

Hacia una concepción pluralista y pragmática de los métodos científicos*

Juan Carlos Moreno-Ortiz^a ■ Astrid Bastidas Suárez^b

Resumen: Este texto replantea y reformula la idea de método científico frente a los puntos de vista más comunes: por un lado, la concepción tradicional del método científico como algo general y universal, que opera como una vieja creencia obsoleta, caduca, sostenida por el público en general, en ausencia de una idea mejor. Y por el otro lado, las concepciones críticas de los especialistas que niegan la existencia de tal método o lo relativizan, sin plantear alternativas equivalentes. En el texto se muestran las limitaciones, los equívocos y sesgos que se encuentran en la base de estas posiciones, y se plantea como alternativa una concepción pluralista y pragmática de los métodos en la ciencia. El texto aporta una concepción actual, revisada y crítica sobre estos, a la luz del denominado “giro hacia el estudio de las prácticas científicas”.

Palabras clave: método científico; filosofía de la ciencia; metodología; prácticas científicas

Recibido: 18/09/2024 **Aceptado:** 11/11/2024 **Disponible en línea:** 11/04/2025

Cómo citar: Moreno Ortiz, J. C., & Bastidas Suárez, A. (2025). Hacia una concepción pluralista y pragmática de los métodos científicos. *Ciencia E Ingeniería Neogranadina*, 35(1), 113–129. <https://doi.org/10.18359/rcin.7578>

* Artículo de investigación.

a Doctor en filosofía. Profesor del doctorado en filosofía de la Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: juancmoreno@usta.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4759-4398>

b Estudiante de doctorado en filosofía, de la Universidad Santo Tomás. Magíster en Filosofía de la Ciencia. Magíster en Educación. Especialista en enseñanza de la historia. Licenciada en Ciencias Sociales. Profesora de la Fundación Universitaria Colegio Mayor de Cundinamarca. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: bastidasasastrid@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8684-7349>

Towards a Pluralistic and Pragmatic Conception of Scientific Methods

Abstract: The text rethinks and reformulates the idea of the scientific method in contrast to the most common perspectives: on the one hand, the traditional conception of the scientific method as something general and universal, which persists as an outdated and obsolete belief, maintained by the general public in the absence of a better alternative. On the other hand, the critical perspectives of specialists who either deny the existence of such a method or relativize it without proposing equivalent alternatives. The text highlights the limitations, misconceptions, and biases underlying these positions and proposes a pluralistic and pragmatic conception of scientific methods as an alternative. It offers a contemporary, revised, and critical perspective on these methods in light of the so-called "turn toward the study of scientific practices."

Keywords: Scientific Method; Philosophy of Science; Methodology; Scientific Practices

Rumo a uma concepção pluralista e pragmática dos métodos científicos

Resumo: Este texto repensa e reformula a ideia de método científico diante das visões mais comuns: por um lado, a concepção tradicional do método científico como algo geral e universal, que opera como uma crença antiga e obsoleta, mantida pelo público em geral na ausência de uma alternativa melhor. Por outro lado, as concepções críticas de especialistas que negam a existência de tal método ou o relativizam, sem apresentar alternativas equivalentes. O texto expõe as limitações, equívocos e vieses que sustentam essas posições e propõe, como alternativa, uma concepção pluralista e pragmática dos métodos na ciência. A obra oferece uma visão atualizada, revisada e crítica sobre o tema, à luz do chamado "giro para o estudo das práticas científicas".

Palavras-chave: método científico; filosofia da ciência; metodologia; práticas científicas

Introducción

No existe una idea más extendida en relación con la ciencia que la del método científico. Desde todas las disciplinas se acude a ella cuando se abordan las inquietudes sobre su funcionamiento o se quieren conocer los criterios que diferencian el conocimiento científico de otros tipos de conocimiento. Se asume como algo ya establecido y sin cuestionamientos que la ciencia tiene un método claramente definido, y que sirve además de criterio para diferenciarla de otros tipos de conocimientos. Sin embargo, a pesar de la aceptación generalizada, esta idea ha sido cuestionada profundamente en las últimas décadas por los filósofos de la ciencia, incluso hasta el punto de negar la existencia del método científico.

En este texto se afirma que tanto el punto de vista tradicional sobre el método científico, como la mayoría de los puntos de vista actuales de los expertos, son problemáticos e inadecuados. El primero, por sostener un punto de vista dogmático sobre la ciencia, desconociendo sus revisiones críticas. Y los otros, por relativizar y disolver, desde algunos sesgos no explícitos, algo que sigue teniendo un sentido en la práctica y el estudio de la ciencia.

Este artículo examina las críticas desde las que se ha cuestionado la existencia y el sentido del método científico, de manera muy breve, pues algunos textos de filosofía de la ciencia ya contienen exposiciones amplias sobre el tema. La mayor parte de este texto tiene un carácter propositivo: argumenta la relevancia del estudio de los métodos en la ciencia, y plantea los caminos por los cuales se puede reformular la idea de método, salvando las críticas, y, sobre todo, en coherencia con lo que han mostrado los estudios sobre las prácticas científicas.

La articulación de un punto de vista claro y actual sobre el tema es muy importante tanto para la formación científica, como para la práctica de la ciencia. En contraste, la ausencia de este punto de vista tiene el costo alto de perpetuar una visión dogmática, anacrónica y poco útil sobre el funcionamiento de la ciencia, en ausencia de otras perspectivas alternativas.

Breve historia de cómo se llegó establecer la idea tradicional del método científico

Al resumir lo que exponen de manera más detallada los textos de Hoyos y Moreno [1], y Guerrero Pino [2], se puede afirmar que desde el pensamiento antiguo griego, los filósofos se han preguntado por las formas como adquirimos el conocimiento científico, aunque la idea de un solo método científico (monismo metodológico) como único camino para validar el conocimiento científico, se formuló de manera tardía, en el siglo XIX, con el positivismo científico, y sobre todo a comienzos del siglo XX, con el positivismo lógico.

Para Aristóteles, la ciencia procedía fundamentalmente de manera demostrativa, y su método era deductivo. Pero ella se nutría de otros conocimientos que se establecen de manera inductiva, abductiva y analógica. Este autor, junto con otros pensadores de la época, sentaron las bases de lo que hasta el momento se consideran como los principales procesos lógicos por medio de los cuales se construye el conocimiento.

Posteriormente, Roberto Grosseteste, Roger Bacon y otros pensadores medievales postularon que el conocimiento científico se desarrolla de dos maneras, por resolución y por composición. La “resolución” se refería al proceso de identificar y clasificar los elementos constituyentes de un fenómeno, analizando sus semejanzas y diferencias, mientras que la “composición” consistía en reorganizar las proposiciones sobre los fenómenos, de modo que las más específicas parecieran derivarse de las más generales.

En la Modernidad, Galileo, Newton y otros científicos integraron este doble proceso metodológico de los medievales con un tipo de investigación demostrativa, que buscaba contrastar las construcciones teóricas *more geométrico* con los fenómenos empíricos, mediante el doble proceso denominado por ellos de análisis y síntesis.

Como se puede notar, desde los albores del primer pensamiento científico se han propuesto distintos caminos para la construcción y la validación del conocimiento, y no uno solo. Desde la Antigüedad se ha afirmado el “pluralismo metodológico” y

la idea de la existencia de un solo método científico, o “el monismo metodológico”, se instaló desde el siglo XIX y en especial en el siglo XX, como si siempre se hubiese pensado de esa forma. Las razones para este cambio en la forma de entender el sentido y el papel del método en la ciencia, se relacionan con la preocupación y el afán que tuvieron los filósofos de la época por ofrecer criterios para demarcar con claridad entre conocimiento científico y conocimiento no científico. Es preciso recordar que hacia finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX se produjo la revolución científica contemporánea, que supuso un profundo replanteamiento de la ciencia moderna y el origen de nuevas perspectivas que pretendían gozar del estatus de científicas. En ese contexto, los teóricos de la época, influenciados por el empirismo, encontraron en el método verificacionista el mejor criterio para delimitar el conocimiento científico del pseudocientífico. De esta manera, se puede concluir que la idea del monismo metodológico, sostenida hasta el día de hoy, fue producto de una preocupación epistemológica de los teóricos de la ciencia de un siglo atrás.

