



UN LUGAR PARA EL RAZONAMIENTO ABDUCTIVO EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS

Autores: Alger Sans Pinillos¹ y Agustín Adúriz-Bravo². ¹Università di Pavia, Italia, alger.sanspinillos@unipv.it; ²Universidad de Buenos Aires, Argentina, aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar

Tema. Eje temático 4.

Modalidad. 1. Nivel educativo. Terciario y universitario.

Resumen. Se sostiene que el razonamiento abductivo, como “modo de pensamiento”, resulta central para explicar la naturaleza de la ciencia y debería ser introducido en la formación del profesorado de ciencias. La abducción ha sido lateral en la filosofía de la ciencia por mucho tiempo; consecuentemente, hacemos una “arqueología” del concepto para reconocer visiones útiles para la educación científica. El pensamiento abductivo, generador y seleccionador de hipótesis, permite caracterizar la naturaleza de la metodología científica vinculando los contextos de descubrimiento y justificación; así, nos interesa elucidar la “epistémica” de las inferencias abductivas para aplicarlas al diseño de la ciencia escolar. De este recorrido de elucidación teórica derivamos implicaciones para los docentes de ciencias y con esa base presentamos una actividad didáctica que apunta a discutir con ellos la naturaleza de la abducción basada en modelos teóricos.

Palabras claves. Abducción, Modos de pensamiento, Naturaleza de la ciencia, Metodología científica, Formación del profesorado de ciencias.

Introducción

En este trabajo de elucidación y argumentación teórica presentamos y defendemos la idea de que el razonamiento abductivo, entendido como “modo de pensamiento”, resulta absolutamente central para entender la llamada *naturaleza de la ciencia* y caracterizar las explicaciones científicas (Adúriz-Bravo, 2014), y por tanto debería ser introducido sistemáticamente en la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias naturales.

Llamativamente, la cuestión de la abducción ha sido sistemáticamente subvalorada en la historia de la filosofía de la ciencia de los siglos XIX y XX, constituyendo siempre una línea lateral de trabajo hasta su recuperación más sistemática en los últimos cuarenta años. Así, lenta pero sostenidamente, la abducción ha pasado de ser “un problema fundamental para la epistemología contemporánea” a ubicarse como herramienta para el avance de esa disciplina (Hintikka, 1998). La histórica ausencia de discusión en torno a este tipo de razonamiento ha tenido consecuencias directas en la discusión teórica sobre el “método científico”, que se trasladan a la didáctica de las ciencias naturales provocando un sesgo en las conceptualizaciones disponibles sobre la naturaleza de la actividad científica.

La reconstrucción histórica de lo que hoy -merced al trabajo de Charles S. Peirce- conocemos como abducción nos muestra un largo recorrido de intentos de caracterizar aquella inferencia (y razonamiento) que amplía nuestro conocimiento con bastante independencia del que ya disponemos, a saber, el proceso no-monotónico por el cual se “asciende” a hipótesis y se da el “descubrimiento”. El enfoque tradicional para tal caracterización ha sido mayormente la metodología empirista, abroquelada en una interpretación fuertemente *presentista* de la historia, que analiza la abducción con lentes contemporáneas (Sans Pinillos, en prensa). Este traslado abusivo de problemas conceptuales y metodológicos de hoy al pasado ha oscurecido

elementos que históricamente fueron incluidos en la reflexión sobre las prácticas científicas desde su conceptualización filosófica. Por tanto, en la primera sección de desarrollo teórico de este ensayo argumentativo hacemos una “arqueología” de la abducción, con algunos apuntes acerca de por qué este modo de pensamiento estuvo desaparecido de la discusión filosófica de la ciencia. Nuestro punto de partida es el reconocimiento de que la cuestión de la abducción nos remite a relacionar teoría y praxis (Apel, 1997).

Una vez establecida tal arqueología, queremos situar la abducción en el llamado “contexto de descubrimiento”, así como se hizo clásicamente en los pocos tratamientos sistemáticos del tema, para luego usarla como una herramienta potente que “encabalga” ese contexto con el de “justificación”, tornándolos parcialmente indistinguibles, tal como se pretende desde la filosofía de la ciencia postkuhniana. El discurso sobre la abducción, efectivamente, se sofisticó a partir de esa etapa, merced a unos constructos teóricos nacidos en el debate en torno a la *incommensurabilidad* a la Kuhn. Las herramientas teóricas para capturar el razonamiento abductivo adquieren finura y permiten encarar distintas aristas de la problemática. La segunda sección teórica de nuestro trabajo, en consecuencia, está dedicada a esbozar una “epistémica” de la abducción en estos términos, caracterizando esta forma de inferencia de una manera amplia y flexible que nos resulta potente para la educación científica.

