

2 El problema de la certidumbre de los razonamientos no-deductivos en la investigación científica

Luis Gómez, Guillermo Cuadrado, Carlos Bello

Resumen: El problema de los razonamientos no-deductivos es la falibilidad de sus conclusiones. Tal falibilidad ha sido señalada desde la antigüedad hasta nuestros días, y es imposible negarla. El problema es que no se advierte que el ideal de infalibilidad, o certidumbre absoluta, se puede postular como una tendencia o una abstracción, pero es imposible de alcanzar en las ciencias empíricas en las que la obtención de información nueva o probatoria es usualmente insuficiente, costosa en tiempo y recursos, y pasible de error o imprecisión. El propósito de este artículo es promover la aceptación de metodologías científicas aptas para tratar con la incertidumbre en la resolución de problemas empíricos, como el razonamiento revisable y la abducción. Los pasos dados son el análisis y la delimitación del significado y la utilidad de dichos métodos no-deductivos, con especial atención sobre la abducción, o inferencia a la mejor explicación, que es frecuentemente utilizada en la investigación científica y tecnológica.

Palabras claves: (in)certidumbre, razonamientos no-deductivos, razonamiento derrotable, abducción, inferencia a la mejor explicación.

Introducción

Algún grado de incertidumbre es inevitable en la investigación científica y tecnológica. Uno de los componentes que favorece las posibles soluciones de este problema es metodológico.

Junto a las metodologías clásicas deductivas, monotónicas, es útil conocer y utilizar las herramientas no-deductivas, no-monotónicas que son aptas para tratar con la incertidumbre en la resolución de problemas empíricos. Dentro de ellas, se pretende describir el estatus del razonamiento derrotable o revisable y de la abducción o inferencia a la mejor explicación.

El problema de los razonamientos no-deductivos es la falibilidad de sus conclusiones. Tal falibilidad ha sido señalada desde la antigüedad hasta nuestros días, y es imposible negarla. La

dificultad se presenta cuando no se advierte que el ideal de infalibilidad, o certidumbre absoluta, se puede postular como una tendencia o una abstracción, pero es imposible de alcanzar en las ciencias empíricas en las que la obtención de información nueva o probatoria es usualmente insuficiente, costosa en tiempo y recursos, y pasible de error o imprecisión.

El propósito de esta comunicación es promover la aceptación de metodologías científicas aptas para tratar con la incertidumbre en la resolución de problemas empíricos, como el razonamiento revisable y la abducción. Los pasos dados son el análisis y la delimitación del significado y la utilidad de dichos métodos no-deductivos, con especial atención sobre la abducción, o inferencia a la mejor explicación, que es frecuentemente utilizada en la investigación científica y tecnológica.

Certidumbre

Los objetos y procesos reales de la investigación son complejos y se simplifican para poder entenderlos desde alguna formalidad científica o tecnológica. Al menos una de sus características o de sus interacciones suele quedar fuera de la inevitable selección que debe hacer el investigador. Por lo que el conocimiento de los objetos, y sus limitaciones, resulta de los fines con los que dichos objetos son investigados.

Si el conocimiento científico no tuviera un importante grado de certidumbre, resultado de un esfuerzo serio y metódico de confirmación y de refutación, sería equiparado a una mera opinión, de carácter subjetivo. Un alto grado de certidumbre no es totalmente ajeno a las ciencias fácticas. Si dos científicos razonan deductivamente y aceptan las mismas premisas, necesariamente llegarán a las mismas conclusiones. Si las conclusiones fueron la exitosa solución de un problema o llevaron a ella, se reforzará la idea de que las premisas son verdaderas y confiables. Aunque puede que no sea así. La Lógica deductiva establece que si las premisas fueron verdaderas y el argumento válido, hay certeza de que la conclusión es verdadera. Se puede lograr que el razonamiento cumpla las reglas deductivas pero ¿cómo el investigador puede estar totalmente seguro de que las premisas son verdaderas? Dos físicos, por ejemplo, pueden estar en desacuerdo o pueden tener dudas sobre la representatividad o la

precisión de determinados datos numéricos, o sobre cómo han de ser vinculados. Si logran completar y aceptar la información cuantitativa mínima seleccionada como significativa, los resultados de los cálculos no se discutirán. Pero es posible que su significado sea interpretado de diferentes maneras desde diferentes teorías, o con otros criterios y modelos interpretativos. De hecho, los debates por razones académicas en los distintos ámbitos científicos y tecnológicos han sido y son frecuentes, en los Congresos y fuera de ellos.

