

KARL POPPER  
(Universidad de Londres)

## Introducción

Los términos técnicos «falsable» («empíricamente refutable») y «falsabilidad» («refutabilidad empírica») fueron introducidos por Karl Popper en la revista *Erkenntnis* (3, 1933, p. 246 y ss.) y en *La Lógica de la investigación científica* (1934), en relación con su solución del —por él denominado— *problema de la demarcación*, el cual consiste en la búsqueda de un criterio que nos permita distinguir las proposiciones empírico-científicas (teorías, hipótesis) de otras, y particularmente de las pseudo-científicas, las precientíficas y las metafísicas. (El problema de la demarcación debe ser diferenciado del de la verdad, que es aún más importante, ya que también teorías falsas (falsadas), como por ejemplo las fórmulas de radiación de Rayleigh-Jeans y de Wien<sup>1</sup> o la teoría atómica de Bohr de 1913 tienen obviamente el carácter de afirmaciones empírico-científicas).

Aunque (según Tarski y Popper) no puede haber ningún criterio de verdad, sí que hay, de acuerdo con Popper, un criterio de demarcación: el *criterio de falsabilidad*, según el cual una proposición (o una teoría) es empírico-científica si y sólo si es falsable.

### A. «Falsabilidad» en sentido lógico

Mas, ¿cuándo es falsable un enunciado? Para la presente discusión es de la mayor importancia que la falsabilidad, en el sentido del criterio popperiano de demarcación, sea un asunto puramente lógico, e.d. *que tenga que ver sólo con la estructura lógica de los enunciados y las clases de enunciados*, y nada con la cuestión acerca de si cierta falsación experimental propuesta es o no es reconocida como tal.

---

\* Título del original: «Zwei Bedeutungen von Falsifizierbarkeit». En H. Seiffert und G. Radnitzky (eds.), *Handlexikon zur Wissenschaftstheorie*. Ehrenwirth Verlag GmbH, München 1989.

## I. LA TESIS

Una proposición (o una teoría) es falsable, según Popper, cuando y sólo cuando hay al menos *un* enunciado básico que la contradiga lógicamente. Es importante que no se exija que el enunciado básico en cuestión sea verdadero, pues la clase de las frases básicas se caracteriza porque todo enunciado básico describe un suceso lógicamente posible (un estado de cosas posible), un suceso cuya observabilidad es lógicamente posible. (Un suceso de este tipo puede ser calificado como una posibilidad de *falsación*).

## II. CUATRO EJEMPLOS

A fin de que estas reflexiones no sean demasiado abstractas, vamos a poner y discutir a continuación cuatro ejemplos, dos de proposiciones falsables y otros dos de no falsables.

1. «Todos los cisnes son blancos». Esta teoría es falsable, ya que contradice p.e. al siguiente enunciado básico (que, dicho sea de paso, es falso): «El 16 de Mayo de 1934, entre las 10 y las 11 de la mañana, había un cisne negro ante el monumento a la emperatriz Isabel, sito en el Volksgarten de Viena».

2. El principio einsteiniano de proporcionabilidad entre masa inerte y masa gravitatoria (pasiva)<sup>2</sup>. (Este «principio de equivalencia» parece ser verdadero, a pesar de que recientemente fue atacado). Aunque está en contradicción con muchas posibilidades de falsación, es decir con sucesos cuya observación es lógicamente posible, hasta ahora todos los experimentos parecen confirmarlo exactamente, ello a pesar de todos los empeños por producir experimentalmente una posibilidad de falsación (Roland Eötvös ideó tales experimentos).

3. «Todas las acciones humanas son egoístas, están dirigidas por el propio interés, y las que no lo aparentan se llevan a cabo con el interés egoísta de aparecer como altruistas ante sí mismos y los demás». Esta teoría está ampliamente extendida y tiene variantes conductistas, psicoanalíticas, utilitaristas, vulgar-marxistas, de la psicología individual, religiosas («alcanzar el reino de los cielos»), y de la sociología del conocimiento («el conocimiento está dirigido por el interés»). Es claro que ni la teoría ni sus variantes son falsables, pues se trata de ideologías pseudocientíficas.

