

LÓGICA DEL FALSACIONISMO POPPERIANO¹

THE LOGIC OF THE POPPERIAN FALSACIONISM

Recibido: agosto 7 de 2012 /**Revisado:** agosto 29 de 2012 /**Aceptado:** septiembre 13 de 2012

Por: **Édgar E. Palacio Mizrahi**²

RESUMEN

El presente artículo tiene como propósito realizar una presentación esquemática y resumida de las razones epistémicas y lógicas que llevaron a Karl R. Popper al rechazo de la justificación inductivista acerca de las leyes de la ciencia, y cuáles fueron las conexiones lógicas entre proposiciones singulares, particulares y universales que le permitieron sustentar el falsacionismo deductivo como un esquema justificado lógicamente.

Palabras clave: falsacionismo deductivo, inducción, justificación inductivista

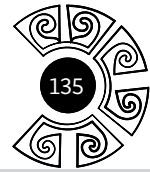
ABSTRACT

This paper aims to make a schematic and summed up introduction of the epistemic and logical reasons that led to Karl R. Popper's to refuse the inductivist justification about the laws of science, and what were the logical connections between singular, particular and universal propositions that let him validate the deductive falsacionism as a scheme logically justified.

Keywords: deductive falsacionism, induction, inductivist justification.

¹ Artículo derivado de la investigación: Epistemología Contemporánea. Avalado y financiado por la Universidad de la Costa, CUC.

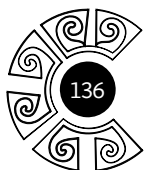
² TEÓLOGO, PH.D LAUD HALL THEOLOGICAL SEMINARY, CLEARWATER, FL. DOCTOR EN CIENCIAS POLÍTICAS(C), U. DEL ZULIA. ESPECIALISTA EN EDUCACIÓN EN DERECHOS HUMANOS, U. SANTO TOMÁS. ESPECIALISTA EN CIENCIAS POLÍTICAS, U. DEL NORTE. CORREO ELECTRÓNICO: eemizrahi@yahoo.es



INTRODUCCIÓN

Karl R. Popper nació el 28 de julio de 1902 en Viena (Austria), en una familia judía que más tarde se convirtió al protestantismo. Obtuvo su doctorado en filosofía por la universidad de su ciudad natal en 1928 y en 1929 consiguió la cátedra de Matemáticas y Física en enseñanza secundaria; desde 1937 hasta 1945 trabajó como profesor en la Universidad de Canterbury, en Nueva Zelanda, y más tarde en la Universidad de Londres. En 1965 le fue otorgado el título de *sir*. Fue profesor visitante en varias universidades europeas y norteamericanas, y sus obras se han traducido a más de veinte lenguas. Falleció el 17 de septiembre de 1994.

Popper, dio a su filosofía el nombre de racionalismo crítico, que es tanto una actitud racional general como una filosofía de la ciencia. Esta actitud crítica surge del problema del criterio de demarcación entre lo que es ciencia y lo que no lo es, que comienza a plantearse desde los años de su juventud y que desarrolla como una teoría sobre la naturaleza de la ciencia, denominada falsacionismo. La incomodidad que experimentó hacia el año 1919, con relación a las teorías de Marx, Adler y Freud, que se presentaban como científicas, y para quienes todo encaja en su teoría, le llevó a compararlas con la actitud de Einstein sobre su propia teoría física, en una conferencia donde éste comenzó a enunciar con detalle los experimentos cuyos resultados podrían refutar o contradecir su teoría; él lejos de desear confirmarla a toda costa, sostuvo que bastaría un solo fracaso en una predicción para rechazarla, cosa que ocurrió con ocasión del experimento de Eddington en 1919, el cual confirmó o corroboró su teoría general de la relatividad, mientras que aquellas teorías marxistas y psicológicas se consideraban inmunes a toda prueba y se consideraban verificadas en todos los casos posibles. En esta diferencia de actitudes, es decir, el intento de confirmar las teorías con el de refutarlas, encontró el núcleo central de su teoría de la ciencia, que le permitiría separar ciencia de pseudociencia, entre las que engloba al marxismo y al psicoanálisis, para establecer la refutabilidad como criterio de demarcación, opuesto al inductivismo aceptado por los neopositivistas del círculo de Viena.