Desde una perspectiva histórica, epistémica, y lógica, queda en evidencia que la certidumbre de validez deductiva no es garantía de la verdad de sus conclusiones. La formalización del lenguaje científico y la representación cuantitativa de la información, junto con el tratamiento deductivo matemático de la misma, garantizan una mayor precisión y consistencia de los resultados. Pero los criterios y procedimientos de búsqueda y selección de información, y de interpretación y evaluación de la misma, junto con su cantidad, calidad y disponibilidad, son históricos y dependen de cada área teórica en particular y de los instrumentos disponibles –esto sin tomar en cuenta los aspectos sociales y otros también presentes.

La concepción de una verdad científica empírica absoluta e inapelable pertenece al dogmatismo. Pero esta postura epistémica es insostenible tanto desde el punto de vista formal como material. Por su parte, la certeza de que el conocimiento de la verdad es imposible o dudoso es propia del escepticismo. Pero el escepticismo duro se contradice en sí mismo, pues afirma con certeza que nada puede ser conocido con certeza. La actitud propia del investigador es la duda en el marco de la racionalidad científica.

La Física es la ciencia natural que ha recibido más atención de los epistemólogos positivistas, y la han erigido en un paradigma. Pero las teorías científicas, los métodos específicos y los tipos de explicación son diferentes de una ciencia a otra, y de una época histórica a otra en la misma ciencia. Las leyes científicas se consideran hipótesis de cuarto grado por estar fundadas teóricamente y contrastadas empíricamente. Pero no son “verdades establecidas”, definitivas.

El razonamiento derrotable o revisable ('defeasible')

Cuando llevan a cabo una investigación, los científicos y tecnólogos enfrentan problemas como: información o datos incompletos, faltantes, no actualizados, inconsistentes (ambiguos, incluso contradictorios), imprevisibles, o no suficientemente testeados (posiblemente erróneos – al medir o al registrarlos).

En condiciones imaginarias, un científico podría resolver cualquier problema con información accesible, suficiente, completa, clara, con incertidumbre especificada. Dispondría del conocimiento, y del tiempo, recursos y cooperación necesarios para persistir hasta alcanzar la solución. Podría anticipar o predecir con éxito confirmatorio todos los resultados, sin sorpresas, en base a un conocimiento verdadero y completo de todos los procesos y variables constitutivas. Pero las condiciones reales imponen fronteras de diverso tipo que exigen lidiar con los problemas usando todas las herramientas lógicas y epistemológicas que aproximen a la solución dentro de esas condiciones operativas. En toda investigación científica hay límites físicos, biológicos, sociales, culturales, económicos y políticos. El investigador integra equipos y dispone de información parcial, nula o no disponible y otra que busca y que puede alcanzar o no. A su vez, la información disponible puede ser imprecisa, no validada o inconsistente. Tanto el desarrollo del conocimiento empírico descriptivo y explicativo como el diseño de los objetos tecnológicos nuevos o rediseño de alguno existente, supone un proceso que difícilmente sea del todo lineal, a menos que se trate de una operación axiomatizada o automatizada.

No se pueden controlar todas las variables intervinientes dada la complejidad de los fenómenos. Esto supone que es posible encontrar errores en alguna de las conclusiones ya obtenidas, o caminos que no conducen a ningún lado, y hay que volver atrás, replantear las premisas, completarlas, o hacer correcciones imprevistas. Este procedimiento real es propio del razonamiento *revisable*, también llamado *revocable* o *derrotable* (todas son traducciones del término *defeasible*). Las conclusiones o productos que resultan de este razonamiento nunca son definitivos, completos, o cerrados; siempre son revisables, renovables e incluso revocables. No se trata de una refutación de

las conclusiones parciales, porque ello significaría su descarte o eliminación, con un criterio bivalente, fruto del deductivismo clásico. El sentido de esta forma de razonar es la superación de la calidad veritativo-epistemológica de las conclusiones. Se trata de rescatar lo que tienen de verdaderas, y de remodelarlas o refundarlas a partir de premisas refinadas, reducidas o ampliadas. Hay un tratamiento semánticamente complejo y una concepción polivalente de la verdad.

