MODELOS TEÓRICOS: DESCUBRIMIENTO Y EXPLICACIÓN *MORE PREDUCTIVO*

BELL 2011, Universidad de Sevilla
14 de Junio de 2011

Andrés Rivadulla, UCM

arivadulla@filos.ucm.es

http://fs-morente.filos.ucm.es/docentes/rivadulla/inicio.htm

Proyecto MICINN FFI2009-10240
Grupo Complutense de Investigación 930174
Acción Integrada AIB2010PT-00106

Para Popper, uno de los dos problemas fundamentales de la epistemología era el problema de la inducción. (El otro era el de la demarcación entre ciencia y no ciencia)

Así lo defiende en su primer libro escrito *Los dos problemas fundamentales de la teoría del conocimiento* (1932-1933) (J. C. B. Mohr, Paul Siebeck, Tübingen 1979. Edición española: *Los dos problemas fundamentales de la epistemología*, Tecnos, Madrid 1998)

En la primera línea de “Conjectural Knowledge: My Solution of the Problem of Induction”, *Revue Internationale de Philosophie*, no. 95-96, 1971, posteriormente Cap. 1 de su *Conocimiento Objetivo*, 1972, Popper afirma haber resuelto un problema filosófico de la mayor importancia: el problema de la inducción.

Entendida la inducción como la inferencia que pasa de *enunciados singulares o particulares*, descripciones de observaciones o experimentos, a *enunciados universales*, hipótesis o teorías (LIC, 1935, §1),

en *Conjeturas y Refutaciones* (1963: 53), asevera que “La inducción, e. d. la inferencia basada en numerosas observaciones, es un mito.”

Y en la nota de 1972 a la edición inglesa de LIC precisa que la solución negativa del problema de la inducción ofrecida en LIC consiste en que “No podemos justificar nunca racionalmente una teoría, e. d., nuestra creencia en su verdad o en su probabilidad de ser verdadera.”

No contento con su actitud antiinductivista, Popper avanzó un paso más y rechazó la relevancia del *contexto de descubrimiento científico* para la metodología de la ciencia. En este rechazo estuvo acompañado por Hans Reichenbach.

(Curiosamente ambos filósofos de la ciencia de los años 30 del siglo XX fueron quienes propusieron la distinción entre *contexto de justificación* y *contexto de descubrimiento científico*.)

En efecto, Popper (LIC, § 2) sostiene:

"el acto de concebir o inventar una teoría, no me parece que exija un análisis lógico ni sea susceptible de él"

"no existe, en absoluto, un método lógico de tener nuevas ideas, ni una reconstrucción lógica de este proceso"

De este desprecio por el contexto de descubrimiento se hicieron eco los investigadores en IA, quienes acabaron ocupando el espacio dejado libre por los filósofos de la ciencia.

Como ejemplo, valgan estas palabras de Pat Langley:

“Most analyses of the scientific method come from philosophers of science, who have focused mainly on the evaluation of hypotheses and largely ignored their generation and revision … Some (e.g., Popper (1959 [o sea, LIC]) have even suggested that rational accounts of the discovery process are impossible.” [“Computational Discovery of Scientific Knowledge”. En S. Dzeroski and L. Todorovski (ed.): *Computational Discovery*, LNAI 4660, p. 3, Springer 2007]

De esta situación también se han percatado algunos filósofos de la ciencia, como Donald Gillies, quien en “Problem-Solving and the Problem of Induction”, p.105 [En Z. Parusniková and R. S. Cohen (eds.), *Rethinking Popper*, Springer 2009], para contrariedad de Popper, reconoce que “researchers in artificial intelligence (AI) have developed a form of computer induction”.

Pocas líneas más abajo, respecto del contexto de descubrimiento científico, en consonancia con los investigadores en IA, Gillies reconoce también, para desconcierto de Popper, que “There is a branch of AI known as ‘machine learning’ whose aim is to generate hypotheses automatically from data, in other words to carry out mechanical induction.”

Lo mismo cabría decir de Paul Thagard, quien en su *Computational Philosophy of Science*, The MIT Press, Cambridge, MA 1988, desarrolla el programa PI de inteligencia artificial para la resolución de problemas y para la inducción.

La implementación de métodos de IA para el descubrimiento de conocimiento científico permite la automatización de inferencias inductivas y abductivas.

En los últimos treinta años los investigadores en aprendizaje automático (machine learning) han desarrollado sistemas computacionales capaces tanto de redescubrir muchas leyes empíricas de la física y la química, como de posibilitar el descubrimiento de ecuaciones a partir de bases de datos.

Muchos sistemas como BACON, DENDRAL, FAHRENHEIT, IDS, LAGRAMGE, PI, etc han sido aplicados con éxito.

El filósofo Paul Thagard y los científicos computacionales Pat Langley, Jeff Shrager, Bernd Hordhausen, Brian Falkenhainer, Jan Zytkow, y muchos otros, han generado grandes expectativas en la automatización de sistemas inductivos y abductivos de descubrimiento científico.

