

Datos y Explicación. Dos estrategias complementarias para abordar el problema de Duhem*

Francisco Manuel Saurí Mercader

Departament de Lògica i Filosofia de la Ciència
Universitat de València

1. Se suele entender por problema de Duhem el que una hipótesis H puede siempre ser defendida ante observaciones que vayan en su contra, en la medida en que reemplacemos los supuestos auxiliares A por una alternativa A' conveniente..

El problema de Duhem conduce a un argumento de infradeterminación. Los argumentos de infradeterminación tienen como conclusión que, dada una teoría sobre inobservables de la que se deducen los hechos observables, siempre hay otras teorías incompatibles de las que se deducen los mismos hechos. La pregunta que plantea el reto de la infradeterminación es: ¿Tenemos conocimiento teórico? Y si es así ¿Cómo lo obtenemos?

Recordemos que la primera condición para confirmar una hipótesis H deductivamente es, en términos lógico - formales, que de la verdad de la hipótesis H y los supuestos auxiliares A (juntos y no por separado) se deducen las observaciones E. En términos probabilísticos $p(E/H\&A)=1$.

Pero lo habitual es que las observaciones sean deducibles de otras hipótesis lógicamente incompatibles. Y entonces, no podemos decir que hemos confirmado una hipótesis H. Por tanto, hay que proponer alguna condición más.

Dos alternativas son:

(1ª) exigir que H explique E

(2ª) exigir que las alternativas a H sean descartables.

Este trabajo pretende comparar ambas alternativas fijándose en cómo aborda cada una el problema de Duhem. En representación de la estrategia de la explicación (la 1ª), se usa un artículo de Weber [Weber (2009)] quien defiende la inferencia de la mejor explicación. El representante elegido para la estrategia (2ª) es el experimentalismo de D. Mayo y su estadística del error [Mayo (1996) y (2006)].

2. Weber expone [Weber (2009), sec. 3] como caso de estudio la investigación sobre la replicación del ADN. Además de la conocida

hipótesis de Watson y Crick, denominada en su época hipótesis semiconservadora, se propusieron otras hipótesis. Se consideró que un experimento llevado a cabo por Meselson y Stahl confirmaba la hipótesis semiconservadora. Sin embargo, una de las hipótesis alternativas, la denominada hipótesis conservadora, también era compatible con el experimento de Meselson y Stahl.

Recordemos que actualmente se sabe que la replicación del ADN comienza con su apertura longitudinal y que luego se forman nuevas cadenas de ADN por adición de moléculas en cada una de las mitades longitudinales. La hipótesis conservadora explicaba la formación de las nuevas moléculas por mera copia de

la cadena completa sin ninguna división previa de la cadena.

El experimento de Meselson y Stahl partía de una población de *E. Coli* en la que se había sustituido el nitrógeno necesario para la síntesis del DNA por un isótopo más pesado. Luego se trasladaba la población a un medio con el isótopo normal más ligero y se la dejaba reproducirse. Se tomaba una muestra al principio y luego muestras sucesivas a intervalos regulares de la reproducción de la bacteria. Entonces se sometían las muestras a un proceso de centrifugación en una solución adecuada que situaba el DNA de la *E. Coli* a un nivel de profundidad de la solución según su densidad.

Lo que se observaba es que tras una generación aparecía una banda de densidad intermedia. Tras otra generación, la banda intermedia estaba todavía presente pero había aparecido una nueva banda correspondiente al ADN ligero. Una interpretación obvia de este patrón era que la banda de densidad intermedia era la banda de las moléculas híbridas compuesta de una parte ligera y otra pesada. Las híbridas podían haber sido producidas por el esquema semiconservador, de acuerdo con el cual cada nueva doble hélice preserva un lateral de la molécula de partida. [ibid., p. 27]

Por el contrario, el mecanismo conservador no debía producir una banda de densidad intermedia a menos que se supusiese, como supuesto auxiliar adicional (que podemos llamar A'), que la banda intermedia representaba moléculas-padre de ADN con nitrógeno pesado pegadas a las moléculas-hijo de ADN con nitrógeno ligero.

