



Resolviendo acertijos en la filosofía de la ciencia

Gustavo Arroyo

Universidad Nacional de General Sarmiento, Juan María Gutiérrez 1150, B1613 Los Polvorines, Provincia de Buenos Aires, Argentina. E-mail: gjarroyo@yahoo.com.ar

RESUMEN. De acuerdo a la mayoría de las introducciones y manuales de filosofía de la ciencia, el principal objetivo de este campo de investigación es describir los métodos y principios implícitos en la práctica de la ciencia. En este texto programático argumento que esta concepción “descriptivista” de la filosofía de la ciencia es errónea. La perspectiva a ser defendida descansa en buena medida en el análisis de un caso paradigmático de análisis en la filosofía de la ciencia: el así llamado modelo nomológico deductivo de explicación científica, propuesto a mediados del siglo 19 por Stuart Mill y respaldado en el último siglo por filósofos como Hempel y Oppenheim. Como quedará claro a lo largo del texto, dos objetivos diferentes (y potencialmente contrapuestos) guiaron la búsqueda de dicho análisis: ofrecer una concepción materialmente plausible del concepto de explicación y elaborar un análisis que fuera compatible con los presupuestos empiristas de estos autores. Lejos de ser descriptiva la empresa puede ser comparada a la solución de un acertijo. El artículo explora además algunas consecuencias que se siguen de concebir la filosofía de la ciencia como una actividad abocada a la solución de acertijos.

Palabras-clave: metafilosofía; acertijos; argumentos filosóficos; presupuestos filosóficos; explicación científica.

Solving puzzles in the philosophy of science

ABSTRACT. According to most introductions and textbooks in the philosophy of science, the main goal of this research field is to describe the methods and principles that are implicit in the practice of science. I will argue in this programmatic paper that such “descriptivist” account of philosophy of science is mistaken. The perspective to be defended relies mainly in the analysis of a paradigmatic case of analysis in the philosophy of science: the so called Deductive-Nomological Model of scientific explanation, which was proposed by Stuart Mill in the mid-19th century and endorsed in the last century by authors as Hempel and Oppenheim. As will become clear, two different (and potentially conflicting) goals guided the search of an analysis of the concept of explanation by these authors: to find a materially plausible account of the concept of explanation and to give an account of the concept compatible with their empiricist assumptions. By doing this, their endeavor is far from being descriptive and it can be compared to the solving of a puzzle. The paper explores also some of the consequences that follow from conceiving philosophy of science as puzzle-solving.

Keywords: metaphilosophy; puzzles; philosophical arguments; philosophical assumptions; scientific explanation.

Received on March 30, 2021.

Accepted on April 16, 2021.

Introducción

En los manuales la filosofía de la ciencia suele ser descrita como la disciplina que busca comprender los métodos y principios de la práctica científica. En su introducción a la filosofía de la ciencia, Samir Okasha (2007, p. 22-23) sostiene, por ejemplo, que “La tarea principal de la filosofía de la ciencia es analizar los métodos de investigación utilizados en los diversos campos científicos”. Salmon et al. (1992, p. 1), autores de otra conocida introducción, afirman que la

[...] filosofía de la ciencia es el nombre dado a aquella rama de la filosofía que reflexiona acerca de la ciencia y la analiza críticamente. Como disciplina intenta comprender los objetivos y métodos de la ciencia, junto con sus principios, prácticas y logros.

Diez y Moulines (1999, p. 19), por su parte, sostienen que “La filosofía de la ciencia tiene por objeto poner de manifiesto o hacer explícitos los aspectos filosófico-conceptuales de la actividad científica”.

Acaso el lector se pregunte cómo es posible que los científicos mismos no conozcan cuáles son esos presupuestos, dado que hacen parte de su actividad diaria. El fragmento de Diez y Moulines (1999) que