4. Tampoco son falsables las proposiciones siguientes; ni el famoso ejemplo de Rudolf Carnap de enunciado existencial puro: «Hay un color ('rojo trompeta'), cuya contemplación causa pavor», ni este otro: «Hay una ceremonia cuya ejecución exacta obliga al diablo a aparecer». Tales proposiciones no son falsables. (Pero sí son verificables en principio, pues no es lógicamente imposible dar con una ceremonia, cuya ejecución

conduzca a la aparición de un humanoide con cuernos y pata de caballo. Y si a partir de un momento dado la repetición de la ceremonia no produce este resultado, ello no constituiría ninguna falsación, pues quizás se habría pasado por alto una característica inaparente pero esencial de la ceremonia).

Como muestran estos ejemplos, falsabilidad como criterio de demarcación no significa realización práctica, futura o pasada, de una falsación, aunque la misma no hubiera planteado problemas. Falsabilidad no significa más que relación lógica entre la teoría en cuestión y la clase de las posibilidades de falsación o clase de enunciados básicos. La falsabilidad es pues relativa a esta clase; dada la cual, la falsabilidad es un asunto puramente lógico, y tiene que ver con la estructura lógica de la teoría considerada.

Que la clase de las posibilidades de falsación (o de los enunciados básicos) tiene que estar dada se ve muy bien en nuestro ejemplo 1.

Antes hemos dicho que el enunciado «Todos los cisnes son blancos» es falsable. ¿Qué pasaría empero si, cada vez que a alguien se le mostrara un cisne no blanco adoptase la actitud de decir que el ave en cuestión no es un cisne, dado que para los cisnes es «esencial» ser blancos? Una actitud de esta naturaleza conlleva declarar como lógicamente imposibles a los cisnes no blancos (y también pues como inobservables), y a excluir por tanto su aparición de la clase de las posibilidades de falsación. En relación a esta clase modificada el enunciado que afirma que todos los cisnes son blancos naturalmente no es falsable. Para evitar situaciones como ésta podemos exigir, siguiendo una propuesta de Popper, que, todo aquel que defienda el carácter empírico-científico de una teoría, indique en qué circunstancias estaría dispuesto a declararla falsada; dicho de otro modo, que describa alguna o algunas posibilidades de falsación.

## B. «Falsabilidad» en sentido práctico

Pasamos a tratar ahora un segundo sentido de «falsable» y «falsabilidad», el cual debe ser claramente distinguido de la falsabilidad como criterio lógico de demarcación, a fin de evitar confusiones. De ahí que se pueda plantear la pregunta siguiente: ¿Puede llegar a ser tan concluyente una falsación que haya que declarar falsada (y, por consiguiente, falsa) a la teoría en cuestión? ¿Acaso no hay siempre escapatoria para el que quiera salvar su teoría?

## I. EL ESTADO DE LA CUESTIÓN

Desde la primera edición de *La lógica de la investigación científica* (1934), e incluso en el libro recientemente aparecido *Die beiden Grundpro-*

*bleme der Erkenntnistheorie*<sup>3</sup> (escrito entre 1930 y 1933, y publicado en 1979), Popper ha venido insistiendo en que *en este sentido* (práctico, N.d.T.) las mejores teorías empírico-científicas no son *demostrables* como falsas, e.d. *no son falsables*. «Hay muchas maneras de proteger a todo sistema teórico de una falsación empírica» (*Grundprobleme*, p. 353). «Siempre hay escapatorias posibles para evitar una falsación —por ejemplo, hipótesis auxiliares introducidas ad hoc...» (*Lógica de la investigación científica*, 1.ª edición, p. 13; ediciones posteriores, p. 16). «...nunca se puede aportar una prueba lógica concluyente de la insostenibilidad de un sistema...» (*Lógica de la investigación científica*, 1.ª edición, p. 20; posteriormente, pp. 22-23).

Debemos distinguir pues dos significados de las expresiones «falsable» y «falsabilidad».

1. «Falsable» como término técnico en sentido del criterio de demarcación de falsabilidad. Este es un concepto puramente lógico que descansa en una relación puramente lógica entre la teoría en cuestión y la clase de los enunciados básicos (o la de las posibilidades de falsación descritas por éstos).