Estado del arte sobre el estudio de los métodos de investigación científica y sobre los cuestionamientos a la concepción tradicional de método

Sobre los métodos de la investigación científica y la metodología existe una bibliografía reciente muy extensa. Sin embargo, la mayor parte de esta se relaciona con textos y manuales de metodología para las distintas ciencias, que explican los métodos particulares empleados en cada campo, como los textos de Benton y Craib [3], Risjord [4], May y Perry [5], en relación con la investigación en ciencias sociales. O los textos de Dzwigol [6] y Privitera [7], en administración y negocios. O los textos de Bell, Bryman y Harley [8], y Smith [9], en ciencias del comportamiento y psicología; o el texto de Lichtman [10], en educación; o el de Buede y Miller [11] en ingeniería.

En la mayor parte de estos textos se puede observar lo siguiente:

- a) La mayoría son para las ciencias sociales y humanas.
- b) En realidad, una buena parte de lo que en ellos se denomina como método no corresponde en sentido estricto a la idea de método, sino a la de técnica de investigación. Más que textos de metodología son de técnicas de investigación.
- c) La mayor parte dedican poco espacio a la reflexión general sobre los métodos y no debaten el punto de vista tradicional sobre el método científico. Se dedican fundamentalmente a la explicación de los procesos y las técnicas de la investigación cuantitativa y cualitativa. Algunos se detienen en procesos metodológicos muy específicos de una disciplina.
- d) Muchos de estos textos confunden los procesos generales de la organización y sistematización de la investigación, adoptadas usualmente en los formatos de formulación de proyectos de investigación, como el planteamiento del problema y la formulación de la pregunta de investigación, la construcción del marco teórico, del estado del arte, etc., con los procesos propiamente metodológicos.

Otros textos recientes abordan las cuestiones metodológicas en general, sin referirlas de manera específica a una disciplina o un campo particular. Pero tienden a tener las mismas orientaciones señaladas anteriormente. Por ejemplo, los textos de Fellows y Liu [12], de Thomas [13], de Walliman [14], de Tan [15] y de Pajo [16], esquematizan los tipos de métodos en cualitativos y cuantitativos, para las ciencias naturales, sociales, básicas y aplicadas. Y la mayoría de ellos los abordan también, en especial en los momentos de diseño de un proyecto de investigación, como el planteamiento del problema, el análisis de datos, la estructuración del marco teórico, etc.

Los debates propiamente metodológicos abordados en detalle parecen destinarse a los textos de filosofía de la ciencia. Sin embargo, contrario a lo que se podría suponer, el asunto de los métodos científicos ha sido un tema poco atendido por los filósofos de la ciencia recientes. Entre ellos se han

sostenido fundamentalmente dos posiciones: una parte ha eludido el estudio y el análisis del tema, y otra parte ha asumido un punto de vista crítico, mostrando los límites de la visión clásica del método e indicando las nuevas orientaciones sobre el tema, aunque por lo general en breves comentarios. Muy pocos autores han abordado el tema en extenso y se han detenido a proponer interpretaciones alternativas sobre los métodos científicos. La mayoría de las perspectivas críticas cuestionan la existencia del método científico como un método único, o la relativizan. Algunos amplían las críticas, mostrando el sentido de un pluralismo metodológico.

En una rápida revisión del tema se puede notar lo siguiente¹: en general, muchos textos de filosofía de la ciencia no abordan de manera directa y explícita el tema. Por ejemplo, en el reciente texto de Barker y Kitcher [18] no se aborda de manera rotunda un análisis de lo metodológico, fuera de lo que se puede inferir en las discusiones sobre los principales temas y corrientes de la filosofía de la ciencia. En los textos de O'Hear [19], Ladyman [20], Brown [21] y Rosenberg [22] no se incluye nada sobre el método o los métodos científicos. El extenso tratado de Barberousse, Bonnay y Cozic (eds.) [23] tampoco trata el tema, sino que se dedica a las filosofías especiales de la ciencia, como la física, la biología, etc. El texto de French y Saatsi (eds.) [24] poco menciona el asunto, solo hace un llamado a ser cauto con una idea general de método y considera que la ciencia es demasiado compleja para ser capturada por un método. Una opinión similar se plantea en la obra de Kuipers (ed.) [25]. La de Newton-Smith (ed.) [26] contiene algo menor, relacionado especialmente con las concepciones que algunos científicos y filósofos han tenido sobre el método científico a lo largo de la historia.

En el texto de filosofía de la ciencia más consultado posiblemente en el momento, el de

Godfrey-Smith, *Theory and Reality* [27], se considera que los escritos actuales de filosofía de la ciencia son en este momento cautelosos sobre el tema. Para Godfrey-Smith, la idea de un método como una receta es demasiado simplista, y algo más complejo, como una teoría lógica, es demasiado abstracto. Específicamente dice, “[...] durante el siglo veinte muchos filósofos y otros se volvieron escépticos acerca de la idea de proporcionar algo así como una receta para la ciencia. La ciencia, se argumentaba, era un proceso demasiado creativo e impredecible como para poder ser descrito con una receta [...]” [27, p. 6].

Como alternativa, más que un método, este autor propone como estrategia una especie de visión empirista de la ciencia: “La estrategia científica es construir ideas, insertarlas en marcos circundantes, y desarrollarlas de modo que la exposición a la experiencia sea buscada incluso en los casos de las hipótesis más generales y ambiciosas sobre el universo” [28, p. 224].

Alexander Bird expresa bien en las siguientes palabras la crítica a una visión general estándar de método científico, entre los filósofos de la ciencia, “[...] ¿Qué conclusión podemos extraer acerca del método científico? Puedo encontrar poca coincidencia acerca de lo que podría ser realmente, y la razón es, por lo que concluyo, que no existe tal cosa. Si el método científico es para generar conocimiento científico, entonces no hay nada que pueda ser a la vez un método y tener la suficiente generalidad como para ser llamado *El método científico*”. [29, p. 258].

Y acto seguido plantea también la opinión común de que más que un método, existe un amplio y variado repertorio de reglas, principios y preceptos heurísticos para la generación de conocimiento científico. “Sugiero que en su lugar hay un espectro de métodos, reglas prácticas, principios metodológicos generales y preceptos heurísticos, todos los cuales juegan algún papel en la generación del conocimiento científico. [...] Una razón por la que algunos aspectos de la actividad científica no pueden ser vistos como sujetos al método científico es que pertenecen al ámbito del genio, de la imaginación, y de la invención”. [30, p. 258].

1 Para hacer esta revisión tomamos como punto de partida el análisis del tema realizado por Diéguez (2020; 2024) [17]. Aunque la revisión específica de la literatura sobre el tema no la presenta Diéguez en estos textos, sino en sus cursos y en textos compartidos en redes (<https://www.facebook.com/antonio.dieguezluce-na>).

Esta posición de diluir la idea de método en la de un variado conjunto de preceptos, reglas, técnicas y procedimientos particulares que se emplean de manera singular en cada disciplina científica, la sostiene también Howard Sankey en el texto de Psillos y Curd (eds.) [31]. Este es un punto de vista muy ampliamente extendido hoy, aunque puede alentar una especie de relativismo no explícito, en la medida en que diluye la idea de método en una variedad de reglas procedimentales que los científicos siguen en cada contexto disciplinar.