acabamos de citar contiene (de manera condensada) la respuesta a esta pregunta: el conocimiento que los científicos tendrían de los presupuestos sería de carácter tácito o práctico. La filosofía de la ciencia procura hacerlos explícitos en la forma de un saber teórico. Para aclarar este punto los autores toman como modelo la gramática: el hablante de una lengua puede construir oraciones correctas en su lengua nativa sin ser capaz de enunciar las reglas y principios que guían esas construcciones. La gramática se encarga de explicitar esas reglas y principios, tornando el saber práctico en un saber teórico. Podríamos suponer entonces que la filosofía de la ciencia es a la práctica científica lo que la gramática es a la práctica de formular oraciones en un lenguaje natural. Hace parte del saber de los científicos el poder formular hipótesis, ponerlas a prueba experimentalmente, refutarlas o corroborarlas, ofrecer explicaciones para un determinado fenómeno, etc. Pero en general, los científicos serán incapaces de formular los principios más generales que guían la contrastación de una hipótesis o los componentes básicos que debe satisfacer la explicación de un fenómeno. Le corresponde a la filosofía de la ciencia sacar a la luz dichos principios y presupuestos. Esta caracterización no excluye la posibilidad de que la filosofía de la ciencia sea también una disciplina normativa: los filósofos de la ciencia suelen discutir críticamente y proponer enmiendas a los principios implícitos de la práctica científica. Pero es razonable suponer que esta tarea será subsidiaria de la descriptiva, pues para discutir críticamente y proponer enmiendas a los principios más generales de la ciencia, los filósofos deben primero comprender (describir) cuáles son esos principios.

En este trabajo intentaremos presentar una concepción de la naturaleza de la filosofía de la ciencia que contrasta con los fragmentos que acabamos de citar. Nuestra presentación procederá mayormente a partir del análisis de un caso puntual de elucidación en este campo. La utilización de este ejemplo no tiene por lo pronto la pretensión de justificar nuestra perspectiva, sino, antes que nada, de volverla comprensible y hasta cierto punto intuitiva. Hay diversas cuestiones importantes relativas a nuestra perspectiva que serán pasadas por alto (o tratadas superficialmente) y que esperamos discutir en futuros trabajos¹. El ejemplo en cuestión es el llamado modelo nomológico-deductivo de la explicación científica. La idea central del modelo nomológico-deductivo (en adelante MND) es que explicar un hecho equivale a deducirlo de una ley natural (en conjunción de ciertas condiciones iniciales). Si lo que deseamos explicar no es un hecho particular sino una ley (por ejemplo, la ley de caída libre) la explicación consiste en deducir ese hecho de una ley más general (por ejemplo, la ley de gravitación universal). Deducción y leyes serían, de acuerdo al MND, condiciones suficientes y necesarias para poder decir que un hecho (o una ley) ha sido explicado. Como sabemos, el modelo fue formulado por primera vez por Stuart Mill en su ‘Sistema de Lógica’ de 1843:

Se dice que un hecho individual ha sido explicado cuando se ha señalado su causa, esto es, cuando se ha formulado la ley o leyes causales de cuya ocurrencia este es una instancia. Así, por ejemplo, se explica el fuego cuando se prueba que se produjo por una chispa que cayó en una pila de combustibles; y de manera similar, la ley de uniformidad es explicada cuando se señala otra ley o leyes, de las cuales esta es un caso particular deducible de ellas (Mill, 2012, III, vii, i)².

Mill parece confirmar en este pasaje el pretendido carácter descriptivo de las elucidaciones de la filosofía de la ciencia. Las expresiones utilizadas por Mill (2012, III, vii, i, subrayado del autor) por ejemplo, “[...] ‘se dice’ que un hecho individual ha sido explicado [...]”, dan a entender que su propósito no es reformar el concepto de explicación o recomendar un determinado uso del mismo (lo que ‘debería decirse’) sino apenas describir el concepto de explicación tal como es utilizado en el lenguaje de la ciencia. Sin embargo, esta declaración de propósitos debe ser tomada con recaudos. Mill es un empirista radical, un filósofo que niega (para utilizar términos kantianos) la existencia de juicios sintéticos *a priori* y cree que todo juicio es *a posteriori* (observacional) o analítico (‘verdadero en virtud del significado’). No es difícil ver que el análisis del concepto de explicación que Mill propone es en un todo compatible con esta doctrina. En otros pasajes de la obra se ha encargado de mostrar que los dos componentes esenciales del concepto de explicación (deducción y leyes causales) pueden ser reconstruidos en términos empiristas. Mill ha ofrecido un análisis del razonamiento deductivo que lo vuelve analítico (las conclusiones de los razonamientos deductivos no hacen sino explicitar lo que ya está implícito en las premisas) y un análisis del concepto de ley causal que lo vuelve *a posteriori*: afirmar una ley causal, en el sentido ordinario del término (‘commonparlance’) no es otra cosa que afirmar que “[...] un cierto hecho invariablemente ocurre cuando ciertas circunstancias están presentes y no ocurre cuando las mismas circunstancias están ausentes” (Mill, 2012, III, iv, i). La idea de que las leyes causales

¹ La génesis de las ideas expuestas aquí se encuentra en dos trabajos previos (Arroyo, 2018, 2019).