2. «Falsable» en el sentido de que la teoría en cuestión puede ser definitiva o concluyentemente falsada. Popper ha aseverado siempre que una teoría falsable en el primer sentido nunca lo es en el segundo sentido. (Por eso Popper ha empleado normalmente la expresión «falsable» sólo en el primero, en el sentido técnico de la palabra, mientras que en el segundo sentido no ha hablado de la falsabilidad, sino de la falsación de una teoría, y de las dificultades de falsar una teoría).

Es claro que el segundo sentido emplea los sufixos «ble» y «bilidad» en una forma mucho más indeterminada que el primero. Mientras el primero hace referencia a la *posibilidad lógica* en principio de una falsación, el segundo sentido de la expresión «falsable» se refiere a la *definitiva prueba experimental práctica* de la falsedad.

## II. LA CRÍTICA A POPPER

Hay toda una literatura que se basa en la inobservancia de esta diferencia. Continuamente se afirma que el criterio de demarcación de Popper es inaplicable porque las teorías empírico-científicas no pueden ser concluyentemente falsadas. (Y, lo que es menos importante, que el descubrimiento de la no falsabilidad en el segundo sentido es un logro nuevo que refuta a la teoría de Popper, al cual se le pasó por alto —aunque Popper la ha venido afirmando constantemente desde el principio). En lugar de distinguir entre «Falsabilidad<sub>1</sub> = posibilidad en principio de falsación» y «Falsabilidad<sub>2</sub> = dificultad de la prueba experimental de la false-

dad», se distinguió irónicamente entre Popper<sub>0</sub>, Popper<sub>1</sub>, Popper<sub>2</sub>, etc. (es decir, entre autores diferentes, llamados Popper, que se contradicen flagrantemente y no pueden ser puestos de acuerdo). Y las dificultades —en ocasiones, imposibilidades— de una falsación práctica definitiva fueron puestas como ejemplo de la imposibilidad lógica del criterio de demarcación propuesto.

Todo esto carecería de importancia si no se utilizase para decidir el abandono del racionalismo en la teoría de la ciencia, precipitándose en un irracionalismo insondable. Más aún, si la ciencia misma no procede racionalmente, ¿acaso no es desesperanzador aguardar un comportamiento racional por parte de las personas? Así pues, el ataque continuado a un término lógico-técnico no comprendido ha tenido funestas consecuencias filosóficas y políticas de gran trascendencia.

### III. UN EJEMPLO: LA FALSACIÓN DE RUTHERFORD DEL MODELO ATÓMICO DE THOMSON

Para concluir quisiera indicar que la inseguridad de toda falsación, en la que Popper ha venido insistiendo, no hay que tomarla demasiado en serio (como también él mismo ya había dicho). Pues hay un buen número de falsaciones importantes, que son tan «concluyentes» como permite el proverbio de que «errar es humano», e.d. la falibilidad general del hombre (el falibilismo). Y naturalmente no podemos olvidar que toda falsación debe ser a su vez constantemente comprobada.

Para describir la contundente impresión que produce una falsación, en concreto la falsación del modelo atómico de Thomson<sup>4</sup> que llevó a Ernest Rutherford al establecimiento del modelo nuclear, vamos a recurrir a modo de ejemplo a las propias palabras de Rutherford:

«Fue con mucho el acontecimiento más increíble e inverosímil de mi vida. Fue tan inverosímil como si abriera fuego con un cañón de 37 cm. contra una hoja de papel de seda y el disparo saliera rebotado y me alcanzara. Ello fue lo que me sugirió la idea de un átomo con un centro diminuto, pero muy masivo, portador de una carga eléctrica». (En: Needham/Pagel, p. 68 y ss).

La formulación de Rutherford es extraordinaria. No es imposible —desde luego no lo es lógicamente— que el disparo de un cañón enorme impacte en una hoja de papel de seda y salga reflejado, incluso con una probabilidad calculable y no pequeña. Como esto no es lógicamente imposible, la falsación de la teoría de J. J. Thomson (según la cual los átomos formarían una especie de pared de papel de seda) no es definitiva o «probada». Pero Rutherford y algunos otros físicos, como por ejemplo Niels Bohr, supusieron que sería mejor otra teoría distinta de la de J. J. Thomson, por lo que propusieron considerarla falsada y sustituirla por el

modelo atómico nuclear. ¡Los grandes científicos hacen precisamente propuestas atrevidas!

