y experimentales conduciéndoles a desvalorar los formidables aspectos *cumulativos* del conocimiento científico. El énfasis de Popper sobre la falsabilidad, originalmente un criterio de demarcación, ha sido llanamente interpretado como un criterio de evaluación. La combinación de las dos ha dado origen a una funesta confusión metodológica: la idea de que el conocimiento pasado es irrelevante a la hora de buscar nuevas teorías, que todas las ideas no demostradas son igualmente interesantes y que todos los efectos no medidos tienen la misma probabilidad de ocurrir, y que el trabajo de un teórico consiste en sacar de la nada posibilidades arbitrarias y desarrollarlas, ya que cualquier cosa que aún no haya sido falsada podría efectivamente ser correcta.

Esta es la actual ideología del «¿por qué no?»: cualquier nueva idea merece ser estudiada, sólo porque aún no ha sido falsada; cualquier idea es igualmente probable, porque a cada paso adelante en el camino del conocimiento podría darse una discontinuidad kuhniana impredecible desde la base del conocimiento pasado; cualquier experimento es igualmente interesante, siempre y cuando ponga a prueba algo aún no probado.

Yo pienso que esta filosofía metodológica ha dado origen a montañas de trabajo teórico inútil en física y a muchas inútiles inversiones experimentales.

Los saltos arbitrarios en el espacio abierto de las posibilidades *nunca* han sido una manera eficaz de hacer ciencia. La razón es doble: primero, hay demasiadas posibilidades, y la probabilidad de toparse con una buena por pura casualidad es nimia; pero todavía más importante es el hecho de que la naturaleza nos sorprende siempre y nosotros, siendo los limitados bichos que somos, somos bastante menos creativos e imaginativos de lo que podríamos pensar. Cuando consideramos que estamos «especulando ampliamente», estamos más que nada representando nuevos arreglos de viejas melodías: la verdadera novedad que funciona no es algo que podamos encontrar sólo por conjeturas.

Los cambios conceptuales más radicales y las ideas menos convencionales que de verdad han funcionado, han sido siempre, de hecho, estrictamente motivados, casi impuestos, tanto por el aplastante peso de nuevos datos, como por un análisis bien informado de las contradicciones internas de las ya existentes teorías exitosas. La ciencia opera dentro de la continuidad, no a través de la discontinuidad.

Ejemplos del primer caso —novedad impuesta por los datos— son las elipses de Kepler, y la teoría cuántica. Kepler no simplemente «salió con la idea» de las elipses: la naturaleza tuvo que echarle las elipses a la cara antes de que él pudiese verlas. Estaba usando las elipses como una aproximación para el movimiento de epiciclo–deferente de Marte y le asombró encontrar que la aproximación funcionaba mejor que su modelo.¹³ Del mismo modo, los físicos teóricos

¹³ Kepler, J.: *Astronomia Nova* (traducido por William H. Donahue) Cambridge University Press, Cambridge (1992).

de inicios del siglo XX lucharon mucho y por largo tiempo en contra de la idea de discontinuidades en las leyes básicas, haciendo todo lo que podían para evitar aceptar el claro mensaje de la espectroscopia, es decir, que efectivamente existían discontinuidades en el propio corazón de la mecánica. En ambos casos, la nueva idea importante fue impuesta por los datos.

Ejemplos del segundo caso —novedad radical desde viejas teorías— son el sistema heliocéntrico y la relatividad general. Ni Copérnico ni Einstein se apoyaron de manera significativa en nuevos datos. Pero tampoco sus ideas salieron de la nada. Los dos empezaron con un análisis esclarecedor de teorías exitosas bien establecidas: la astronomía ptolemaica, la gravedad newtoniana, y la relatividad especial. Las contradicciones y las inexplicables coincidencias que encontraron en estas, abrirían el camino a una nueva conceptualización.

De todas formas, no es meramente pescando de teorías no falsadas y testándolas que se obtienen resultados. Más bien, es un sofisticado uso de la inducción, basado sobre una amplia *acumulación* en crecimiento continuo de saber empírico y teórico, lo que facilita las pistas que necesitamos para seguir adelante. Es enfocándonos en intuiciones empíricamente exitosas que nos movemos hacia adelante. La «relatividad» de Einstein no era una «nueva idea»: se trató de la realización por parte de Einstein de la extensiva validez de la relatividad galileana. No hubo discontinuidad: de hecho hubo una continuidad total. Se trató del «conservadurismo» perspicaz de Einstein frente a aquellos demasiado dispuestos a descartar la relatividad de la velocidad sólo por causa de las ecuaciones de Maxwell.

Pienso que esta lección está ausente en mucha física teórica contemporánea, donde muchas de las direcciones de investigación se apresuran demasiado en descartar lo que ya hemos descubierto acerca de la Naturaleza.