² Esta concepción de la explicación científica es conocida actualmente, en particular, gracias a los artículos de Carl Hempel (1996a, 1996b) sobre el tema (uno de ellos en colaboración con Paul Oppenheim). Aunque Hempel introdujo diversas revisiones en el modelo de Mill, la idea de que leyes y deducción son los únicos componentes esenciales de una auténtica explicación es mantenida en el abordaje hempeliano. La deuda con Mill es reconocida explícitamente en un pasaje de Hempel y Oppenheim (1948).

afirman una “[...] misteriosa y poderosa unión [...]” entre causa y efecto no es atribuida al concepto ordinario sino al concepto creado por ciertas corrientes metafísicas en boga (Mill, 2012, III, iv, ii). Es como si Mill llegara a una conclusión sobre la naturaleza de las leyes causales y de la deducción y, a partir de ellas, de la explicación científica, tomando como premisa la verdad del empirismo. O dicho de otro modo: como si llegara a conclusiones respecto de cuestiones de hecho (¿cuál es la naturaleza de las leyes causales? ¿En qué consiste explicar un hecho en la ciencia?, etc.) atendiendo antes que nada y en primer lugar a sus compromisos epistemológicos. Respecto del concepto de ley causal, Mill (2012, III, vii, i) parece haber razonado así:

Si hay un concepto legítimo de ley causal en el discurso de la ciencia este es compatible con el empirismo.

Hay un concepto legítimo de ley causal en el discurso de la ciencia.

Luego, el concepto de ley causal en el discurso de la ciencia es compatible con el empirismo.

El supuesto de que el empirismo es verdadero y de que el concepto científico de ley causal es compatible con el empirismo, no alcanza, con todo, para conformar una posición definida. Sus premisas lo llevan a concluir que el concepto científico de ‘ley causal’ es compatible con el empirismo, pero aún no está en condiciones de decir ‘cuál’ es ese concepto. Podría decirse que las premisas de su razonamiento le indican apenas cuál es la ‘matriz’ de la solución ‘correcta’.

La tarea de encontrar un contenido que calce en esa matriz parece estar más emparentada con la solución de un acertijo que con una descripción. Pensamos aquí en juegos como los rompecabezas o las palabras cruzadas donde el objetivo es ajustar o hacer encajar diversos elementos (piezas o palabras) en una estructura previamente dada. Esta caracterización podrá recordar tal vez la manera en que Kuhn describe la naturaleza de los problemas científicos (Kuhn, 2004). Kuhn sostiene que en un período de ciencia normal resolver un problema científico se parece a la solución de un acertijo (*puzzle*), Kuhn deseaba remarcar el hecho de que el paradigma preselecciona el rango de soluciones ‘correctas’ al problema. He aquí una semejanza entre los acertijos kuhnianos y los acertijos filosóficos. Pero debemos tener presente que los acertijos filosóficos pueden ser generados por diferentes marcos teóricos. Incluso, como veremos en un momento, por diferentes matrices que responden al mismo marco (por el empirismo).

Un razonamiento similar al que llevó a Mill a la matriz del concepto de causalidad debe haberlo conducido a la matriz de la naturaleza de la explicación científica:

Si hay un concepto legítimo de explicación en el discurso de la ciencia este es compatible con el empirismo.

Hay un concepto legítimo de explicación en el discurso de la ciencia.

Luego, el concepto de explicación en el discurso de la ciencia es compatible con el empirismo.

Por desgracia (o tal vez por suerte) Mill no podía recurrir en este caso a la tradición empirista. Como señala David-Hillel Ruben (1992), Mill fue el primer empirista en ocuparse del concepto de explicación y en intentar mostrar que puede ser analizado sin recurrir a conceptos metafísicos como ‘esencia’, ‘forma’ o ‘causa final’. La tarea de encontrar el contenido adecuado para esa matriz recayó en este caso enteramente bajo su responsabilidad. Mill elaboró un análisis original que se volvería canónico para la tradición empirista.