En otro experimento posterior, Meselson y Rolfe [ibid., sec. 5], demostraron que eso no ocurría. Pese a ello, tal como lo cuenta Weber, los científicos aceptaron la hipótesis semiconservadora *antes* del segundo experimento, es decir, antes del experimento de de Meselson y Rolfe

3. El experimentalismo de Mayo exige la siguiente condición añadida para que haya confirmación: la probabilidad de que la hipótesis H supere el procedimiento de contrastación con un resultado tan bueno como E, supuesta la falsedad de H, es muy baja. Es decir: $p(E/\text{no } H) \ll 1$. [Mayo (1996), cap. 6, sec. 2].

Conviene atender el hecho de que Mayo está haciendo hincapié en el proceso de contrastación y, en última instancia, el que éste sea severo quiere decir que sea fiable [Mayo (1996), pp. 9, 11-12]. Y esa fiabilidad viene dada porque el procedimiento ha sido utilizado y sabemos qué información nos puede dar. (Mayo pone esto en términos estadísticos desde una visión frecuentista de la probabilidad -[Mayo (1996), cap. 11]).

Este caso se habría dado en la confirmación de la estructura de doble hélice del ADN mediante los rayos X [Weber (2009) sec. 3], donde el modelo experimental, la conexión entre la evidencia y el mecanismo propuesto, no ofrecía dudas. Qué podíamos o no podíamos saber de una molécula como el ADN mediante los rayos X ya había sido establecido con anterioridad y podía ser utilizado en este caso.

Igualmente, podemos comparar el concepto de procedimiento de contrastación de Mayo con un aparato del que sabemos que es fiable en determinadas situaciones porque ha sido puesto a prueba en esas situaciones. La severidad del proceso de contrastación es la contraparte de la fiabilidad de un aparato. Para Mayo, el problema de Duhem se bloquea porque las posibles alternativas a la hipótesis son descartadas gracias a la condición de severidad. El procedimiento de contrastación sabemos que dará resultados fiables de la

misma manera que sabemos que un aparato funcionará bien si opera en las condiciones de funcionamiento comprobadas.

Y en efecto, Mayo puede señalar (como bien dice el propio Weber [Weber (2009), sec. 5]) que hasta el segundo experimento, el de Meselson y Rolfe, en realidad, no había evidencia confirmadora concluyente a favor de la hipótesis semiconservadora. La severidad del experimento falla en la medida en que la conexión entre la evidencia y el mecanismo propuesto, la conexión entre experimento e hipótesis, no ha sido establecida [Mayo (1996), pp. 147-148]. En concreto, en este caso, el procedimiento de contrastación no es fiable porque el supuesto auxiliar adicional A' no ha sido contrastado. Es como si pusiésemos a funcionar un aparato a 60°C y nos fiásemos de él cuándo sólo sabemos que funciona bien entre 5°C y 40°C.

4. Pero Weber insiste en que ésta no puede ser la respuesta porque entonces "[...] nunca podremos decir que el experimento soportó la hipótesis de Watson - Crick [la hipótesis semiconservadora]; cualesquiera que fuesen las pruebas adicionales que se hiciesen." [Weber (2009), p. 33]. Según Weber, siempre podremos reinterpretar los resultados para plantear el problema de Duhem. Por otra parte, tal como lo cuenta Weber, los científicos no habían realizado una contrastación severa pero, pese a ello, aceptaron los resultados. El porqué, según Weber, es que el mecanismo semiconservador era una buena explicación y esto es suficiente para la confirmación.

5. Según Weber, la inferencia a la mejor explicación también soluciona el problema de Duhem. Para ambas cosas, dice Weber, hay que "mostrar que el experimento de Meselson-Stahl apoyaba la hipótesis semiconservadora sin la ayuda de pruebas adicionales para eliminar errores posibles en la interpretación de los datos (excepto la calibración de los instrumentos)." [ibid., p. 38]. Es decir que el experimento de Meselson y Rolfe no era necesario para la confirmación.

Weber entiende aquí por explicación de un fenómeno "describir un mecanismo que produce el fenómeno" [ibid., p. 33]. Y define mecanismo como entidades y actividades organizadas tales que producen cambios regulares desde las condiciones de comienzo a las de finalización [idem]. En el caso que nos ocupa, se supone que las moléculas de ADN tienen unos componentes y se comportan de una determinada manera. Lo que está en cuestión es el comportamiento del ADN en su replicación y se oponen dos mecanismos: el de la hipótesis semiconservadora y el de la hipótesis conservadora.