Con frecuencia transcurre mucho tiempo hasta que una falsación se consolida, lo que sucede cuando la teoría falsada es desplazada por una propuesta mejor. Según una idea de Max Planck a veces hay que esperar a que se desarrolle una nueva generación de científicos. Pero esto no siempre es así. No lo fue con el nuevo modelo atómico de Rutherford, ni con el reconocimiento de partículas subatómicas como el electrón por parte de Thomson, que falsó la teoría de la indivisibilidad del átomo.

Estos son sólo dos de los numerosos ejemplos de revoluciones científicas introducidas por medio de falsaciones logradas. Decisiva es ciertamente la *Astronomia nova* de Kepler, que muestra la fertilidad de sus numerosas falsaciones de sus propias hipótesis.

La incompreensión del significado lógico-técnico de la falsabilidad en el primer sentido, como criterio de demarcación, ha dado lugar a dos leyendas históricas. La primera, la menos importante, es la de que a Popper se le pasó por alto la no definitividad de la falsación de teorías, es decir que Popper no advirtió que las teorías no son nunca falsables (en el segundo sentido). Pero esto es algo que Popper viene diciendo desde 1930-1932. La segunda leyenda, la más importante, es la de que las falsaciones no juegan ningún papel en la historia de la ciencia. Pero la verdad es que sí lo hacen, a pesar de su no definitividad. Aunque sobre este asunto no podemos decir aquí nada más.

(Traducción de Andrés Rivadulla)

## BIBLIOGRAFIA

- ALBERT, H.: *Traktat über kritische Vernunft*. 1968; 4.ª edic. mejorada, 1980.
- ANDERSSON, G.: *Kritik und Wissenschaftsgeschichte*, 1988. «Sind Falsifikationismus und Fallibilismus vereinbar?» En: Radnitzky, G. y Andersson, G. (Hg). *Voraussetzungen und Grenzen der Wissenschaft*. (Trad. del inglés) (1979) Ed. alemana mejorada y ampliada 1981.
- BARTLEY, W. W. III: *The Philosophy of Karl Popper*. Parte 1: «Biology and evolutionary epistemology». Parte 2: «Consciousness and physics: quantum mechanics, probability, indeterminism, and the mind-body problem». Parte 3: «Rationality, criticism, and logic». En *Philosophia* 6-8, 1976-1982.
- LAKATOS, I., y MUSGRAVE, A. (Hg.): *Kritik und Erkenntnisfortschritt. Kolloquium London 1965*. (Trad. del inglés) (1970) 1974. [Trad. española: *La Crítica y el desarrollo del conocimiento*. Grijalbo, Barcelona 1975. N.d.T.]
- LEVINSON, P. (Hg.): *In pursuit of truth. Essays on the philosophy of Karl Popper on the occasion of his 80th birthday*. 1982.
- NEEDHAM, J., y PAGEL, W. (Hg.): *Background of modern science. 1938-1975*.
- POPPER, K. R.: *Logik der Forschung*. 1935, 1984. [Trad. española: *La lógica de la investigación científica*. Ed. Tecnos, Madrid, N.d.T.]
- *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie*. 1930 bis 1933, 1979.

- *Realism and the aim of science*. En: Bartley, W. W. III (ed.), *Postscript to the logic of scientific discovery*. Vol. 3. 1982. [Trad. española: *Realismo y el objetivo de la ciencia*. Ed. Tecnos, Madrid 1985. N.d.T.]
- RADNITZKY, G., y ANDERSSON, G. (Hg): *Fortschritt und Rationalität der Wissenschaft*. (1978) 1980. [Trad. española: *Progreso y Racionalidad en la Ciencia*. Alianza Ed., Madrid 1982. N.d.T.].
- *Voraussetzungen und Grenzen der Wissenschaft* (1979) - (1981).
- SCHILPP, P. A. (ed.): *The philosophy of Karl Popper*. Vol. 1; 2. 1974.
- GUNNAR ANDERSSON/GÉRARD RADNITZKY/KARL POPPER.