Es importante notar que el empirismo sirve de premisa para una porción significativa de los aportes de Mill en el campo de la filosofía de la ciencia. El empirismo está presupuesto en la reconstrucción que Mill realiza de los principios lógicos y de las proposiciones de la aritmética. Respecto del Principio de no-contradicción sostiene:

Considero que es, junto a otros axiomas, una de nuestras primeras y más familiares generalizaciones a partir de la experiencia. Considero que su fundamento original es el hecho de que creencia y no-creencia son dos estados mentales diferentes y que se auto-excluyen. Esto lo sabemos por la simple observación de nuestras mentes (Mill, 2012, III, vii, 5).

A Mill le resulta difícil creer que el principio de no contradicción sea apenas una verdad analítica (una definición encubierta del significado de la negación). Pero si es una proposición sintética, no deberá ser *a priori*, pues eso implicaría la falsedad del empirismo. ¿Cuáles podrían ser entonces los datos sensibles en que se sustenta nuestra creencia de que una proposición y su negación no pueden ser verdaderas al mismo tiempo? La solución de Mill para el acertijo es reconstruir el principio como una ley de la psicología humana, a saber, que los seres humanos son incapaces de creer en una proposición y en su contradictoria de manera simultánea. El mismo patrón heurístico reaparece en la reconstrucción que realiza de las proposiciones de la aritmética. Puesto que asume una vez más que las proposiciones de la aritmética son sintéticas, y siendo la generalización por enumeración la única manera en que, en su sistema, podemos arribar a proposiciones universales, debe

sostener que las proposiciones aritméticas son generalizaciones de datos sensoriales. Pero ¿cuáles podrían ser esos datos? La solución fue sostener que el fundamento de la aritmética está dado por las observaciones acerca de las diferentes maneras que existen de reagrupar objetos. En un célebre pasaje de 'Sistema de Lógica' sostiene que la proposición ' $2 + 1 = 3$ ' es equivalente a la afirmación de que toda colección de objetos que impresione los sentidos así '000', puede ser separada en dos partes así, '00 0' (Mill, 2012, III, vi, 2).

Aunque bastante esquemáticas estas reconstrucciones alcanzan para apreciar el rol que el empirismo desempeña en la génesis de las mismas³. Nos permiten ver también que la 'matriz' de las posiciones de Mill no se deriva apenas del supuesto de que el empirismo es verdadero. Se requieren premisas adicionales. En el caso del análisis de los principios lógicos se trata del supuesto de que las proposiciones de la aritmética son sintéticas. En el caso del concepto de explicación es el supuesto de que el concepto científico de explicación es compatible con el empirismo. Estas premisas expresan el temperamento conservador de Mill en comparación a posturas más radicales de otros empiristas. Pero estas premisas seguramente hayan tenido para nuestro filósofo un carácter menos apodíctico que la de la verdad del empirismo. Mill no hubiera dudado en cuestionar el carácter sintético de los principios lógicos y de las proposiciones de la aritmética o la legitimidad del concepto de explicación si se hubiera convencido, tras reiterados intentos infructuosos, de que no hay un análisis empirista satisfactorio bajo esas premisas. Hubiera considerado al concepto de explicación, como hizo Pierre Duhem por la misma época, como una noción 'metafísica' que debe ser eliminada del lenguaje de la ciencia. De manera parecida, si se hubiera convencido de que hay buenas razones para pensar que las proposiciones de la aritmética y los principios lógicos no son reconstruibles como generalizaciones empíricas, hubiera renunciado, como lo hicieron los positivistas lógicos décadas más tarde, al supuesto del carácter sintético de esas proposiciones.

Por cierto, en ningún pasaje de 'Sistema de Lógica' Stuart Mill admite que sus posiciones estén condicionadas por una matriz. Pero esto es comprensible. Si su audiencia estuviera formada únicamente por filósofos empiristas, la compatibilidad con el empirismo sería una razón de peso para aceptar el análisis. Pero Mill se dirige a filósofos que consideran el empirismo una doctrina cuestionable (cuando no insostenible). Mill prefiere por tanto apelar únicamente a las razones 'impersonales' que lo avalen (instancias de explicaciones que parecen confirmar el análisis). Hacer otra cosa, hubiera sido de poca ayuda al intentar persuadirlos y, peor aún, hubiera creado la sospecha (justificada) de que su análisis estaba sesgado desde un inicio. William James describe con mucha perspicacia este aspecto de los argumentos filosóficos cuando en las páginas introductorias de *El Pragmatismo* habla de una cierta 'insinceridad' que permea los debates filosóficos: nuestras razones más potentes nunca son mencionadas.