La importancia de los mecanismos depende de cómo Weber entiende la mejor explicación. La mejor explicación es la que proporciona mayor "familiaridad con las entidades y actividades, así como con ciertos patrones de dependencia contrafáctica involucrados en la producción del fenómeno explicado, en particular en tanto que instancia regularidades." [ibid., p.36]. Por tanto, una buena explicación es "una descripción de un mecanismo, en otras palabras, una disposición de procesos causales entrelazados que juntos producen los hechos a explicar." [ibid., p. 37)

Lo que Weber sugiere es que sin la necesidad del segundo experimento, el mecanismo semiconservador "[...] era suficiente para explicar los datos por sí mismo. Por el contrario, [sigue Weber,] los mecanismos alternativos [la hipótesis conservadora] hubieran requerido la adición de mecanismos o "epiciclos" en orden a explicar los datos de Meselson y Stahl [en concreto, suponer que había moléculas pesadas y ligeras que estaban pegadas]. [...] Por

el contrario, con el mecanismo semiconservador [con la apertura de la doble hélice] está absolutamente claro por qué es probable producir los patrones de bandas; nada es misterioso." [ibid., p. 38]

De este modo, según Weber, la hipótesis semiconservadora es la que está respaldada por la mayor evidencia [cf. ibid., p. 46] y queda solucionado el problema de Duhem.

6. Pero al precio de olvidarse del apoyo empírico. Porque cabe pensar que lo que hicieron los científicos en el ejemplo de Weber fue descontar un resultado favorable. Y, en ese caso, el experimentalismo de Mayo lleva ventaja: 1º) Si el resultado favorable del segundo experimento no se hubiese dado, entonces Mayo podría presumir de que ella ya lo había advertido, dado que la contrastación no era severa.

2º) Aceptemos que ser la mejor explicación es una evidencia en favor de la hipótesis semiconservadora. Pero no permite confirmarla. Porque hay al menos dos mecanismos de replicación del ADN excluyentes entre sí. Y hasta el segundo experimento, el de Meselson y Rolfe, no supieron los científicos exactamente lo que el primer experimento, el de Meselson y Stahl, establecía. Sencillamente porque no se había establecido si lo que mostraban las bandas de densidad del primer experimento eran moléculas de ADN pegadas entre sí o cadena de ADN con nitrógeno pesado y ligero. Y ese defecto es precisamente lo que la severidad de Mayo nos señala.

3º) Como he dicho, Weber critica a Mayo por su solución del problema de Duhem. Weber cree que conduce a un regreso infinito de contrastaciones. Y que eso se evita mediante la inferencia de la mejor explicación, pues ésta involucra los mecanismos explicativos que funcionan como un todo [ibid., p. 39]. Pero Mayo aceptaría que al realizar una contrastación existe un conocimiento que no se pone en cuestión, y que se puede concretar en mecanismos o modelos [Mayo (1996), cap. 5]. En nuestro caso, hay un mecanismo subyacente *común* a las dos hipótesis que nos conciernen que no está puesto en cuestión y que, precisamente, permite eliminar el resto de hipótesis alternativas. Pero entre las dos hipótesis sólo se decide descartando empíricamente el supuesto auxiliar A' sobre el significado de las bandas de densidad. Y eso es lo que señala el requisito de severidad de Mayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Mayo, D. (1996), *Error and the Growth of Experimental Knowledge*, University of Chicago Press.

Mayo, D. (2006), *Severe Testing, Error Statistics, and the Growth of Theoretical Knowledge*, Borrador, 25/9/2008, <http://www.error06.econ.vt.edu/>

Weber, M. (2009), "The Crux of Crucial Experiments: Duhem's Problems and Inference to the Best Explanation", *British Journal of Philosophy of Science* 60, 2009, 19-49.

*La elaboración de este trabajo ha contado con la ayuda del Ministerio de Ciencia e Innovación. Código del proyecto: FFI2008-01169/FISO.