## NOTAS DEL TRADUCTOR

1. En 1879 el físico austriaco Joseph Stefan (1835-1893) formuló la ley de la radiación térmica de un cuerpo negro, e.d. de un cuerpo capaz de absorber toda la radiación que incide sobre él. Según Stephan su radiación por unidad de superficie sería proporcional a la cuarta potencia de su temperatura. El también austriaco Ludwig Boltzmann (1844-1906) comprobó termodinámicamente esta ley, que a partir de entonces recibió el nombre de *ley de Stefan-Boltzmann*. Por su parte, Wilhelm Wien (1864-1928), físico alemán y premio Nobel de Física en 1911, continuó los trabajos de Boltzmann sobre radiación térmica del cuerpo negro y estableció en 1893 la llamada *ley del desplazamiento de Wien*, que establece la relación entre la temperatura del cuerpo y la longitud de onda de la radiación: a un incremento de la temperatura del cuerpo negro, la longitud de onda de la radiación se desplaza hacia las ondas cortas. También los británicos Lord Rayleigh (1842-1919), premio Nobel de Física en 1904, y Sir James Hopwood Jeans (1877-1946) trataron de formular en 1895 la ecuación que permitiera el cálculo de la intensidad de la radiación de un cuerpo negro. Pero su *fórmula*, que proporcionaba valores ajustados a los resultados experimentales para longitudes de onda largas, infrarrojo y espectro visible, fracasaba en relación a las longitudes de onda cortas (la «catástrofe del ultravioleta»). Este fracaso sólo pudo ser superado cuando el premio Nobel de Física de 1918, Max Planck (1858-1947), rechazó en 1900 la idea de la continuidad en la emisión y absorción de energía radiante en favor de la teoría del carácter discreto o cuántico de estos fenómenos, dando origen así a la física cuántica.

2. La masa inerte o inercial de un cuerpo corresponde a la resistencia que éste ofrece a alterar su estado de reposo o movimiento y, según la segunda ley de la dinámica de Newton, equivale al cociente entre la fuerza  $f$  ejercida sobre él y la aceleración  $a$  que experimenta; es pues la constante de proporcionalidad entre  $f$  y  $a$ . Por su parte, la masa gravitatoria es el cociente entre el peso del cuerpo —o fuerza con la que la Tierra lo atrae— y la aceleración  $g$  de la gravedad. Como la ley de gravitación universal de Newton expresa la fuerza con que se atraen entre sí dos cuerpos de masa  $m_i$  y  $m_j$  distantes un espacio  $r$ , entonces podemos distinguir la masa gravitatoria *activa*, que origina el campo asociado por ejemplo con  $m_i$ , de la masa gravitatoria *pasiva*  $m_j$ , que corresponde al cuerpo situado en el campo gravitatorio de  $m_i$  y experimenta una fuerza equivalente a  $m_j g$ , donde  $g = G (m_i / r^2)$  y  $G$  es la constante de gravitación universal. En el caso particular de que  $m_i$  designe la masa de la tierra, y  $r$  la distancia al centro de ésta, entonces  $m_j g$  expresa el peso del cuerpo. De ahí que dos cuerpos diferentes caigan siempre con la misma aceleración.

Los valores de las masas inercial y gravitatoria no ofrecen diferencias entre sí. El

físico húngaro Roland Eötvös (1848-1919), en una serie de experimentos iniciados en 1889 y continuados hasta entrado el siglo veinte, mostró que su diferencia puede llegar a  $1/10^8$ . Una diferencia que se sitúa en la actualidad en  $1/10^{12}$ . En 1907 Einstein puso de manifiesto el carácter fundamental para la teoría de la gravitación de esta equivalencia, la cual implica la curvatura del espacio-tiempo.