Un punto de vista escéptico de la idea de un método general y a la vez pluralista la sostiene Okasha [32], que se refiere a otras orientaciones no deductivas empleadas en la investigación científica, aunque no profundiza en ello. “Ciertamente, conocemos algunos de los principales rasgos de la investigación científica: inducción, contrastación experimental, observación, construcción de teorías, inferencia de la mejor explicación, etc. Pero esta lista no proporciona una definición precisa del ‘método científico’. Ni es obvio que se pueda proporcionar esa definición. La ciencia cambia grandemente con el tiempo, de modo que la suposición de que hay un ‘método científico’ fijo, no cambiante, empleado por todas las disciplinas en todo tiempo, está lejos de ser inevitable” [32, p. 125].

En español, el texto de Echeverría [33], precisamente titulado *Introducción a la metodología de la ciencia*, ofrece una revisión de las distintas reflexiones metodológicas realizadas en la filosofía de la ciencia, de manera cronológica, aunque solo da cuenta de los procesos metodológicos deductivos, y poco o nada dice sobre procesos inductivos, abductivos y analógicos. El texto reproduce el interés epistemológico con el que se ha abordado el estudio de la metodología desde el positivismo lógico, que sigue operando como un sesgo muy presente entre los filósofos de la ciencia. Una perspectiva similar se puede ver en el texto de Diéguez [34].

El texto reciente de Diéguez [35] realiza un aporte adicional al tema, al dar cuenta de los debates y las discusiones en torno al problema del método. Pero lo hace especialmente para analizar la credibilidad y la valoración social de la que

goza hoy la ciencia en medio del negacionismo científico.

Finalmente, la interesante síntesis que realizan Hepburn y Andersen [36] sobre la cuestión del método científico para la *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, logra dar cuenta de los debates mencionados. Evidencian, en consonancia con Hoyningen-Huene [37] y Haack [38], que actualmente estamos experimentando un movimiento pendular en relación con los puntos de vista sobre la idea de método, entre una visión positiva y positivista del método defendida en la filosofía de la ciencia hasta la mitad del siglo xx, y sostenida por el público general de manera amplia hasta ahora, y una visión crítica, escéptica, relativista e incluso cínica y nihilista sobre ella, en las últimas décadas. Pero de manera notable, más allá de resaltar la variedad de puntos de vista, estos autores muestran el sentido de un punto de vista pluralista, en relación con los distintos tipos, procesos y fases de la investigación en las distintas disciplinas científicas. En el examen del tema realizado para este texto se incluyen los aportes de otros procesos metodológicos no deductivistas, como los inductivos estadísticos, los abductivistas, los que orientan los procesos creativos y exploratorios, y los métodos informáticos, junto con otras formas de hacer ciencia.

De manera excepcional, algunos pocos textos, como el de Hoyos y Moreno [39], se detienen de manera extensa y crítica en el estudio del tema. Específicamente, en consonancia con el enfoque planteado por Hepburn y Andersen [40], en este texto se reinterpreta la idea de método en la ciencia desde un pluralismo metodológico y con la perspectiva del giro hacia las prácticas científicas realizado por la filosofía de la ciencia reciente. Este enfoque considera que para los científicos sigue siendo útil, desde un punto de vista pragmático, seguir hablando de algunos métodos en la ciencia, para el desarrollo de la investigación, de manera independiente a las discusiones que se plantean sobre el tema. Sugiere que la idea de método debe ubicarse en el campo de la pragmática de la ciencia, más que en la epistemología y lógica de la ciencia. Y desde un criterio lógico no restrictivo, sino orientador, explica la forma como se emplean

los métodos más conocidos de carácter inductivo, deductivo, abductivo y analógico. Aunque señala también los límites de la visión metodológica de la ciencia y propone esquemas de comprensión más amplios y complejos de su funcionamiento, como la de los modelos de cambio científico. De manera sumaria, el texto plantea una alternativa actual, crítica y fácil de comprender sobre el uso de los métodos en la ciencia, por fuera tanto del dogmatismo como del relativismo y el nihilismo metodológico.

La persistencia de dos sesgos filosóficos en el estudio de los métodos

En la filosofía de la ciencia de comienzos del siglo xx se entendió por método científico solo el proceso mediante el cual se justifica el conocimiento en la etapa final de la investigación, dejando por fuera todos los procesos relacionados con la construcción del conocimiento. Este punto de vista se basa en dos sesgos: uno, el de la subordinación de lo metodológico a lo epistemológico, y dos, el del sentido premetodológico del descubrimiento y la construcción del conocimiento científico.

El significado del término “método” es el de “camino a seguir”, pues proviene del griego *μετα* (más allá, después, hacia) y *όδός* (camino). La palabra “metodología”, derivada de la raíz *λόγος* (razón, estudio), se refiere al estudio de los métodos. Tanto por su etimología, como por el uso del término en varios contextos, “método” se relaciona con el proceso, la forma de hacer, de construir, de desarrollar, descubrir o crear algo. Sin embargo, para la filosofía de la ciencia positivista de inicios de siglo xx, la noción de método aplicada a la ciencia se limitó solo a la idea de “conjunto de criterios para justificar o probar el conocimiento”, dejando por fuera la idea del proceso de construir, desarrollar, descubrir o crear un conocimiento. Esta forma limitada de entender la idea de método en la ciencia, se basa inicialmente en la priorización de la función epistemológica del método, en el sentido de un proceso que aporta criterios para resolver o decidir o demarcar el conocimiento científico, frente al conocimiento no científico, dejando de

lado el papel práctico, según el cual, método en general es una forma o camino eficaz para construir el conocimiento.

Este sesgo o prejuicio de subordinar lo propiamente metodológico al interés epistemológico de establecer conocimientos demostrados proviene de la filosofía antigua griega, como se indicó ya, que limitó la forma de comprender el funcionamiento de la ciencia solo a los procesos de conocimiento deductivos demostrativos. Esa idea se afianzó con el positivismo lógico, en su afán de demarcar la ciencia de la no ciencia. Sin embargo, si atendemos a la forma como se practica la ciencia, esa idea de método entraña un contrasentido, pues buena parte del trabajo científico se dedica a resolver problemas, construyendo para ello conocimientos cada vez más plausibles, probables y robustos; una parte menor del trabajo científico se dedica a probar, demostrar y justificar lo logrado.

Cuando empleamos la noción de método en cualquier tarea o actividad cognitiva, usualmente lo empleamos en un sentido práctico, como un camino o una serie de estrategias, de recursos o de preceptos para realizar una tarea de manera eficaz y eficiente. Así, hablamos de métodos en la mayoría de actividades humanas, como para aprender un idioma o para construir una casa. Pero esos métodos se diferencian de las formas como probamos, justificamos, validamos o certificamos el resultado obtenido. Este sentido práctico del método se adecua tanto a la etimología del término como a la experiencia del uso de este concepto en múltiples campos. Sin embargo, debido a la persistencia en el tiempo de lo que aquí hemos denominado como “sesgo subordinación de lo metodológico a lo epistemológico”, en la ciencia se ha sostenido una especie de exabrupto sobre el método: se ha reducido su empleo en la ciencia a la función específica epistemológica de justificar el resultado final de lo investigado. Pero se ha asumido de manera generalizada que esa concepción reducida representa la forma universal de funcionamiento de la ciencia.