Este razonamiento es no-monotónico, es decir que el logro de información adicional que se agrega a las premisas en el proceso investigativo, puede dar como resultado una modificación de las conclusiones obtenidas aún cuando ninguna premisa anterior sea descartada ni modificada en forma alguna, y sean todas verdaderas. Esto genera incertidumbre respecto de la continuidad de las conclusiones obtenidas y simultáneamente aumenta la certidumbre por el soporte más sólido de las nuevas conclusiones. Entre las diversas Lógicas No-monotónicas que permiten generar modelos para el desarrollo de información y para el tratamiento y resolución de problemas en contextos de incertidumbre, se pueden mencionar la Lógica multivaluada, la Lógica por defecto, y la Lógica difusa, por nombrar algunas.

El razonamiento abductivo o retroductivo

El razonamiento *abductivo* fue desarrollado y potenciado como método de descubrimiento de hipótesis por Charles Peirce. Primero lo llamó *hipótesis*, y luego *retroducción* y *abducción*, y lo reconoció como la clave de su pragmatismo. Peirce atribuye este razonamiento a Aristóteles (An.Pr. B 25, 69a 20–23) considerando que tiene una forma silogística vista como la inferencia de la premisa menor a partir de la premisa mayor y la conclusión. Es una inferencia no demostrativa, o probable.

La abducción es un razonamiento que explica de modo hipotético una observación desconcertante, una situación problemática. Un ejemplo tecnológico es el diagnóstico médico. Primero el médico observa un conjunto de síntomas en un paciente, los que toma como indicadores o efectos, lo interroga sobre algunas condiciones y antecedentes, toma en cuenta sus conocimientos médicos teóricos, y formula una hipótesis sobre el diagnóstico del

paciente (Aliseda,28). Luego, lo confirma con estudios adicionales hechos por él o por otros especialistas.

La abducción peirceana se completa con la contrastación empírica, esto es, cada conjetura se debe comprobar por comparación con la observación:

La Retroducción es la adopción provisoria de una hipótesis, cuyas posibles consecuencias se pueden verificar experimentalmente, por lo que es de esperar que la aplicación perseverante del mismo método vaya a revelar su desacuerdo con los hechos, si hay tal desacuerdo. Por ejemplo, todas las operaciones de la química fallan al descomponer hidrógeno, litio, glucinum, boro, carbono, nitrógeno, oxígeno, flúor, sodio, . . . oro, mercurio, talio, plomo, bismuto, torio y uranio. Provisionalmente suponemos que estos cuerpos son simples; porque si no, la experimentación similar detectaría su naturaleza compuesta, si se pudiera detectar. A eso llamo retroducción. (CP 1.68).

En la abducción peirceana están presentes las acciones de confirmación y de refutación y de conocimiento conjetural, pero carentes de escepticismo pleno.

... cualquier proposición científica siempre es susceptible de ser refutada y que caiga en un corto plazo. Una hipótesis es algo que se ve como si fuera verdad y fuera cierta, y que es capaz de verificación o refutación mediante la comparación con los hechos. La mejor hipótesis, en el sentido de la más recomendable para el investigador, es la que puede ser más fácilmente refutada si es falsa. (CP 1.120)

Mientras que en la deducción se razona desde una hipótesis, en la inducción y en la abducción se razona desde los hechos hacia una hipótesis explicativa. Peirce distingue la inducción, entendida en su sentido enumerativo incompleto, y la abducción comparando la primera con una descripción resumida de la ciencia y la segunda con una explicación teórica: “la inducción es una inferencia de un todo a partir de una muestra, mientras que la abducción es una inferencia de una hipótesis explicativa a partir de un cuerpo de datos”. (Burks, 301). Los siguientes ejemplos, dados por Peirce (CP 2.623), ayudan a comparar. Supóngase una habitación en la que hay varias bolsas con porotos de distintas clases. Entonces:

1) Deducción

Premisa Mayor Universal (“regla”) Todos los porotos de esa bolsa son blancos
P. Menor: Caso Estos porotos vienen de esa bolsa
Conclusión: resultado Luego, estos porotos son blancos

2) Inducción

P. Mayor: Caso Estos porotos vienen de esa bolsa
P.Menor: resultado Estos porotos son blancos
Conclusión Universal (“regla”) Luego, todos los porotos de esa bolsa son blancos

3) Abducción

Premisa Mayor Universal (“regla”) Todos los porotos de esa bolsa son blancos
P.Menor: resultado Estos porotos son blancos
Conclusión: Caso Estos porotos vienen de esa bolsa

En la deducción se pueden vincular proposiciones universales con casos particulares o singulares. Una regla deductiva básica es el *modus ponens*: $(\varphi \rightarrow \psi), \varphi \vdash \psi$. Una interpretación de la misma es: si ocurre un hecho H, se da el resultado R, y ocurre un hecho H, luego se da el resultado R.