A partir de esos dos bloques derivados del trabajo de elucidación y argumentación teórica, derivamos implicaciones preliminares para la formación del profesorado de ciencias en la naturaleza de la metodología científica, con particular foco en el tópico de la explicación. En la última sección “aterrizamos” esas implicaciones por medio de la descripción de una actividad didáctica sobre pensamiento abductivo diseñada para docentes de enseñanza media o secundaria.

Referente teórico 1: Arqueología de la abducción

Las discusiones en torno a la abducción van de la mano del surgimiento de la ciencia “experimental”, en el Renacimiento; por tanto, el “protoempirismo” que se gesta en el Medioevo tardío es un lugar interesante para buscar consideraciones sobre el tema. Así, se podría afirmar que las primeras disquisiciones neoplatónicas sobre la abducción surgen intentando “limar asperezas” entre elementos que tradicionalmente se veían como opuestos –matemática y mundo sensible, argumentación y “datos duros”, inferencia y prácticas.

La reflexión en torno a las relaciones entre teoría y evidencia empírica que aquí queremos recuperar, que prepara el camino para el empirismo de Bacon, se desarrolla por lo menos desde inicios del siglo XIII, cuando se vive una “recuperación” del espíritu científico al calor de una serie de necesidades en las prácticas sociales. Se fomenta un pensamiento que se inicia práctico, pero que necesita de teoría, en campos tales como la medicina, la metalurgia, la construcción, la cartografía, etc., y que en muchos casos requiere revisar la manera en que se interactúa con instrumentos novedosos y el papel que estos tienen en la adquisición de nuevo conocimiento. Es entonces cuando se representan y conceptualizan aspectos abstractos del espacio y del tiempo en mapas, calendarios y relojes (Crombie, 1953), que amplían el concepto de “realidad” que se tenía hasta el momento, introduciendo nuevas preguntas que el aristotelismo no había estudiado.

Pasada la Revolución Científica, la discusión sobre la relación entre axiomas y conocimiento sensible recrudesció. Kant corona los intentos de síntesis formal con su idea de “juicios sintéticos a priori”. Se establece más o menos ampliamente una idea de que la sensibilidad (que es contingencia) fundamenta el entendimiento (que es necesidad) y posibilita hacer de él ciencia.

Perdura, y se rigidiza, la tensión entre teoría y praxis, pero el debate deja la mesa servida para una nueva epistemología del siglo XIX, que a su vez dará paso a la escuela del *pragmatismo*.

Superados estos intentos de síntesis empirista-racionalista, la abducción vino siendo paulatinamente recuperada en los debates filosóficos sobre la ciencia desde el último cuarto del siglo XIX, dentro del interés general por los procesos heurísticos. Ello se hizo tanto desde lo que después constituiría la “concepción heredada” (analítica), como desde la “visión olvidada” (“neglected”, en inglés), de la mano de disidencias en el Círculo de Viena que prefiguraban aspectos historicistas o semánticos. Desde ambas posiciones epistemológicas la recuperación se efectuó, en la mayoría de los casos, de una manera más bien implícita, poniéndose el foco en razonamientos “no-deductivos” –tales como la inducción (en el sentido muy amplio que Aristóteles diera a su “epagogé”), la reducción/retroducción (con un guiño de referencia a la “apagogé” griega) o la analogía- con los que dar cuenta de hechos tales como el descubrimiento y la producción de hipótesis.

Es con Peirce, a caballo entre los siglos XIX y XX, que se encara el problema de la abducción en diálogo con los clásicos (Peirce, 1958). Él conoce las sutilezas de la tradición y es capaz de trasladar las preocupaciones por las hipótesis científicas a la investigación contemporánea. Y lo hace ayudado por una manera innovadora de entender la lógica, en relación con una teoría de signos. Podemos decir que su idea es justificar con “consideraciones semánticas” toda “verdad” derivada del razonamiento científico (Hintikka, 1998).

Ya en la segunda mitad del siglo XX, la recuperación del razonamiento abductivo se estabiliza y se transversaliza a varias escuelas. Nos interesa en particular recuperar las ideas de Norwood R. Hanson, cuando él intenta dar cuenta del vínculo entre su tan famosa “carga teórica” y la observación cuando las científicas y científicos se enfrentan a hechos de los cuales no tienen gran experiencia previa y que, por tanto, resultan “sorprendentes”, en términos de Peirce (Hanson, 1972). En estas situaciones, los “descubrimientos” se pueden entender como la “revelación” (*disclosure*) de respuestas a situaciones anómalas constituidas por desviaciones de lo esperado. La abducción hansoniana aparece entonces como un proceso sofisticado en el cual las leyes científicas se proponen como explicaciones de los hechos, y no emergen como sus generalizaciones (Sans, 2017).