3. Walter Schiff, profesor de Estadística y Economía de la Universidad de Viena, tío de Popper, el cual a la sazón era enseñante de secundaria, y concedor del interés de su sobrino por temas filosóficos, facilitó un encuentro en 1929 entre éste y Herbert Feigl, destacado miembro del Círculo de Viena, quien impresionado por las ideas del joven Popper —27 años de edad— le animó a publicarlas en forma de libro. A pesar de la opinión en contra del primer consejero filosófico de Popper, Heinrich Gomperz, y de la oposición inicial de su familia —padre y esposa—, Popper puso manos a la obra, cuyo resultado fue el libro mencionado, *Los dos problemas fundamentales de la epistemología*, un trabajo dedicado al análisis de los problemas de la inducción y de la demarcación. A través de conocidos colegas, Popper trabó conocimiento con Friedrich Waismann, igualmente un destacado miembro del Círculo de Viena, que mostró un gran interés por las críticas popperianas a las posiciones del Círculo, y le facilitó el contacto con el mismo, lo que se tradujo en forma de numerosas invitaciones a exponer sus puntos de vista en varios seminarios.

En 1932 el primer volumen del libro, concebido como una discusión crítica de las ideas del Círculo de Viena, estuvo concluido y fue leído por casi la práctica totalidad de sus miembros. Incluso el fundador del mismo, Moritz Schlick, aceptó en 1933 su publicación dentro de la serie *Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung*. Pero Julius Springer exigió una drástica reducción del mismo. Así que Popper se vio obligado a presentar una nueva versión más breve, que ya incorporaba el volumen segundo, pero que igualmente superaba la barrera máxima de las 240 páginas exigidas por Springer. De manera que Popper tuvo que esperar a que su tío Walter Schiff inmisericordemente redujese el libro a la mitad. El resultado de esta labor de reducción fue *La lógica de la investigación científica*, aparecido en 1934, con la indicación de 1935, en Viena en la editorial de Julius Springer.

Cuarenta y seis años después, es decir en 1979, la editorial J.C.B. Mohr de Tübingen publicó la obra de Popper, *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie* que, aunque traducida al español por María Albisu, permanece aún inédita para nuestro ámbito lingüístico.

4. El sucesor de Rayleigh en 1884 a la cátedra Cavendish —en honor de Henry Cavendish (1731-1810)— del Trinity College de Cambridge, y premio Nobel de Física en 1906, Joseph John Thomson (1856-1940), fue el descubridor del electrón en 1897. Utilizando un tubo de rayos catódicos con dos placas que, a voluntad, podían actuar como polos positivo o negativo, Thomson observó que tales rayos eran portadores de cargas eléctricas negativas, electrones, ya que la deflexión respecto de la horizontal se producía siempre aproximándose a la placa que en ese momento actuaba como positiva, alejándose pues de la negativa. El trabajo de Thomson se centró posteriormente en el estudio de los iones positivos de hidrógeno, oxígeno, neón y otros gases. Ello le llevó a diseñar una teoría de la estructura atómica de la materia, según la cual los átomos, eléctricamente neutros, no son indivisibles, sino compuestos por cargas positivas y negativas: la carga positiva rellenaría el interior del átomo y en ella estarían engarzados los electrones. Algunos han calificado este modelo como de «sandía».

El neozelandés Ernest Rutherford (1871-1937), que había trabajado con Thomson en el laboratorio Cavendish, había descubierto en 1902 los rayos alfa (positivos) y

beta (electrones) como productos de desintegración radioactiva. En 1908 recibió el premio Nobel de Química por sus trabajos sobre radioactividad. En 1909 sus colaboradores en Manchester, Geiger y Marsden, bombardearon una delgada lámina metálica con partículas alfa, observando que algunas de ellas atravesaban la lámina, mientras que otras eran repelidas. La explicación de este fenómeno la dio Rutherford, para quien, si el modelo atómico de Thomson fuera correcto, lo observado no podría tener lugar. Pero si era falso, y toda la carga positiva de los átomos estuviera concentrada en un núcleo, entonces al impactar sobre ella una partícula positiva, ésta debería salir despedida. En 1911 Rutherford propuso el modelo nuclear del átomo. En 1919 sucedió a Thomson en la dirección del laboratorio Cavendish, tras la renuncia de éste a la cátedra en su favor.