Incluso, si se restringe la idea de método a una forma de justificar el conocimiento, acogiendo la distinción del positivismo lógico entre contexto de justificación y contexto de descubrimiento, la idea de método acogida popularmente sigue

reduciéndose solo a la verificación. Pero ya Popper mostró que la falsación también ofrece un criterio deductivista y empírico de justificación. Y la filosofía de la ciencia posterior mostró que ambos métodos no pueden ofrecer los criterios epistemológicos suficientes para garantizar la justificación de un conocimiento científico. La justificación es un valor epistémico más complejo de lo que en cada caso puede verificarse o falsearse. Además, para demarcar un conocimiento determinado como científico no basta la justificación. Es necesario tener en cuenta otros criterios o valores epistémicos, como la coherencia, la adecuación empírica, etc. Así, entonces, si en la ciencia se emplean los métodos especialmente para la demarcación entre ciencia y no ciencia, deberían incluirse otros métodos que ayudan a lograr satisfacer otros criterios epistemológicos. En otras palabras, ni siquiera asumiendo un sesgo epistemológico para definir los métodos en la ciencia se puede evitar un pluralismo metodológico.

El primer sesgo se compagina con un segundo sesgo sobre el sentido premetodológico del descubrimiento y, en general, de la construcción de conocimiento. Específicamente, desde muchos siglos atrás se ha supuesto que el proceso creativo y constructivo de la ciencia es muy complejo y tiene que ver con muchos aspectos, algunos psicológicos y contextuales, que no pueden ser integrados en un método. Por ello se ha asumido muy rápido que no existen métodos para la creación, el descubrimiento y la invención. Esta opinión parece haber operado también como un sesgo, y reforzado una idea restringida de método aplicada no a los procesos constructivos creativos de la ciencia, sino solo a los procesos justificatorios y probatorios. En efecto, la mayoría de los que la sostienen estos puntos de vista se han concentrado en el estudio de los procesos deductivos de conocimiento en la ciencia, y no parecen abordar en detalle los procesos inductivos, abductivos y analógicos de conocimiento, relacionados con las fases creativas, constructivas de la ciencia, ni conocen la amplia literatura sobre los métodos para el descubrimiento y la plausibilidad en la ciencia, generada desde la década de los ochenta, como las obras de Nickles [41] o Nersessian [42], Niiniluoto y Tuomela [43], y Grmek,

Cohen y Cimino (eds.) [44], entre muchos otros autores.

Aunque es un poco especializada, existe una amplia bibliografía reciente sobre el empleo de procesos y métodos inductivos, abductivos y analógicos en las ciencias para las fases creativas y constructivas del conocimiento, como se evidencia en relación con el empleo de proceso abductivos, por ejemplo, en los escritos de Douven [45], Magnani (ed.) [46], Proudfoot [47], Thompson [48], Rivadulla [49] y Rivadulla [50]. O el empleo de procesos analógicos y de metáforas en algunos textos, como los de Nappo [51], Nappo [52], Rivadulla [53] y Oliveira [54]. O de procesos inductivos, abductivos y analógicos en la experimentación exploratoria, en los escritos de Moreno-Ortiz [55], Schickore [56] y Mättig [57].

El segundo sesgo señalado se basa en una limitada comprensión del papel que tienen los elementos teóricos en la investigación, en especial en los procesos investigativos heurísticos, y conduce a la conclusión equivocada de suponer que la inducción, la abducción y la analogía son procesos inferenciales no orientados teóricamente, ni siquiera de manera heurística. De ello se desprenden dos equívocos muy comunes, que se pueden explicar de la siguiente manera: suponer que la investigación hipotético-deductiva aporta contenido empírico, y considerar que la única indagación que procede de forma hipotética es la deductiva, o que la inducción, la abducción y la analogía no son hipotéticas.

Estas ideas ampliamente sostenidas las replantean Niiniluoto y Tuomela [58], Mahootian *et al.* [59] y Young [60]. Ellos argumentan la posibilidad del sentido hipotético en la investigación inductiva. Así lo afirman Niiniluoto y Tuomela, “Sin embargo, si la deducción puede proceder a partir de premisas hipotéticas, ¿por qué la inducción no podría hacerlo también? No es necesario asumir que las premisas de una inferencia inductiva sean verdaderas o conocidas como verdaderas, sin importar cómo se explique esta inferencia. De hecho, esta es la posición que hemos adoptado en este libro. No afirmamos solo que la inducción puede proceder a partir de declaraciones observacionales falibles, sino también a partir de teorías conjeturales” [58, p. 208].

Sin embargo, el sentido hipotético de la inducción y de las demás inferencias heurísticas ya había sido anticipado por algunos pensadores clásicos, como Bacon, Whewell y Peirce, como lo señalan Niiniluoto y Tuomela [61]: “Francis Bacon dice que la inducción por simple enumeración es “infantil” (cf. Bacon, 1620, I, 105), y William Whewell enfatiza que la inducción es un proceso donde los hechos se ‘reúnen’ mediante un nuevo concepto” [61, p. 199]. En el caso de Peirce, incluso denominó con el término “hipótesis” a las inferencias abductivas (Peirce) [62].

Estos planteamientos son importantes para poder comprender el sentido metodológico de los procesos inductivos, abductivos y analógicos, pues seguir un método significa acompañar un proceso orientado desde un propósito hacia un fin, a partir de elementos teóricos, y no un tipo de indagación desprevenida y espontánea. Y requiere de algunas precisiones importantes, porque a primera vista parece contradictorio asumir que iniciar una investigación con una hipótesis implica necesariamente un proceso deductivo, pero en sentido estricto, no es así.

En la deducción, el resultado o el contenido de lo que se infiere se desprende de manera analítica del ámbito no empírico que sirve de punto de partida (en este caso, de la hipótesis). En términos kantianos, la deducción es analítica y no sintética, es decir, no aporta contenido nuevo empírico. Por lo tanto, necesariamente, el contenido empírico se establece por inducción u otro tipo de procesos. En las ciencias, lo inferido de manera deductiva aporta declaraciones sobre contenidos empíricos que sirven para contrastar con los hechos lo ya supuesto en la hipótesis. El contenido empírico supuesto por la hipótesis se asume como contenido empírico nuevo en el caso de las anticipaciones. Pero las hipótesis que anticipan son relevantes si se han planteado y mostrado como plausibles previamente, mediante procesos inductivos, abductivos y analógicos. Y luego, pueden ser probadas de manera inductiva, abductiva o analógica. Por ejemplo, a partir de la teoría de la relatividad, Einstein anticipó que una estrella cercana al sol en un eclipse podía ser observada con una breve variación de su posición, debido a la curvatura del

espacio-tiempo. Con esa hipótesis en la cabeza, Eddington se puso a la tarea de realizar de manera inductiva observaciones que sirvieran para contrastar lo anticipado deductivamente.

Los científicos no se dedican a hacer observaciones de cualquier cosa, de manera desprevenida para ver qué descubren, ni tampoco se dedican a lanzar al aire las hipótesis que se les ocurre para ver si se anticipan y pueden contrastar la existencia de algo. Por lo general, las indagaciones empíricas que conducen de manera inductiva, abductiva o analógica a cuestiones relevantes en la investigación, se encuentran enmarcadas por hipótesis heurísticas. Y, usualmente, los procesos hipotéticos deductivos en la ciencia pueden conducir a avances en la investigación, luego de ser precedidos por procesos hipotético-inductivos, abductivos y analógicos, en los que la hipótesis nace y logra la suficiente plausibilidad para ser probada deductivamente. Además, lo anticipado de manera hipotético-deductiva debe ser contrastado de manera inductiva.

Estas precisiones corresponden con los sentidos amplios del concepto de hipótesis, que no necesariamente se encuentra vinculado a la deducción. Etimológicamente, la palabra hipótesis proviene del prefijo “hypo”, que significa ‘subordinación’ o ‘por debajo’, y del prefijo “tesis”, que significa ‘posición’, ‘afirmación’ o ‘planteamiento’. A partir de este significado, el término hipótesis puede denotar: a) un planteamiento afirmado de manera parcial, provisional o subordinado a los avances de la investigación y que puede orientarla, sin necesariamente implicar la postulación de hechos a contrastar, la anticipación de fenómenos observables o un punto de vista al que se subordinan las observaciones, y b) un planteamiento en el que se postula un hecho a contrastar y al que se subordinan las observaciones. El primer sentido no se relaciona con un proceso deductivo, y el segundo sentido sí.