La conclusión de Gillies no puede más desmoralizadora para Popper:

el desarrollo científico, por medio de las investigaciones en IA, refuerza la idea de la existencia de reglas inductivas y le quita la razón a Popper: “Popper’s 1963 induction is a myth quotation can no longer be regarded as correct.”

Ahora bien, las investigaciones en machine learning no sólo han llevado a cabo la automatización del razonamiento inductivo. También la del razonamiento abductivo.

La abducción, también conocida como *inferencia a la mejor explicación*, es, como la inducción, una inferencia ampliativa. Y según Peirce, es la forma por medio de la cual se introducen ideas nuevas en ciencia.

Si, por añadidura, es la única forma por la que se introducen ideas nuevas en ciencia, está por ver.

En todo caso no es difícil mostrar, para mayor inri de Popper, que las ciencias observacionales de la Naturaleza, y ciencias históricas, verbi gratia: paleontología, geofísica, arquelogía, etc, si adquieren su status científico es precisamente porque se sirven de la metodología abductiva. (Cfr. Rivadulla “Complementary Strategies in Scientific Discovery: Abduction and Preduction”. In Bergman, Paavola, Pietarinen & Rydenfelt (eds.), *Ideas in Action*, Nordic Studies in Pragmatism, 2010)

Estos hechos, que la nueva metodología de la ciencia pone de manifiesto, revelan, contra Popper, que las inferencias ampliativas: inducción y abducción, están al servicio del descubrimiento científico (y por ende de la explicación).

La cuestión que se plantea ahora de forma espontánea es si el razonamiento deductivo también está al servicio del descubrimiento científico.

Que lo está al servicio de la explicación científica está fuera de duda: Toda mi concepción acerca de la explicaciones teóricas en física (Cfr. *Éxito, Razón y Cambio en Física*, Cap. II: “Explicaciones teóricas. La implementación del método hipotético-deductivo de la física matemática”, Ed. Trotta, 2004), que procede de Einstein y Popper, apunta a esta idea.

Que el razonamiento deductivo esté también al servicio del descubrimiento científico, si lo está, no es inmediato.

Como sabemos, Peirce excluye tal posibilidad quizás con la misma convicción con la que Popper rechazaba la relevancia del descubrimiento científico para la metodología de la ciencia.

De hecho Peirce (CP, 5.145 y 5.171) afirma que la deducción no puede originar ninguna idea nueva.

Lo que para Peter Medawar ("Hypotheses and imagination". En *The Philosophy of Karl Popper*, 1974, p. 289) constituía un punto débil del deductivismo hipotético: "The weakness of the hypothetic-deductive system, insofar as it might profess to offer a complete account of the scientific process, lies in its disclaiming any power to explain how hypotheses come into being."

Pero si se echa una ojeada a los procesos por los cuales se postulan o se anticipan muchas leyes y/o modelos teóricos en física matemática, se constata que el razonamiento deductivo también sirve a los fines del descubrimiento y de la explicación.

Lo novedoso respecto a la explicación *intrateórica* es que el peso lo ponemos ahora en su carácter *interteórico* o *transversal teórico*, en el sentido de que involucra a la totalidad de la física.

Y esto vale también, por supuesto en el contexto de descubrimiento científico, donde la anticipación de propuestas nuevas (hipótesis, leyes, modelos teóricos) hasta entonces no disponibles, procede *more* interteórico o transversal teórico.

A este modo deductivo de descubrimiento y/o de explicación lo denomino *preducción teórica* o simplemente *preducción*. Sus notas son:

1. Entiendo por preducción teórica la forma de *razonamiento deductivo* por medio de la cual hipótesis fácticas, leyes y modelos teóricos son introducidos *como novedad* mediante la combinación, compatible con el análisis dimensional, de resultados previamente aceptados de la totalidad de la física.

2. El razonamiento preductivo parte de resultados previamente aceptados del acervo teórico disponible, que son postulados metodológicamente como premisas del procedimiento inferencial. En el bien entendido de que como tales premisas tienen carácter hipotético, por muy corroboradas que se consideren hasta el momento, *aceptado* no significa *aceptado como verdadero.*

3. Como las premisas del razonamiento preductivo son resultados aceptados pertenecientes a diferentes teorías o incluso disciplinas distintasde la física matemática, l*a preducción es deducción transversal o interteórica*. Esto es lo que hace posible anticipar, ideas (hipótesis, leyes, modelos) nuevas en física.

4. Anticipar preductivamente una hipótesis nueva o un modelo teórico nuevo supone generar de forma matemático-deductiva una ecuación o un conjunto de ecuaciones acopladas, cuyas consecuencias deben ser empíricamente adecuadas.

5. La preducción es una implementación interteórica o transversal teórica del método hipotético-deductivo. Su especificidad reside en que constituye una extensión del mismo al contexto de descubrimiento y al contexto de explicación.