Referente teórico 2: Epistémica de la abducción

Peirce refunda la abducción para asumir el problema teoría-praxis, situando este modo de razonamiento en el centro de su teorización, el pragmatismo (Peirce, 1958). Su propuesta permite estudiar contextualmente, y con más detalles culturales, la práctica científica desde el punto de vista de la producción de formas “originales” de ver el mundo.

El pragmatismo peirceano se desarrolla en una concepción del mundo como lugar para construir acción, hecho de una realidad “inacabada” donde los proyectos humanos y el esfuerzo de las personas pueden determinar la configuración de la historia. La abducción se entiende entonces como una “manera de conocer” productiva, en la medida en que los humanos accionando nos adaptamos a las novedades y, al mismo tiempo, construimos el entorno en el que ellas advienen.

En este contexto, Peirce entiende la abducción muy cerca de la “apagogé” aristotélica tal cual ella aparece formulada en los *Primeros Analíticos* (Aristóteles, 1957). En sus escritos tempranos, Peirce llama a este tipo de razonamiento “hipótesis”, que sería la clase de inferencia dirigida a poder conjeturar razonablemente. Peirce ubica la abducción en aquellas circunstancias –que, para la ciencia positivista de la época, eran ciertamente “menores”– en las que un hecho, evento, fenómeno nos

sorprende por incongruo e inesperado, porque no sigue la “regla general”. Frente a ello, generamos una suposición a partir de buscar semejanzas entre objetos que componen el hecho y su contexto.

La conclusión abducida es un argumento “débil”, razonable, que deja establecer relaciones signicas entre fenómeno y modelo “candidato” (en el famoso ejemplo didáctico: veo restos de una fogata y latas de conserva vacías y “abduzco” un campamento la noche anterior). Este es un tipo de reconstrucción de los hechos a partir de “posibilidades” que juegan un papel de conocimiento provisorio que completa la información que falta; ello permite un “remiendo” hipotético, sujeto a ulterior revisión y fuertemente moldeado por el horizonte de conocimiento previo.

En la abducción así entendida ocurren dos procesos: la generación “divergente” de hipótesis ante un hecho que nos sorprende en cierto sentido y la selección de la que consideramos más pragmáticamente viable. Esto último se establece a partir de diferentes factores lógicos y epistemológicos, como la economía o la minimalidad (Gabbay y Woods, 2005; Aliseda, 2006). Desde una perspectiva cognitiva, también se pueden contemplar los factores *externos* que, junto con el agente que interactúa con ellos, configuran el contexto en el que se desarrolla la práctica (Magnani, 2017).

Algunas implicaciones para la formación del profesorado de ciencias

Incorporar la abducción en la educación científica, y en particular en la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias naturales para los distintos niveles educativos, implica, de una parte, aceptar algunos elementos teóricos de raigambre pragmatista y, de otra, reconocer la saturación de los modelos analíticos y sintacticistas del método científico. La propuesta es, entonces, examinar –con profesores de ciencias- la naturaleza de la metodología de la ciencia superando la dicotomía deducción-inducción. Para ello introduciremos el “modo de pensamiento” abductivo, generador de hipótesis de trabajo, como mecanismo de explicación por excelencia, que permite la producción de conocimiento *modeloteórico* original para resolver problemas en la ciencia erudita y escolar.

De cara a esta introducción, podemos basarnos inicialmente en la concepción peirceana clásica de la abducción, que sugiere que reflexionar “sobre” la ciencia –ahora, desde el punto de vista didáctico- implica reconocer en ella una actividad de continua adaptación eficaz a nuevas circunstancias. Los científicos y científicas centran su atención en los fenómenos reconociendo en ellos estructuras que “dan forma” a las explicaciones “aceptables” por la comunidad, y ello se hace a través del lenguaje. Resulta entonces evidente que es imposible adaptarse a la novedad (resolver problemas, acertijos, enigmas que nos plantea el mundo natural) solo a través de una razón categórica, prefigurada. Conocer el mundo natural es un proyecto abierto en el cual se participa de manera activa, completando los “huecos” a través de la observación, la experimentación y otros tipos de intervenciones “leídas” semióticamente. Explicar es, entonces, representar lingüísticamente unas “semejanzas” estructurales profundas entre signos, modelos y hechos “representados”, y esas semejanzas se “abducen”: se elevan de los simples casos disjuntos a una intuida *regla* subyacente que los subsume todos con verosimilitud.