Los procesos de investigación inductivos, abductivos y analógicos pueden tomar como punto de partida hipótesis en el primer sentido, parciales, tentativas o heurísticas, que ayudan a orientar la investigación. Los resultados de las inferencias obtenidas por estos procesos pueden contribuir a aportar nuevos contenidos para

completar, ampliar o precisar el contenido parcial de las hipótesis, o incluso la pueden cambiar de forma radical. En otras palabras, lo que los científicos toman como hipótesis puede funcionar solo como perspectivas, marcos o enunciados provisionales muy generales que orientan, delimitan o definen la investigación, y que deben ser completados, precisados y ampliados con los aportes de los avances de la investigación. Como indican Mahootian *et al.* [63], “El marco hipotético inductivo es adecuado para abordar la práctica científica en campos que carecen de experimentos controlados pero que mantienen cierto equilibrio entre la teoría y la observación” [63, p. 69].

A partir de estas aclaraciones, se puede afirmar que la ciencia no solo se basa en procesos hipotético-deductivos, sino también en procesos hipotético-inductivos, hipotético-abductivos e hipotético-analógicos. Incluso, en sentido estricto, algunos procesos investigativos inductivos, abductivos y analógicos pueden no ser hipotéticos, es decir, no se encuentran enmarcados por hipótesis. Algunos de estos procesos pueden estar relacionados con otro tipo de ideas, no hipotéticas, como definiciones, conocimientos previos, descripciones no hipotéticas de fenómenos, etc. Es decir, muchos de los planteamientos teóricos que los investigadores hacen al iniciar una investigación no son hipotéticos.

Como ha explicado Hanson [64], la mayoría de las investigaciones en las ciencias empíricas parten de conocimientos teóricos previos, o suponen una carga teórica, inevitable en muchos casos, así la investigación proceda de manera deductiva, inductiva, abductiva o analógica. Algunos de esos elementos teóricos pueden servir como contenidos tácitos, hipótesis provisionales para orientar la investigación o presupuestos a contrastar. Esto no significa que los científicos estén atrapados o determinados en el marco de sus supuestos teóricos. Tampoco implica que la única carga sea teórica, ya que la ciencia también tiene cargas o supuestos prácticos, culturales y materiales. Suponer que el único conocimiento hipotético es el deductivo y que el único marco es el teórico implica, en otras palabras, una comprensión limitada del papel de la razón, la experiencia y la acción en la ciencia [65, pp. 81-86].

En términos generales, la formulación de una concepción más amplia y plural de los métodos en la ciencia tiene como requisito la explicitación y superación de estos sesgos y equívocos. Aunque para tener una visión más amplia de los métodos no solo es necesario el punto de vista crítico planteado, sino también aproximarse al tema desde la perspectiva del estudio de las prácticas científicas. Lo que más nos puede orientar en la comprensión de los métodos es la observación de las formas como se ha practicado la ciencia durante siglos, y el sentido que han tenido los métodos para lograr los objetivos de la investigación.

La cuestión de los métodos científicos vista desde el “giro hacia la práctica” en la filosofía de la ciencia

Al interpretar y generalizar lo dicho en las secciones anteriores, se podría decir que la idea estándar del método científico representa la opinión no crítica sostenida de manera amplia por el público en general, mientras que el punto de vista que niega o relativiza la existencia del método científico representa la opinión de muchos teóricos actuales de la ciencia. Los dos están comprometidos con los sesgos planteados anteriormente.

Para muchos estudiosos del tema puede resultar desconcertante e inexplicable que la idea del método científico como algo estándar y universal, o como una receta para explicar el funcionamiento de la ciencia y sus criterios de demarcación, se siga sosteniendo de manera dogmática, a pesar de todos sus cuestionamientos. Pero la explicación más clara de esta situación desconcertante se encuentra precisamente en un callejón sin salida generado por una polarización entre dos puntos de vista, que no ha logrado traducirse en la formulación de nuevas alternativas. Mientras no se formulen alternativas a la concepción estándar del método, ese punto de vista se seguirá sosteniendo de manera dogmática, no crítica en el público amplio, y, a la vez, se negará la existencia de tal método en el público experto.

¿En dónde se encuentran estas alternativas? La respuesta es, en el terreno del análisis de las prácticas científicas. Tomando este punto de partida, se

podría, en primer lugar, hacer notar una cuestión obvia. Se podría decir que, como cualquier actividad compleja, los científicos buscan emplear métodos en el sentido de recursos útiles para avanzar de manera práctica y estratégica en la investigación. Y el uso de estos recursos es independiente de las opiniones del público general o de los expertos sobre la idea del método. ¿Si la idea de método es útil en todas las actividades humanas, por qué deberíamos pensar que no es útil en la ciencia?

Fuera de los puntos de vista de quienes afirman la existencia de un método estándar o de los que niegan su existencia, Hepburn y Andersen [40] señalan una tercera perspectiva a la vez crítica y optimista, que resalta la pluralidad de métodos y que representa bien la riqueza del desarrollo de la ciencia. Esta perspectiva ha surgido producto de la atención hacia las prácticas de la ciencia, desde el denominado “giro hacia la práctica” experimentado en las dos últimas décadas.

Expresamente, como señalan estos autores, desde esta perspectiva se puede hablar de métodos generales transversales que cumplen un papel práctico en la investigación. Esto dicen Hepburn y Andersen en la presentación del método científico en la *Stanford Encyclopedia of Philosophy*: “La elección del alcance para esta entrada es más optimista, tomando como referencia el movimiento reciente en la filosofía de la ciencia hacia una mayor atención a la práctica: a lo que los científicos realmente hacen. Este “giro hacia la práctica” puede considerarse la forma más reciente de estudios de los métodos en la ciencia, en la medida en que representa un intento de comprender la actividad científica, pero a través de relatos que no pretenden ser universales y unificados, ni singulares y estrechamente descriptivos. En cierta medida, se puede decir que diferentes científicos, en distintos momentos y lugares, utilizan el mismo método, aunque, en la práctica, los detalles sean diferentes”² [66].

En consonancia con este punto de vista, desde la perspectiva pragmática y centrada en las prácticas adoptada por Hoyos y Moreno [67] se podría decir que los métodos son, ante todo, recursos

heurísticos acogidos como herramientas por los científicos para orientar los avances en sus investigaciones. Su valor radica, en términos pragmáticos, en su eficacia para guiar la investigación hacia el logro de los objetivos, que no necesariamente tienen que ver con alcanzar la verdad, sino con resolver los problemas teóricos, empíricos o prácticos que se plantean en la investigación. Los principales usuarios de los métodos son los científicos, y no los teóricos de la ciencia, de acuerdo con sus intereses por abordar cuestiones lógicas, epistemológicas, históricas o sociológicas de la ciencia.

Según su eficacia práctica, los métodos no deben ser representaciones muy complejas, sofisticadas o de usos muy especializados. De ninguna manera, los métodos se identifican con las reconstrucciones teóricas, lógicas o históricas planteadas por los teóricos de la ciencia sobre el desarrollo de la ciencia y la investigación.

Los métodos surgen del estudio de las prácticas científicas, y su propósito principal es orientar dichas prácticas. El teórico de los métodos o metodólogo debe buscar de manera prioritaria hacer explícitos los procesos que los científicos aplican de manera implícita, con el fin de facilitar el progreso de la investigación científica, antes que teorizar sobre el sentido de los métodos para la comunidad filosófica. El estudio de los métodos debería ser parte de la pragmática de la ciencia, antes que de la epistemología o de la lógica.