¿Pero qué hay de las evidencias que parecen contradecir su análisis? La discusión posterior en torno al MND reveló, como sabemos, diversos casos de aparentes explicaciones que no satisfacen las condiciones postuladas por el MND y de otros que las satisfacen pero no parecen ser explicaciones⁴. No podría eventualmente este tipo de argumento mostrar que no hay un análisis aceptable de explicación dentro de esa matriz empirista? Para considerar esta cuestión es oportuno volver sobre la idea de que el problema de Mill se asemeja a la solución de un acertijo. Utilizando esta metáfora, podría pensarse que formular un contraejemplo es como señalar una pieza dejada de lado en la reconstrucción. Pero aquí debemos señalar una diferencia adicional entre los acertijos filosóficos y los acertijos científicos tal como son descritos por Kuhn. En los acertijos kuhnianos existe un acuerdo previo acerca de cuáles son las piezas que deben ser compaginadas en el paradigma (anomalías). En el caso de los acertijos filosóficos, el jugador puede eventualmente decidir dejar fuera de la construcción ciertas piezas problemáticas. El objetivo del juego entonces no es tanto determinar 'cómo' pueden ser articuladas todas las piezas de un conjunto previamente dado, sino determinar 'cuál' es el mayor número que puede ser incorporado.

Puesto que los contraejemplos más interesantes al MND son relativamente recientes (y también porque las observaciones de Mill tienen más el carácter de un boceto que una discusión exhaustiva), no encontraremos en su obra ejemplos para ilustrar este punto, pero sí los encontraremos en algunos de sus herederos filosóficos. En el artículo de 1948 ya mencionado, Hempel y Oppenheim (1948) hacen un repaso de algunas explicaciones que parecen no poder ser analizadas en términos del MND. Para acomodar algunos de esos contraejemplos proponen enmiendas al MND. Por ejemplo, a propósito de algunas instancias de explicaciones en las ciencias sociales (sus ejemplos provienen de la economía y la lingüística) los autores

³ Algunos autores (Shapiro, 2000; Skorupsky, 2002) ven el empirismo de Mill (2012) como una consecuencia de sunaturalismo, la tesis de que la mente humana no tienen un lugar privilegiado en el orden general de las cosas y de que no hay, por tanto, verdades *a priori* cognoscibles mediante la solaluz de la razón. Todo conocimiento debe ser *a posteriori*.

⁴ En pro de la claridad expositivame limito aquí a los llamados "contraejemplos" pero no son el único tipo de argumento en contra del MND.

hacen notar que estas explicaciones pueden ser asimiladas si abandonamos el supuesto de que toda explicación requiere de leyes causales en el 'explanan' y admiten la pertinencia de leyes estadísticas (una modificación que es compatible con la matriz empirista). Pero no consiguen en cambio dar con una solución para el problema de las explicaciones funcionales. Si el objetivo hubiera sido describir el concepto de explicación implícito en la práctica científica, los autores probablemente hubieran ensayado un modelo por fuera de la matriz empirista. Pero en su caso la respuesta fue negarles a las explicaciones funcionales el estatus de explicaciones legítimas. La intuición de que estamos frente a verdaderas explicaciones recibe una 'solución escéptica' al mejor estilo de Hume (1994): es la proyección de nuestra tendencia natural a antropomorfizar los fenómenos naturales:

Una explicación teleológica tiende a hacernos sentir que verdaderamente "comprendemos" el fenómeno en cuestión porque está explicado en función de propósitos, con los cuales estamos familiarizados por nuestra propia experiencia de conducta intencional. Pero es importante distinguir aquí entre la comprensión en el sentido psicológico de una sensación de familiaridad empática, y la comprensión en el sentido teórico o cognitivo de exhibir el fenómeno que se debe explicar como un caso especial de cierta regularidad general (Hempel & Oppenheim 1948, p. 258, subrayado del autor).