Irónicamente, los recientes pasos cruciales dados por la física experimental, son ciertamente todos refutaciones de la hodierna actitud libremente especulativa hacia la física teórica. Tres resultados empíricos mayores han marcado la reciente física fundamental: las ondas gravitacionales, el bosón de Higgs, y la ausencia de la supersimetría al LHC. Los tres son confirmaciones de la vieja física y refutaciones de especulaciones muy extendidas. En los tres casos, la Naturaleza nos está diciendo: no especulad tan libremente. Entonces miremos más de cerca estos ejemplos.

La detección de las ondas gravitacionales, premiada con el último premio Nobel en física fundamental, ha sido una reconfirmación de la centenaria relatividad general. Pero es más que esto. La reciente detección casi simultánea de señales gravitacionales y electromagnéticas desde la fusión de dos estrellas de neutrones (el evento llamado GW170817) ha mejorado nuestro conocimiento de la ratio entre la velocidad de propagación de la gravedad y el electromagnetismo por algo como 14 niveles de magnitud en un solo golpe.^{14, 15} Una

¹⁴ Abbott, B.P., et al.: (LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration) “GW170817: Observation of Gravitational Waves from a Binary Neutron Star Inspiral”. *Phys.Rev. Lett.* 119(16), 161101 (2017).

¹⁵ Abbott, B.P., et al.: Multi-messenger observations of a binary neutron star merger. *Astrophys. J.* 848

consecuencia de este crecimiento crucial en nuestro conocimiento empírico ha sido la de descartar muchas teorías propuestas como alternativas a la relatividad general, ideas que habían sido estudiadas por una amplia comunidad de teóricos a lo largo de las últimas décadas, confirmando en cambio a la relatividad general, de un siglo de antigüedad, como la mejor teoría de la gravedad disponible al día de hoy.

La bien publicitada detección de la partícula de Higgs en el CERN ha confirmado el Modelo Estándar de la física de las partículas (fundamentado por Steven Weinberg, entre otros) como la mejor teoría actual para la física del alta energía, en contra de decenas de alternativas posteriores que habían estado recibiendo desde hace tiempo mucha atención.

El énfasis del CERN sobre el descubrimiento del bosón de Higgs cuando el Gran Colisionador de Hadrones devino operativo en Ginebra ha servido también para esconder la verdadera sorpresa que emergió desde esta exploración particular de la física del alta energía: la *ausencia* de partículas supersimétricas allí donde una generación de físicos teóricos había esperado encontrarlas. Pese a los ríos de tinta y a los vuelos de la fantasía, el modelo mínimo supersimétrico estándar se halló de repente en profunda dificultad. Entonces, una vez más, la Naturaleza ha seriamente rechazado las libres especulaciones de una amplia comunidad de físicos teóricos que acabaron creyendo en ellas.

Yo pienso que el repetido desdén de la Naturaleza de la actual metodología en física teórica debería motivar cierta humildad, más bien que arrogancia, en nuestra actitud filosófica.

Sospecho que parte del problema es precisamente el hecho de que las teorías dominantes de Popper y Kuhn han desorientado las investigaciones teóricas actuales. Los físicos han sido demasiado laxos al descartar las intuiciones de exitosas teorías ya establecidas. Desprestados por la insistencia de Kuhn sobre la inconmensurabilidad a través de las revoluciones científicas, fracasaron en construir sobre lo que ya conocemos, que es como la ciencia siempre ha progresado. Un buen ejemplo de esto es la indiferencia para la independencia del trasfondo de la relatividad general en los muchos intentos de incorporar la gravedad dentro del resto de la física fundamental.

Además, el énfasis sobre la falsabilidad ha hecho a los físicos ciegos frente a un aspecto fundamental del conocimiento científico: el hecho de que la credibilidad *tiene grados* y que la fiabilidad puede ser extremadamente alta, incluso cuando no se trata de certeza absoluta. Esto conlleva un doble efecto negativo: considerando como irrelevantes para el progreso de la ciencia las intuiciones de unas teorías exitosas (ya que «podrían ser falsadas el día de mañana»), y fracasando en ver que una investigación dada puede tener poca plausibilidad incluso si no ha sido aún falsada.

El proyecto científico está fundamentado sobre grados de credibilidad, que son constantemente actualizados en base a nuevos datos o nuevos desarrollos teóricos. La reciente atención a los reportes bayesianos de confirmación en ciencia es común en la filosofía de la

(2), L12 (2017).

ciencia, pero ampliamente ignorada en la comunidad de la física teórica, con efectos negativos, en mi opinión.¹⁶

Mi intención aquí no es la de criticar a Popper y a Kuhn, cuyos escritos son articulados y perspicaces. Lo que estoy señalando es que una versión ingenua de sus puntos de vista ha sido tomada de manera demasiado laxa por muchos científicos como la palabra definitiva sobre la metodología de la ciencia.