Estos puntos de vista que replantean el sentido y el papel de los métodos no deben ser tomados simplemente como otras ideas más, sino como el resultado de lo que han mostrado los estudios empíricos de las prácticas científicas. El giro hacia el estudio y el análisis de las prácticas científicas ha sido el principal giro empírico sucedido en el estudio de la ciencia [68].

A partir de los trabajos de Fleck y Kuhn, en la década de los sesenta, el concepto de práctica científica ha ganado una posición central en la filosofía de la ciencia. Sin embargo, el análisis de las prácticas se ha interpretado más en términos negativos que positivos (como un riesgo de caer en la irracionalidad), en contraste con la orientación teórica y apriorista predominante.

2 Traducción propia.

No obstante, según lo que han mostrado autores como Rouse [69], Brandom [70] y Martínez y Wang [71], el concepto de prácticas implica intrínsecamente una normatividad. Las normas, tanto explícitas como implícitas, se sostienen en este carácter normativo de las prácticas. A partir de esto, resulta poco coherente intentar explicar el desarrollo de la ciencia solo mediante la aplicación de reglas explícitas, sin considerar el análisis de las prácticas científicas.

El objetivo principal de los métodos es proporcionar los mejores criterios normativos para orientar la investigación. Estos criterios ofrecen directrices sobre qué es correcto o incorrecto, adecuado o inadecuado hacer en un contexto determinado, para resolver problemas y avanzar de la forma más eficiente en la investigación científica. Los métodos se pueden entender como el resultado de la depuración o la decantación de los criterios normativos más consistentes y exitosos que han guiado la investigación durante periodos largos de tiempo. Esta normatividad no debe entenderse como una estructura esencial inherente a la racionalidad humana, sino como el resultado de lo que se ha mostrado como efectivo a lo largo del tiempo. Es fruto de la experiencia colectiva de numerosos investigadores, que han probado diferentes caminos durante años para optimizar el desarrollo de la ciencia.

En coherencia con lo dicho, los planteamientos sobre los métodos podrían inferirse de las descripciones de las prácticas, como los estudios históricos, los análisis de casos, etc. Y deben corresponder con lo que muestran estudios de caso representativos. En este sentido, el texto histórico más robusto y útil para inferir cuáles pueden ser los métodos más empleados en las más importantes tradiciones científicas podría ser la investigación histórica comparada de Crombie, *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition* [72]. Este texto recoge los aportes de una gran cantidad de estudios históricos, y a partir de ellos define los principales estilos de pensamiento científico desde la Antigüedad griega hasta hoy. En cada estilo se pueden identificar diferentes esquemas metodológicos empleados en las distintas disciplinas científicas.

Además, en muchos otros estudios de casos se pueden analizar también las formas como se han

practicado los métodos de carácter deductivista, inductivista, abductivistas y analógicos, acogiendo la propuesta de Hoyos y Moreno [73] de identificar los principales métodos empleados en la ciencia, según los procesos lógicos que priorizan.

El empleo de métodos deductivos como la verificación y la falsación es bastante conocido y ejemplificado en estudios de casos. Sin embargo, sobre las formas como se han empleado los procesos inductivos se puede consultar el texto de Pera [74]. Merece especial atención el empleo de procesos inductivos en la experimentación exploratoria, como lo muestran Schickore [75] y Moreno-Ortiz [76]. Sobre el empleo de procesos abductivos en la ciencia se puede consultar los textos de Peirce [77] y Rivadulla [78]. Y sobre el papel de las inferencias analógicas en la ciencia se pueden referenciar estos textos: Black [79], Hesse [80], Diaz Dorronsoro [81], Rivadulla [82]. Estas son solo algunas menciones de la amplia literatura en la que se ilustran y explican el empleo de varios esquemas metodológicos en las ciencias.

El pluralismo metodológico

La idea de un solo método científico universal sugiere una concepción de ciencia muy ordenada y racional. Sin embargo, esta idea no solo es contraria a lo que han mostrado los análisis de las prácticas científicas, sino que podría ser perjudicial para la ciencia misma, en el caso hipotético de ser posible. A esta conclusión llegó Paul Feyerabend [83] en su famoso estudio histórico-filosófico, *Tratado contra el método*. Aquí muestra que los científicos usan de manera plural y sincrética distintos procesos metodológicos en la investigación. Es decir, dependiendo de los problemas y objetivos de su investigación, utilizan un método u otro o bien combinan los elementos más útiles de diferentes métodos, o incluso exploran otros procesos contrarios a las reglas de los métodos en uso.

Los argumentos a favor de este tipo de pluralismo y en contra del monismo metodológico no solo se basan en las inconsistencias con la ciencia practicada por los científicos, sino también en otros argumentos presentados como anarquistas metodológicos, pero que en realidad muestran algo básico y obvio: un solo método sería una

camisa de fuerza para los científicos en su investigación. Desde un punto de vista tanto histórico como filosófico, Feyerabend argumenta que el pluralismo metodológico favorece el avance de la ciencia, mientras que el monismo metodológico puede frenarlo. En otras palabras, como toda actividad creativa, el empleo de un solo método en la ciencia limita su desarrollo, y el uso de muchos métodos posibles lo favorece.

Ahora bien, desde un punto de vista práctico, si los métodos deben ser recursos útiles, no tendría sentido considerar un pluralismo demasiado amplio, abierto a una multiplicidad ilimitada de métodos. Es tan poco práctico pensar en una caja con una sola herramienta, como una caja con una gran cantidad de herramientas, muchas desconocidas que no sabemos cómo usar. Además, el pluralismo extremo puede derivar en un relativismo.

Como se ha dicho, los métodos en las ciencias son estilizaciones de esquemas generales procedimentales, inferidos de las distintas formas de practicar la ciencia, que sirven para orientar la investigación. En este sentido, no existe un número preciso y definido de métodos. Existen métodos generales, empleados en la mayoría de las ciencias, e incluso en las demás formas de conocimiento no científicos, de tipo inductivo, deductivo, abductivo y analógico. Esos procesos no son exclusivos de la ciencia, aunque en la ciencia se practican con un rigor y una sistematicidad especial. Por lo tanto, el empleo de los métodos no sirve como criterio de demarcación entre ciencia y no ciencia. La definición de la ciencia tiene que ver con un conjunto o una diversidad de criterios, como lo muestran los textos de Diéguez [84] y de Hoyos y Moreno [85].

Fuera de los métodos más generales, como los deductivos (por ejemplo: la verificación y la falsación), los inductivos (por ejemplo: los estadísticos), la abducción y la analogía, existen algunos empleados de manera específica y particular en algunas disciplinas. Por ejemplo, el método de la iluminación recíproca, empleado en la biología sistemática (Hoyos y Moreno) [86].

En las etapas iniciales de la investigación, cumplen un papel muy importante los métodos inductivos, abductivos y analógicos, en un sentido heurístico para definir las hipótesis más plausibles.

Estos métodos también son muy útiles para ampliar la plausibilidad o para robustecer las hipótesis en etapas más avanzadas de la investigación. Y los métodos deductivos son especialmente útiles para justificar las conclusiones o resultados de la investigación. Aunque la investigación no es un proceso lineal, pues puede ser necesario resolver de manera probatoria o justificatoria algunos planteamientos en las etapas tempranas de la investigación, o el surgimiento de anomalías puede suponer nuevos procesos heurísticos.

Finalmente, los métodos solo ofrecen una aproximación muy esquemática y general a algunas etapas y procesos de la investigación. Sin embargo, el funcionamiento de la ciencia es mucho más complejo que lo que puede ser representado por medio de los métodos. Por esto, puede ser útil hablar de otros esquemas más complejos, como los modelos de cambio científico, como lo propone el texto de Hoyos y Moreno [87].