La abducción infiere una explicación o hipótesis explicativa para lo ocurrido. La estructura de la abducción es: $(\varphi \rightarrow \psi), \psi / \varphi$. Una interpretación de la misma es: si ocurre un hecho H, se da el resultado R, y ocurrió dicho resultado, Luego es una hipótesis plausible que haya ocurrido el hecho H. Son ejemplos de abducción (Peirce, CP.2.625):

(1) si se encuentran restos de peces en la tierra, lejos del mar, se puede suponer que antes el mar estuvo cubriendo esa tierra.

(2) Numerosos documentos y monumentos se refieren a Napoleón Bonaparte. Aunque no hayamos visto a este hombre, no se pueden explicar estos documentos y monumentos, sin suponer que realmente existió.

(3) “Una vez aterricé en un puerto de mar en una provincia turca; y, mientras caminaba hacia la casa que iba a visitar, me encontré

con un hombre a caballo, rodeado de cuatro jinetes que sostenían un dosel sobre su cabeza. Ya que el gobernador de la provincia era el único personaje que se me ocurrió que sería tan grandemente honrado, inferí que se trataba de él."

Peirce considera que tanto la justificación como el descubrimiento de una hipótesis son formas de razonamiento. Establece que si bien una hipótesis se puede *originar*, psicológicamente, por concurso de la imaginación o la intuición, se puede *explicar* mediante una estructura lógica argumental. Peirce reconoce cuatro tipos de razonamiento, objeto de la Lógica: la deducción, la inducción, la abducción y la analogía.

La deducción es una inferencia analítica, necesaria y monótonica. La abducción, la inducción y la analogía son inferencias sintéticas, y probables, de diferentes tipos. Son instrumentos de la lógica del descubrimiento, o la invención, que es una lógica no-monotónica.

La abducción no se reduce a ninguna otra forma de razonamiento, sino que tiene una *estructura lógica propia*: es una inferencia *explicativa* ya que va de los hechos a sus posibles causas. Dichas causas se establecen como una probable explicación o conclusión argumental, dada la información de las premisas. Peirce dice que "[l]a abducción es el proceso de formación de hipótesis explicativas. Es la única operación lógica que introduce alguna idea nueva"(CP 5.172).

Douven (2011) considera que la principal diferencia entre la concepción de la abducción que tiene Peirce y la actual es que el primero establece la abducción en el contexto de descubrimiento, en tanto es un método generador de hipótesis que luego deben ser evaluadas, mientras que hoy se la posiciona en el contexto de justificación, y se la identifica con la *inferencia a la mejor explicación* (IME) que se centra en la evaluación del poder explicativo de las hipótesis y de las teorías. La hipótesis que mejor explicaría la evidencia, si fuera confirmada, es la que tiene prioridad. Su estructura es:

Dada una evidencia E y un conjunto de explicaciones probables H_1, \dots, H_n de E, si H_i explica E mejor que cualquier otra hipótesis, se infiere que H_i es más cercana a la verdad que cualquier otra hipótesis (Douven, 2011).

Si un turista llega a una ciudad y ve las calles mojadas, puede formar la hipótesis de que ha llovido, pues cuando llueve, las calles están mojadas. También puede formar una segunda hipótesis: ha pasado un camión regando las calles para limpiarlas, pues el día siguiente habrá un festival en dichas calles, habrá muchos turistas, y es probable que el intendente haya ordenado regarlas. Evidencia adicional podría ayudar a seleccionar una opción: si las veredas y los techos de los vehículos están mojados, habría que descartar la segunda hipótesis, y si están secos, la primera.

La hipótesis debe ser verificable experimentalmente, lo cual tiene costos económicos, que se tienen en cuenta al elegir la mejor explicación entre las lógicamente posibles. En la *inferencia a la mejor explicación*, de iguales premisas se concluye que H es la *mejor* explicación del resultado R observado, dados los datos E y los conocimientos disponibles (premisas). Así, por ejemplo, la evidencia que tenía Darwin, dada por diversos hechos biológicos, no le permitía inferir deductivamente la vigencia de la selección natural, pero la hipótesis de la selección natural era la mejor explicación teórica de dicha evidencia empírica (Lipton).