Al explicar abductivamente, y en las ciencias naturales ello se hace con base en modelos teóricos (concebidos como lo hace Ronald Giere [1992]), conseguimos, por una parte, que un conjunto de hipótesis abducidas se nos presente como posible y, por otra, que sea factible llegar a elegir una de entre ellas para seguir investigando. Hagamos entonces, bajo estos lineamientos, una “reconstrucción abductiva” del descubrimiento del radio por Maria Skłodowska-Curie, formalizada como una “falacia de afirmación del consecuente” (Adúriz-Bravo, 2014):

La radiactividad de la pecblenda de Bohemia es exagerada e irregular.

Si un radiometal desconocido, extremadamente activo, estuviera diluido en forma de trazas en el mineral, la mezcla se volvería exagerada e irregularmente radiactiva.

(luego)

Conviene investigar la hipótesis de que existe un nuevo radiometal en la pecblenda de Bohemia.

Una actividad didáctica: "Misterio en el Metro de Madrid"

La actividad que describimos aquí brevemente se inserta en el interior de una unidad didáctica de unas cuatro horas de duración dirigida a profesores de ciencias en formación o en servicio. La unidad completa está dedicada a discutir críticamente el lugar del modo de pensamiento "abductivo" o "evidencial" en la metodología de la ciencia y a caracterizar la naturaleza y funcionamiento de las explicaciones científicas abductivas *basadas en modelos*. Tal unidad se organiza en torno al relato de una situación o escena adaptada "de la vida real": un pasajero del metro que presencia, en el interior del convoy, la pelea entre dos muchachos jóvenes e intenta dar sentido a esta situación inesperada.

Nuestro "observador" puede ver la actitud agresiva de los jóvenes, pero, a causa de la distancia, no alcanza a oír las palabras del intercambio. Mientras se va acercando, decidido a saciar su "natural curiosidad" ante un hecho que se sale de lo común, este "razonador" elabora rápidamente varias hipótesis, que surgen como conclusiones de inferencias ampliativas (es decir, con un output que supera ampliamente la pobreza informacional del input). Hipótesis culturalmente plausibles serían la de una "riña de mocetones" o la de "juegos de manos entre borrachines". Tales hipótesis parecen surgir del establecimiento de parecidos entre la situación vivida y otras, más o menos alejadas, conocidas para el observador. Hay entonces aquí la "explosión" de explicaciones... falta ahora la selección de la más fructífera.

Conforme el razonador se acerca y "aprehende" más datos, puede descartar algunas suposiciones. Interesantemente, también puede cambiar el repertorio de modelos al cual acudió inicialmente. Así, cabe que suceda (como de hecho fue el caso en la anécdota real que usamos para la actividad) que nuestro "análogo de científico" se percate de que en realidad los dos muchachos son un matrimonio gay, y que la riña es de carácter doméstico.

La discusión detallada de los distintos aspectos de razonamiento concurrentes en esta viñeta permite ir introduciendo material teórico sobre la naturaleza –y por tanto la validez y confiabilidad– de las explicaciones científicas. A partir de allí se trabajan sucesivos "casos" de la historia de la ciencia que son posiblemente abductivos, como el del descubrimiento de Neptuno (Sans Pinillos, 2017).

Referencias bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A. (2014). La historia de la ciencia en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: Maria Skłodowska-Curie y la radiactividad. *Educació Química*, 16, 10-16.
- Aliseda, A. (2006). *Abductive reasoning*. Dordrecht: Springer.
- Apel, K.-O. (1997). *El camino del pensamiento de Charles S. Peirce*. Madrid: La Balsa de Medusa.
- Aristóteles. (1995). *Sobre la interpretación, Analíticos primeros, Analíticos segundos. Tratados de lógica (Órganon), II*. Madrid: Editorial Gredos



Revista *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

-
- Crombie, A.C. (1953). *Robert Grosseteste and the origins of experimental sciences 1100-1700*. Oxford: Oxford University Press.
- Gabbay, M y Wood, J. (2005). *A practical logic of cognitive systems: The reach of abduction, insight and trial* (vol. 2). Amsterdam: Elsevier.
- Giere, R. (1988). *Explaining science*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Hanson, N.R. (1972). *Patterns of discovery*. New York: Cambridge University Press.
- Hintikka, J. (2007). *Socratic epistemology: Explorations of knowledge-seeking by questioning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Magnani, L. (2017). *The abductive structure of scientific creativity: An essay on the ecology of cognition*. Cham: Springer.
- Peirce, C.S. (1958). *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Cambridge: Harvard University Press.
- Sans Pinillos, A. (en prensa). Neglected pragmatism: Discussing abduction to dissolve classical dichotomies. *Foundations of Science*.
- Sans Pinillos, A. (2017). El lado epistemológico de las abducciones: La creatividad en las verdades-proyectadas. *Revista Iberoamericana de Argumentación*, 15, 77–91.