Posteriormente, Hempel utilizó el mismo recurso en ocasión de otro contraejemplo. Podemos explicar el período de un péndulo deduciéndolo de la ley del péndulo simple y de su longitud. Este tipo de ejemplo muestra, en primer lugar, que no toda explicación procede de una ley causal (sería absurdo decir que el período es causado por su longitud. Hempel no duda en conceder la posibilidad de que algunas explicaciones procedan de leyes de coexistencia (pues esta modificación sigue siendo compatible con la matriz). Pero una dificultad más acuciante es que también podemos deducir la longitud del péndulo de su período y de la ley del péndulo. Nuestra intuición nos dice, sin embargo, que en este segundo caso no hemos explicado nada y que, en consecuencia, MND valida como explicaciones razonamientos que carecen de valor explicativo. La solución de Hempel (1996c, p. 348) consistió nuevamente en dudar del valor probativo de tales intuiciones: "[...] la concepción del sentido común de las explicaciones no parece ofrecer fundamentos claros sobre cuya base decidir si un argumento dado que subsume deductivamente un hecho bajo leyes debe ser considerado como una explicación".

Conclusiones

Una consecuencia de concebir el problema de la explicación científica como un acertijo es repensar las motivaciones que impulsan a los filósofos a la búsqueda de una solución. En la concepción "descriptivista" bosquejada en el inicio, las propuestas de análisis son motivadas por valores tales como verdad, comprensión y objetividad. En la perspectiva asumida aquí debemos suponer que la motivación principal no es otra que el deseo de poner a prueba el propio ingenio o la habilidad para resolver el acertijo. Al preguntarse por las motivaciones de los científicos en períodos de ciencia normal, Kuhn (2004, p. 71) extrae una consecuencia similar a esta:

Lo que lo incita a continuar entonces es la convicción de que, a condición de que tenga la habilidad suficiente para ello, logrará resolver un enigma que nadie ha logrado resolver hasta entonces o, por lo menos, no tan bien.

Una segunda consecuencia, que encuentra también su paralelo en la filosofía de Kuhn, es aceptar la posibilidad de que no haya en verdad 'un' problema acerca de la explicación científica, sino tantos problemas como marcos teóricos y matrices derivadas de esos marcos existan. De ser así, las soluciones deberán ser evaluadas en función de las reglas inherentes al problema que el filósofo desea resolver.

Referencias

- Arroyo, G. (2018). Philosophers as intuitive lawyers. *Contemporary Pragmatism*, 15(1), 46-65.
DOI: <https://doi.org/10.1163/18758185-01501004>
- Arroyo, G. (2019). Philosophical disagreement and the value-laden nature of philosophy. *Contemporary Pragmatism*, 16(4), 396-413. DOI: <https://doi.org/10.1163/18758185-01604008>
- Diez, J., & Moulines, U. (1999). *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Barcelona, ES: Ariel.
- Hempel, C. (1996a). La función de las leyes generales en historia. In C. Hempel. *Aspectos de la explicación científica* (p. 233-246). Barcelona, ES: Paidós.
- Hempel, C. (1996b). La lógica de la explicación. In C. Hempel. *Aspectos de la explicación científica* (p. 247-294). Barcelona, ES: Paidós.

- Hempel, C. (1996c). Aspectos de la explicación científica. In C. Hempel. *Aspectos de la explicación científica* (p. 329-479). Barcelona, ES: Paidós.
- Hempel, C. G., & Oppenheim, P. (1948). Studies in the Logic of Explanation. *Philosophy of Science*, 15(2), 135-175.
- Hume, D. (1994). *Investigación sobre el conocimiento humano*. Barcelona, ES: Altaya.
- Kuhn, T. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. México, MX: Fondo de Cultura Económica.
- Mill, S. (2012). *A system of logic, ratiocinative and inductive*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Okasha, S. (2007). *Una brevísima introducción a la filosofía de la ciencia*. México, MX: Editorial Océano.
- Rubén, D.-H. (1992). *Explaining explanation*. London, UK, New York, NY: Routledge.
- Salmon, M. H., Earman, J., Glymour C., Lennox, J. G., Machamer, P., McGuire, J. E., ... Schaffner, K. F. (1992). *An introduction to the philosophy of science*. Indianapolis, IN; Cambridge, UK: Hackett Publishing Company.
- Shapiro, S. (2000). *Thinking about mathematics*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Skorupsky, J. (2002). *John Stuart Mill*. London, UK; New York, NY: Routledge.