Conclusiones

La idea de método científico se sostiene hoy como una vieja creencia obsoleta, caduca, afirmada por la mayoría, en ausencia de una idea mejor. Aunque se han planteado muchas revisiones críticas y precisiones sobre el sentido de los métodos en la ciencia, los puntos de vista escépticos, relativistas y nihilistas sobre el método entre los filósofos no han tenido mucho eco o acogida en el público general. La cuestión del método científico ha sido difícil de esclarecer, en especial debido al espacio vacío que ha dejado una polarización entre varias perspectivas muy disímiles, que no se ha logrado traducir en nuevas perspectivas e interpretaciones alternativas, equivalentes a las viejas perspectivas. Por un lado, la perspectiva ortodoxa y acrítica de la idea tradicional del método, y, por otro lado, las perspectivas críticas, relativistas e incluso nihilistas sobre los métodos de muchos teóricos de la ciencia.

A estos últimos debería corresponder la tarea de proponer los nuevos sentidos de la idea de método en las ciencias. Pero la persistencia de dos presupuestos o sesgos entre ellos ha impedido la consolidación de esa tarea. Estos dos sesgos han sido la subordinación de lo metodológico a lo epistemológico, y la

dificultad para reconocer el sentido metodológico de los procesos creativos, constructivos de la investigación científica. Detrás de estos sesgos y los equívocos asociados a ellos sobrevive la estela de una imagen racionalista de la ciencia.

Sin embargo, desde la filosofía de la ciencia reciente es posible salir de esta situación estéril sobre los métodos. Específicamente, la tendencia reciente del giro hacia las prácticas científicas ofrece un punto de vista empírico novedoso que contrapesa el legado del pensamiento racionalista sobre el funcionamiento de la ciencia. La comprensión más precisa y realista sobre los métodos en la ciencia se puede inferir del análisis de la ciencia practicada por muchas generaciones de científicos, antes que de teorizaciones *a priori* sobre las condiciones racionales ideales de la ciencia.

Desde esta perspectiva se puede redescubrir el sentido pragmático, práctico y plural que tienen

los métodos. Fuera de una concepción esencialista sobre la idea de método, los científicos han empleado y seguirán empleando distintos esquemas metodológicos generales, como recursos o como herramientas heurísticas para el desarrollo de la investigación. De manera similar a muchas otras actividades humanas, la investigación científica se desarrolla mejor empleando algunos métodos, que prescindiendo de ellos.

A partir de todas las aclaraciones y precisiones realizadas, este texto ha tenido como propósito mostrar que la idea de método sigue teniendo un sentido y un papel en la ciencia, para orientar el desarrollo de la investigación científica, fuera de las perspectivas del monismo metodológico, el relativismo y el nihilismo, y que el estudio de los métodos debería ubicarse en el campo de la pragmática de la investigación, antes que en la epistemología o en la lógica.

Referencias

- [1] J. M. Hoyos y J. C. Moreno, *Las claves de la investigación científica*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 2023.
- [2] J. M. Hoyos y J. C. Moreno, *Las claves de la investigación científica*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 2023, pp. 39-41.
- [3] T. Benton and I. Craib, *Philosophy of Social Science: The Philosophical Foundations of Social Thought*, 2.^a ed., Bloomsbury, 2023.
- [4] M. Risjord, *Philosophy of Social Science: A Contemporary Introduction*, 2nd ed. Routledge, 2022.
- [5] T. May and B. Perry, *Social Research: Issues, Methods and Process*, 8th ed. McGraw Hill, 2022.
- [6] H. Dzwigol, "Research Methodology in Management Science: Triangulation," *Virtual Economics*, vol. 5, no. 1, pp. 78-93, 2022, doi: 10.34021/ve.2022.05.01(5).
- [7] G. J. Privitera, *Research Methods for the Behavioral Sciences*, 3rd ed. SAGE Publications, 2024.
- [8] E. Bell, A. Bryman, and B. Harley, *Business Research Methods*, 6th ed. Oxford Press, 2022.
- [9] J. A. Smith, *Qualitative Psychology: A Practical Guide to Research Methods*. SAGE Publications, 2024.
- [10] M. Lichtman, *Qualitative Research in Education: A User's Guide*, 4th ed. Routledge, 2023.
- [11] D. M. Buede and W. D. Miller, *The Engineering Design of Systems: Models and Methods*. Wiley, 2024.
- [12] R. F. Fellows and A. M. M. Liu, *Research Methods for Construction*. Wiley Blackwell, 2021.
- [13] C. G. Thomas, *Research Methodology and Scientific Writing*. Springer, 2021.
- [14] N. Walliman, *Research Methods: The Basics*, 3rd ed. Routledge, 2021.
- [15] W. C. K. Tan, *Research Methods: A Practical Guide for Students and Researchers*, 2nd ed. World Scientific, 2022.
- [16] B. Pajo, *Introduction to Research Methods: A Hands-On Approach*. Sage Edge, 2022.
- [17] A. Diéguez, "¿Existe el método científico? Filosofía y ciencia en el siglo XXI," *El Confidencial*, jun. 16, 2020. [Online]. Available: https://blogs.elconfidencial.com/cultura/tribuna/2020-06-16/metodo-cientifico-filosofia-ciencia_2639264/
- [18] G. Barker and P. Kitcher, *Philosophy of Science: A New Introduction*. Oxford University Press, 2014.
- [19] A. O'Hear, *Introduction to Philosophy of Science*. Clarendon Press, 1989.

- [20] J. Ladyman, *Understanding Philosophy of Science*. Routledge, 2002.
- [21] J. R. Brown, Ed., *Philosophy of Science: The Key Thinkers*. Continuum, 2012.
- [22] A. Rosenberg, *Philosophy of Science: A Contemporary Introduction*. Routledge, 2000.
- [23] A. Barberousse, D. Bonnay, and M. Cozic, Eds., *Précis de Philosophie des Sciences*. Vuibert, 2011.
- [24] S. French and J. Saatsi, Eds., *The Continuum Companion to the Philosophy of Science*. Continuum, 2011.
- [25] T. Kuipers, Ed., *General Philosophy of Science*. Elsevier, 2007.
- [26] W. H. Newton-Smith, Ed., *A Companion to the Philosophy of Science*. Blackwell, 2000.
- [27] P. Godfrey-Smith, *Theory and Reality: An Introduction to the Philosophy of Science*. The University of Chicago Press, 2003.
- [28] A. Bird, *Philosophy of Science*. UCL Press, 1998.
- [29] S. Psillos and M. Curd, Eds., *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. Routledge, 2008.
- [30] S. Okasha, *Philosophy of Science: A Very Short Introduction*. Oxford University Press, 2002.
- [31] J. Echeverría, *Introducción a la Metodología de la Ciencia: La Filosofía de la Ciencia en el Siglo xx*. Cátedra, 1999.
- [32] A. Diéguez Lucena, *Filosofía de la Ciencia*. Biblioteca Nueva, 2010.
- [33] P. Hoyningen-Huene, "Systematicity: The Nature of Science," *Philosophia*, vol. 36, no. 2, pp. 167-180, 2008.
- [34] S. Haack, *Defending Science-Within Reason*. Prometheus Books, 2003.
- [35] C. S. Peirce, *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*. Harvard University Press, 1931-1958.
- [36] B. Hepburn and H. Andersen, "Scientific method," in *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, E. N. Zalta, Ed., Summer 2021 Edition. [Online]. Available: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/scientific-method/>
- [37] P. Hoyningen-Huene, "Systematicity: The nature of science," *Philosophia*, vol. 36, no. 2, pp. 167-180, 2008.
- [38] S. Haack, *Defending science-within reason*. Prometheus Books, 2003.
- [39] J. M. Hoyos y J. C. Moreno, *Las claves de la investigación científica*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 2023.
- [40] B. Hepburn and H. Andersen, "Scientific method," in *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, E. N. Zalta, Ed., Summer 2021 Edition. [Online]. Available: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/scientific-method/>
- [41] T. Nickles, *Scientific discovery, logic and rationality*. D. Reidel Publishing Company, 1980.
- [42] N. J. Nersessian, *Creating scientific concepts*. MIT Press, 2008.
- [43] I. Niiniluoto and R. Tuomela, *Theoretical concepts and hypothetical-inductive inference*. D. Reidel Publishing Company, 1973.
- [44] M. D. Grmek, R. S. Cohen, and G. Cimino, Eds., *On scientific discovery*. D. Reidel Publishing Company, 1980.
- [45] I. Douven, *The art of abduction*. MIT Press, 2022.
- [46] L. Magnani, Ed., *Handbook of Abductive Cognition*. Springer, 2023.
- [47] K. Proudfoot, "Inductive/Deductive Hybrid Thematic Analysis in Mixed Methods Research," *Journal of Mixed Methods Research*, vol. 17, no. 3, pp. 308-326, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/15586898221126816>
- [48] J. Thompson, "A Guide to Abductive Thematic Analysis," *The Qualitative Report*, vol. 27, no. 5, pp. 1410-1421, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2022.5340>
- [49] A. Rivadulla, "Discovery practices in natural sciences: From analogy to predunction," *Revista de Filosofia*, vol. 33, no. 1, pp. 117-137, 2008.
- [50] A. Rivadulla, "Abductive reasoning, theoretical predunction, and the physical way of dealing fallibly with nature," in *Abduction and the process of scientific discovery*, O. Pombo and A. Gerner, Eds., Centro de Filosofia das Ciências da Universidade de Lisboa, 2007, pp. 199-210.
- [51] F. Nappo, "Confirmation by analogy," *Synthese*, vol. 200, no. 35, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s11229-022-03545-w>
- [52] F. Nappo, "Close encounters with scientific analogies of the third kind," *Euro Jnl Phil Sci*, vol. 11, no. 82, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s13194-021-00391-4>