6.Característico del razonamiento preductivo es que descubrimiento y explicación se solapan. De forma que a veces es difícil discernir qué es descubrimiento puro y qué es pura explicación. Algo parecido sucede con la abducción.

7. Pero la preducción no es una inferencia ampliativa. Es una inferencia anticipativa.

Aplicación a la preducción de modelos teóricos:

En Rivadulla (2004, *Éxito, Razón y Cambio en Física*, Ed. Trotta, Madrid) sostengo que:

1. Los modelos teóricos constituyen idealizaciones hipotéticas tendentes *tanto* a ‘salvar los fenómenos’ *como* a facilitar predicciones empíricamente contrastables acerca de los dominios empíricos con los que están concernidos.
2. No constituyen representaciones verdaderas, ni verosímiles, ni probables, ni similares, ni imitaciones de los mismos.
2. Son herramientas particularmente útiles en disciplinas carentes de teoría.
3. La exigencia ineludible de los modelos teóricos es su consistencia con leyes físicas aceptadas, y su concordancia con datos disponibles.
4. El requisito fundamental para la aceptación de un modelo teórico es su *éxito empírico.* Ni que decir tiene que ‘aceptación’ no ha de entenderse como ‘aceptación en cuanto verdadero’.

En general los físicos, cuando se enfrentan a un problema determinado, echan mano de aquello que tienen a su disposición, que no es siempre lo más eficaz.

A veces, a la hora de construir sus modelos teóricos, incluso pueden incurren en asumir supuestos inapropiados. Por ejemplo, si queremos modelizar la radiación del cuerpo negro el principio de equipartición de la energía de la mecánica estadística clásica conduce a la *catástrofe del ultravioleta.*
Y si queremos explicar la luminosidad solar podemos plantear un modelo clásico, que nos dará una temperatura central del Sol del orden de 10^{10} K, muy superior a 10^{7}K que da acertadamente la teoría cuántica.

En astrofísica la luz que nos llega de las estrellas es la única fuente observacional a partir de la cual podemos proponer hipótesis acerca tanto de sus atmósferas como de sus interiores. A falta de teorías propiamente dichas, la postulación de modelos teóricos es inevitable.

La exigencia científica ineludible es la consistencia de tales modelos con leyes físicas aceptadas -de hecho los modelos estelares serían impensables sin teorías ya aplicadas en otros dominios-, así como su concordancia con datos observacionales disponibles.

Como ejemplo de anticipación de modelo teórico presento el modelo clásico de Cefeida, estrella variable pulsante, donde descubrimiento y explicación se solapan. Dale Ostlie & Bradley Carroll: *Modern Stellar Astrophysics*, Addison-Wesley 1996, p.544 sostienen que "astrophysicists model the pulsational properties of stars to understand better their internal structure."

La modelización de una variable pulsante es un proceso típicamente *preductivo* consistente en la combinación de

1. La termodinámica clásica. Considerando el caso adiabático: *dQ=0*, e.d. que no hay intercambio de calor, la *Primera Ley de la Termodinámica* se reduce a *dU=-PdV*.
2. La *acústica y la teoría del movimiento ondulatorio*, donde la velocidad adiabática del sonido es $v_s = \sqrt{\gamma P / \rho}$

3. La ecuación de equilibrio hidrostático de la *mecánica newtoniana* $\frac{dP}{dr} = -\frac{GM_r \rho}{r^2}$

4. Integrando en esta ecuación y colocando el valor de la presión en la fórmula del sonido, y teniendo en cuenta que el periodo de pulsación es un tiempo, o sea: espacio partido por velocidad, obtenemos que el periodo es inversamente proporcional a la densidad, con lo que para estrellas mayores con densidades menores la oscilación es más rápida.

Quiero concluir avanzando la hipótesis de la *preducción computacional*.

La hipótesis computacional de la preducción teórica supone asumir la posibilidad de automatizar mecanismos de preducción.

Esta hipótesis se apoya en la existencia desde los años setenta del siglo pasado de métodos computacionales para la automatización de descubrimientos científicos.

Como ha quedado indicado antes, la aplicación de métodos de IA al descubrimiento científico permite la automatización de procesos inductivos y abductivos.

La preducción computacional no parece pues descabellada. La preducción automática facilitaría la anticipación de resultados nuevos en física teórica, y por tanto la creatividad científica.

El desarrollo de la preducción computacional es una tarea técnica que debe ser abordada por los científicos computacionales.

El papel del filósofo de la ciencia se limita a señalar su mera posibilidad, a saber: ampliar el desarrollo de modelos o sistemas computacionales de descubrimiento científico, más allá de los procesos ampliativos como los inductivos y abductivos, al campo de las inferencias anticipativas como la preducción teórica.

Éste es el contenido de la hipótesis computacional de la preducción teórica.

Si esta posibilidad se puede implementar es algo que está en la mano de los científicos computacionales, que puedan desarrollar razonadores deductivos capaces de llevarla a cabo.