Lejos del ser inmune a la filosofía, la física actual está profundamente afectada por la filosofía. Pero la falta de la conciencia filosófica necesaria para reconocer esta influencia, y el rechazo a escuchar a los filósofos que tratan de compensarla, es una fuente de debilidad para la física.

§5. Aquí va el último argumento del *Protrepticus*:

Más necesaria es la filosofía para aquellas ciencias «en las que las perplejidades son mayores».

Hoy en día la física fundamental *está* en una fase de profundo cambio conceptual, debido al éxito de la relatividad general y de la mecánica cuántica y la «crisis» abierta (en el sentido de Kuhn, yo diría más bien «oportunidad») generada por la actual falta de una teoría cuántica aceptada de la gravedad. Esta es la razón de que algunos científicos, incluyéndome a mí mismo, ya que trabajo sobre la gravedad cuántica, estemos más agudamente conscientes de la importancia de la filosofía para la física.

He aquí una lista de argumentos habitualmente discutidos en física teórica: ¿Qué es el espacio? ¿Qué es el tiempo? ¿Qué es el presente? ¿Es el mundo determinístico? ¿Nos hace falta tomar en cuenta al observador para describir la naturaleza? ¿Está la física mejor formulada en términos de una «realidad» o en términos de «lo que observamos», o hay una tercera opción? ¿Qué es la función de onda cuántica? ¿Qué significa exactamente «emergencia»? ¿Tiene sentido una teoría de la totalidad del universo? ¿Tiene sentido pensar que las propias leyes físicas podrían evolucionar? Se me hace claro que el estímulo del pensamiento filosófico pasado y actual no puede ser ignorado a la hora de enfocar estos argumentos.

En la gravedad cuántica de bucles, mi propia área técnica, el espacio y el tiempo newtonianos están reinterpretados como manifestaciones de algo que es granular, probabilístico y fluctuante en un sentido cuántico. Espacio, tiempo, partículas y campos se fusionan en una única entidad: un campo cuántico que no existe en el espacio o en el tiempo. Las variables de este campo adquieren claridad sólo en interacciones entre subsistemas. Las ecuaciones fundamentales de la teoría no tienen variables explícitas de espacio o tiempo. La

¹⁶ El peor episodio de este malentendido es la confusión entre la (fuerte) noción de «confirmación» del sentido común y la (débil) noción bayesiana de «confirmación» que ha conducido la controversia alrededor el trabajo de Richard Dawid sobre la confirmación no empírica: [Dawid, R.: *String Theory and the Scientific Method*. Cambridge University Press, Cambridge (2013)].

Un intento de estudiar la verdadera fuente de confianza (tal vez injustificada) en una teoría ha sido proclamado de nuevo por los científicos como una prueba de validez.

geometría aparece sólo en aproximaciones. Los objetos existen dentro de aproximaciones. El realismo está atemperado por una fuerte dosis de relacionalismo. Yo pienso que los físicos tenemos que discutir con los filósofos porque creo que necesitamos ayuda para dar un sentido a todo esto.

§6. Para concluir, querría añadir unas pocas palabras sobre el argumento opuesto: la relevancia de la ciencia para la filosofía.

Hago esto sólo porque algunas manifestaciones de posturas anti-filosóficas en los círculos científicos son solamente una reacción a las posturas anti-científicas en algunas áreas de la filosofía y de otras humanidades.

En la atmósfera post-heideggeriana que domina algunos departamentos de filosofía en el «continente», la ignorancia de la ciencia es algo que se exhibe con orgullo. La ciencia no es conocimiento «auténtico»; le falta el verdadero conocimiento: «Las plantas de los botánicos no son las flores del seto; la ‘fuente’ que el geógrafo establece para un río no es el ‘manantial en el valle’»,¹⁷ implicando en el contexto que la única cosa que cuenta es la última.

Y he aquí un ejemplo más desde otro sector del mundo intelectual contemporáneo, la sociología: «...no hay ninguna obligación para nadie al formular una visión del mundo a tener en cuenta lo que la ciencia del siglo XX tiene que decir».¹⁸ Un comentario que es o trivial («no hay ninguna obligación a ser inteligente») o desorientador, en el sentido etimológico de conducir en la dirección errónea.

Me parece claro que, exactamente como la mejor ciencia escucha con entusiasmo a la filosofía, así mismo la mejor filosofía escuchará con entusiasmo a la ciencia. Desde luego ha sido así en el pasado: desde Aristóteles y Platón, hasta Descartes y Hume, Kant y Hegel, Husserl y Lewis, la mejor filosofía ha siempre estado en íntima sintonía con la ciencia. Ninguno de los grandes filósofos del pasado habría nunca pensado, ni por un momento, no tomar en serio el conocimiento del mundo facilitado por la ciencia de su tiempo.