Una hipótesis explica *mejor* que otras si su grado de probabilidad de ser verdadera es más alto. Y tal es el caso si su potencial confirmatorio es mayor, es decir, si es más exitosa respecto de sus consecuencias empíricas y su fundamento teórico.

Puede haber varias hipótesis que explicarían la evidencia disponible, por lo que hay que rechazar todas las hipótesis alternativas antes de hacer la inferencia. Así, a partir de la premisa de que una hipótesis dada brindaría una "mejor" explicación de la evidencia de lo que lo haría cualquier otra hipótesis, se infiere la conclusión de que la hipótesis seleccionada es (aproximadamente) verdadera (Harman, p.89).

Es más difícil que sea errada una hipótesis con sustento teórico y cuyas consecuencias empíricas son concordantes con la evidencia, pero el grado de probabilidad de una hipótesis y sus éxitos confirmatorios no la convierten necesariamente en la mejor explicación. El éxito predictivo de una hipótesis puede no concordar con su verdad. De hecho, en la historia de la ciencia se constata que hubo hipótesis que fueron exitosas durante un

tiempo para explicar y predecir algún hecho o proceso, y luego se descartaron como erradas y fueron reemplazadas por otras mejores (Lipton). Así, por ejemplo, es posible que un médico gastroenterólogo haga abundantes abducciones exitosas para diagnosticar a sus pacientes, pero sin duda fracasará también varias veces, pues muchos problemas digestivos son psicógenos, y en general los gastroenterólogos no están preparados para considerar variables psicológicas en sus hipótesis.

Situaciones empíricas semejantes pueden originarse en causas o condiciones diferentes. A su vez, la “evidencia disponible” no siempre es suficiente para soportar hipótesis fuertes. Éstos son problemas de incertidumbre con los que tiene que lidiar el razonamiento abductivo.

Desde hace algunos años, se usa la abducción en la *programación lógica*, cuando se conoce la explicación general, pero no una de las premisas. La abducción se ve entonces como el razonamiento para obtener como hipótesis esta premisa faltante.

Así la abducción y la inducción se consideran complementarias en el razonamiento por omisión (*default*), o plausible, que contiene casos generales y excepciones: por inducción se infiere la regla general, ya que sus premisas y su conclusión se refieren a casos específicos; por la abducción se infieren las premisas específicas, dados la regla general, y los casos o instancias específicas de su conclusión y alguna de sus premisas. Así, la abducción puede responder la pregunta ¿qué necesito asumir sobre el pájaro Tweety si quiero inferir que vuela? Respuesta: que es un ave típica (Flach, p.685).

Conclusión

Las metodologías científicas más aptas para tratar con la incertidumbre en la resolución de problemas empíricos se fundan en Lógicas no-monotónicas.

En el presente artículo se ha desarrollado parcialmente el significado y la utilidad de dos métodos no-deductivos: el razonamiento revisable y la abducción, o inferencia a la mejor

explicación, que son frecuentemente utilizados en la investigación científica y tecnológica.

Referencias Bibliográficas

- Aliseda, A. (2006). *Abductive Reasoning. Logical Investigations into Discovery and Explanation*. Dordrecht, The Netherlands: Springer,
- Burks, A.W. (1946). Peirce's Theory of Abduction. En: *Philosophy of Science*, Vol.13, N°4, 301-306.
- Douven, I. (2011). Abduction. En *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2011 Edition), E. N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/spr2011/entries/abduction/>.
- Flach, P. A. (2006). Modern Logic and its Role in the Study of Knowledge. En Dale Jacquette, *A companion to philosophical logic*. MA, USA: Blackwell.
- Harman, G. H. (1965). The Inference to the Best Explanation. En *The Philosophical Review*, Vol. 74, No. 1. pp. 88-95.
- Lipton, P. (2006). Abduction. En Sarkar, S. y Pfeifer, J. (eds.). *The Philosophy of Science. An Encyclopedia*. 2 Vol. New York: Routledge.
- Peirce, C. S. (1931). *The Collected Papers of Charles Sanders Peirce*. Vols. 1–6, 1931–1935, Ch. Hartshorne and P. Weiss (eds.). Vols. 7–8, 1958, A. W. Burks (ed.). Cambridge, MA.: Harvard University Press.

* * *