- [53] A. Rivadulla, "Discovery practices in natural sciences: From analogy to predution," *Revista de Filosofía*, vol. 33, no. 1, pp. 117-137, 2008.
- [54] D. G. Oliveira, "An alternative view for scientific models based on metaphors: A case analysis from Darwin's use of metaphors," *Principia: An International Journal of Epistemology*, vol. 26, no. 2, pp. 347-373, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.5007/1808-1711.2022.e84682>
- [55] J. C. Moreno-Ortiz, "Redefinición de la noción de experimento," in *Problemas convergentes de filosofía y ciencia*, L. M. Duque and G. Guerrero, Compiladores, Universidad del Valle, 2022, pp. 333-349.
- [56] J. Schickore, "Exploratory experimentation' as a probe into the relation between historiography and philosophy of science", *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 55, pp. 20-26, 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2015.08.007>
- [57] P. Mättig, "Classifying exploratory experimentation - Three case studies of exploratory experimentation at the LHC," *Euro Jnl Phil Sci*, vol. 12, no. 66, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s13194-022-00496-4>
- [58] I. Niiniluoto and R. Tuomela, *Theoretical concepts and hypothetical-inductive inference*. D. Reidel Publishing Company, 1973.
- [59] F. Mahootian and T. Eastman, "Complementary frameworks of scientific inquiry: Hypothetico-deductive, hypothetico-inductive, and observational-inductive," *World Futures The Journal of General Evolution*, vol. 65, pp. 61-75, 2009.
- [60] P. Young, "Hypothetico-inductive data-based mechanistic modeling of hydrological systems," *Water Resources Research*, vol. 49, pp. 915-935, 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1002/wrcr.20068>
- [61] I. Niiniluoto and R. Tuomela, *Theoretical concepts and hypothetical-inductive inference*. D. Reidel Publishing Company, 1973, p. 199.
- [62] C. S. Peirce, *Deducción, inducción e hipótesis*. Madrid: Aguilar, 1970.
- [63] F. Mahootian and T. Eastman, "Complementary frameworks of scientific inquiry: Hypothetico-deductive, hypothetico-inductive, and observational-inductive," *World Futures The Journal of General Evolution*, vol. 65, p. 69, 2009.
- [64] N. Hanson, *Patterns of Discovery: An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science*. Cambridge University Press, 1958.
- [65] J. M. Hoyos y J. C. Moreno, *Las claves de la investigación científica*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 2023, pp. 81-86.
- [66] B. Hepburn and H. Andersen, "Scientific method," in *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, E. N. Zalta, Ed., Summer 2021 Edition. [Online]. Available: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/scientific-method/>
- [67] J. M. Hoyos y J. C. Moreno, *Las claves de la investigación científica*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 2023, pp. 23-27.
- [68] J. C. Moreno-Ortiz and D. Vinck, "Encounters between philosophy of science, philosophy of technology and sts," *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 15, no. 2, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.4000/rac.23127>
- [69] J. Rouse, *Engaging Science: How to Understand Its Practices Philosophically*. Ithaca: Cornell University Press, 1996. [Online]. Available: <https://doi.org/10.7591/9781501718625>
- [70] R. Brandom, *Making It Explicit: Reasoning, Representing, and Discursive Commitment*. Cambridge: Harvard University Press, 1994.
- [71] S. Martínez et al., *Normas y prácticas en la ciencia*, 1st ed., México: IIFS-UNAM, 2008.
- [72] A. C. Crombie, *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*, Vols. 1-3, Duckworth, 1994.
- [73] J. M. Hoyos y J. C. Moreno, *Las claves de la investigación científica*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 2023, pp. 29-116.
- [74] M. Pera, "Inductive method and scientific discovery," in *On Scientific Discovery*, M. D. Grmek, R. S. Cohen, and G. Cimino, Eds., D. Reidel Publishing Company, 1980, pp. 141-165.
- [75] J. Schickore, "'Exploratory experimentation' as a probe into the relation between historiography and philosophy of science," *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 55, pp. 20-26, 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2015.08.007>

- [76] J. C. Moreno-Ortiz, "Redefinición de la noción de experimento," in *Problemas convergentes de filosofía y ciencia*, L. M. Duque and G. Guerrero, Compiladores, Universidad del Valle, 2022, pp. 333-349.
- [77] C. S. Peirce, *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, Harvard University Press, 1931-1958.
- [78] A. Rivadulla, "Abductive reasoning, theoretical predunction, and the physical way of dealing fallibly with nature," in *Abduction and the Process of Scientific Discovery*, O. Pombo and A. Gerner, Eds., Centro de Filosofia das Ciências da Universidade de Lisboa, 2007, pp. 199-210.
- [79] M. Black, *Models and Metaphors*. Cornell University Press, 1962. (Spanish ed.: 1966. Modelos y metáforas. Tecnos).
- [80] M. Hesse, *Models and Analogies in Science*. Sheed and Ward, 1963.
- [81] R. Díaz Dorronsoro, "La analogía," *Philosophica. Enciclopedia filosófica online*, 2010. [Online]. Available: https://doi.org/10.17421/2035_8326_2010_RDD_1-1
- [82] A. Rivadulla, "Discovery practices in natural sciences: From analogy to predunction," *Revista de Filosofía*, vol. 33, no. 1, pp. 117-137, 2008.
- [83] P. Feyerabend, *Tratado contra el método*. Tecnos, 1986.
- [84] A. Diéguez, *La ciencia en cuestión. Disenso, negación y objetividad*. Herder, 2024, pp. 15-66.
- [85] J. M. Hoyos y J. C. Moreno, *Las claves de la investigación científica*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 2023, pp. 243-264.
- [86] J. M. Hoyos y J. C. Moreno, *Las claves de la investigación científica*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 2023, p. 93.
- [87] J. M. Hoyos y J. C. Moreno, *Las claves de la investigación científica*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 2023, p. 117.