La ciencia es una parte integral y esencial de nuestra cultura. Está lejos de poder contestar a todas las preguntas que nos gustaría hacer, pero se trata sin embargo de una herramienta extremadamente poderosa, capaz de enfocar numerosos problemas, incluyendo aquellos que nos atañen a nosotros mismos y al Universo como un todo. Nuestro conocimiento general es el resultado de las contribuciones de dominios muy diferentes, desde la ciencia hasta la filosofía, la literatura y las artes, y nuestra capacidad de integrarlos. Aquellos filósofos que menosprecian la ciencia, y hay bastantes de ellos, perjudican seriamente la inteligencia y la civilización, en mi opinión. Cuando dicen que enteros campos del saber son impermeables a la ciencia, y que ellos son los que los conocen mejor, me recuerdan dos pequeños viejos sentados en el banco de un parque: «Aaaah», dice uno, con voz temblorosa «todos estos

¹⁷ Heidegger, M.: *Sein und Zeit*. Niemeyer, Tübingen (1967).

¹⁸ Pickering, Andrew: *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*. University of Chicago Press, Chicago, IL (1999).

científicos que aseguran que pueden estudiar la conciencia, o el principio del universo». «Ohh», dice el otro, «¡Qué cosa más absurda! Claro que no pueden entender estas cosas. ¡Pero nosotros sí!»*

Referencias

- Abbott, Benjamin P., et al. (2017). «Multi-messenger observations of a binary neutron star merger». *The Astrophysical Journal Letters* 848, no. 2: L12. doi: 10.3847/2041-8213/aa91c9
- Abbott, Benjamin P., et al. (LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration) (2017). «GW170817: Observation of Gravitational Waves from a Binary Neutron Star Inspiral». *Physical Review Letters* 119, no. 16: 161101. doi: 10.1103/PhysRevLett.119.161101
- Carnap, Rudolf (1932) «Überwindung der Metaphysik durch Logische Analyse der Sprache». *Erkenntnis* 2: pp. 10–31 (English translation «The Elimination of Metaphysics Through Logical Analysis of Language». En: Sarkar, S. (ed.) *Logical Empiricism at Its Peak: Schlick, Carnap, and Neurath*. Nueva York: Garland Pub., 1996).
- Dawid, Richard (2013). *String Theory and the Scientific Method*. Cambridge: Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9781139342513
- Einstein, Aalbert (1986). «Letter to Robert A. Thornton, 7 December 1944. EA 61-574». En: *The Collected Papers of Albert Einstein*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Hawking, Stephen (2012). *The Grand Design*. Nueva York: Bantam.
- Heidegger, Martin (1967). *Sein und Zeit*. Tubinga: Niemeyer.
- Heisenberg, Werner (1925). «Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen». *Zeitschrift für Physik* 33, no. 1: pp. 879–893. doi: 10.1007/BF01328377
- Howard, Don (1994). «‘A kind of vessel in which the struggle for eternal truth is played out’—Albert Einstein and the role of personality in science». En: Langdon, J.H., McGann, M.E. (eds.) *The Natural History of Paradigms: Science and the Process of Intellectual Evolution*, pp. 111–138. Indianapolis: University of Indianapolis Press.
- Howard, Don (1997). «A peek behind the Veil of Maya: Einstein, Schopenhauer, and the historical background of the conception of space as a ground for the individuation of physical systems». En: Earman, J., Norton, J.D. (eds.) *The Cosmos of Science*. Pittsburgh-Konstanz Series in the Philosophy and History of Science, pp. 87–150. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Hutchinson, Darren S. y Johnson, Monte Ransome (2005). «Authenticating Aristotle’s *Protrepticus*». *Oxford Studies in Ancient Philosophy* 29: pp. 193–294.
- Iamblichus (1996). *Protrepticus*, vol. 6. Berlín: De Gruyter.
- Kepler, Johannes (1992). *Astronomia Nova* (translated by William H. Donahue). Cambridge: Cambridge University Press.
- Pickering, Andrew (1999). *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Quine, Willard van Orman (2015). *Word and Object*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rovelli, Carlo (2015). «Aristotle’s Physics: A Physicist’s Look». *Journal of the American Philosophical Association*

* El presente trabajo fue originalmente publicado en: *Foundations of Physics* 48, no. 5 (2018): pp. 481–491. doi: 10.1007/s10701-018-0167-y. La presente versión castellana se realiza y publica aquí con autorización del autor y por invitación de los editores de *Diputatio. Philosophical Research Bulletin*.

1: pp. 23–40 doi: 10.1017/apa.2014.11

Weinberg, Stephen (1994). *Dreams of a Final Theory*. Nueva York: Vintage.