DESARROLLO

Este falsacionismo popperiano se puede entender mejor si comprendemos los planteamientos de David Hume sobre la inducción. Él llamó la atención sobre el hecho desolador de que ninguna de nuestras predicciones sobre la realidad puede ir acompañada de plena certeza, es decir, es imposible justificar lógicamente y empíricamente nuestra creencia en la regularidad de la naturaleza. Como, mucho más tarde, ironizaría Bertrand Russell (1945):

La pobre gallina del corral cree que su amo la seguirá alimentando en el futuro porque así lo ha venido haciendo hasta ahora; mas llegará una desdichada mañana en que el amo le tuerce el pescuezo, la guisa y se la come (p. 57).

De qué le ha servido a la gallina creer en la uniformidad de un mundo empírico que está abierto a la catástrofe.

La solución teórica que da Hume al problema de la inducción no puede ser, pues, más escéptica: jamás podremos tener seguridad alguna sobre nuestras expectativas futuras, incluyendo las leyes de la ciencia, pero la costumbre y el hábito acude en nuestro auxilio haciéndonos creer de modo irresistible en la uniformidad del mundo.

Según Hume, al afirmar que «A es causa de B», siendo A y B dos fenómenos perceptibles, estamos afirmando algo que nunca puede derivarse de la experiencia. Tenemos pues tres supuestos aquí: primero, decimos que percibimos A y B, que son contiguos; segundo, decimos que hay una prioridad de A sobre B y que siempre la «causa» es percibida antes. Los dos primeros supuestos de la afirmación causal sí están respaldados por la experiencia, por lo cual pueden ser admitidos según el criterio empirista del significado; pero el tercer supuesto no podemos admitirlo. Este último afirma la existencia de una conexión necesaria entre esos dos fenómenos, de forma que siempre van a estar vinculados en la experiencia; pero esta conexión necesaria en absoluto es percibida, pues es un producto de nuestra costumbre. Por lo tanto

no es una idea con contenido de conocimiento, y no debemos realmente admitirla. En la experiencia solo hay fenómenos, no podemos establecer leyes con una necesidad absoluta.

García Obando (1997) dice:

Hume afirma entonces que las inferencias fundamentadas en la experiencia no adquieren carácter lógico, pues la mente no es llevada por razonamiento a dar este paso. No obstante, también sostiene que la mente es llevada a dar este paso, por algún otro principio del mismo peso y autoridad. Podemos entonces preguntar: ¿existe un conocimiento empírico que, si bien no puede demostrarse con certeza, está a la misma altura o tiene el mismo valor que el que se deriva del análisis entre ideas? Si eso era lo que Hume quería dar a entender, parece haber una manera de entender su punto de vista: el principio al cual él se refiere, que no es otro que el "hábito", es considerado como infalible a la luz de las creencias naturales de la humanidad, ya que, si bien no entra dentro del dominio del entendimiento, sí es necesario para mantenerla subsistencia de todas las criaturas humanas (p. 120).

Reichenbach (1985) sostiene:

La crítica de Hume lleva del empirismo al agnosticismo; en relación con el futuro, acaba en una filosofía de la ignorancia que enseña que todo lo que sabemos es que no sabemos nada acerca del futuro. Y, aun cuando Hume expone su resultado con plena franqueza y se llama a sí mismo un escéptico, no está dispuesto a aceptar la tragedia de su conclusión. Trata de suavizar su resultado llamando a la creencia en la inducción, un hábito (p. 99).

Todo lo anterior referente a la inducción, nos lleva a la pregunta ¿De qué manera justifica la ciencia sus leyes? La respuesta del positivismo lógico es: por su estructura lógica (x) ($Px \text{ } \dot{\text{d}} \text{ } Qx$) no permite su verificación debido a la imposibilidad de constatar que algo ocurra para todos los casos, esto paradójicamente saca a las leyes de la ciencia de la científicidad.



Recordemos el esquema del método inductivo, con el propósito de introducir, por oposición, los supuestos básicos del falsacionismo popperiano.

EO → Inducción → L

Se parte de observaciones expresadas mediante Enunciados Observacionales (EO), que describen un cierto estado de cosas. La reiteración de un número suficientemente grande de casos en los que ocurre (EO) permite, por inducción, llegar a enunciados generales, leyes o teorías, simbolizados por la letra L en nuestro esquema; es decir, la ciencia comienza por los hechos, para llegar a las leyes. Pero como dijimos en párrafos anteriores, Hume mostró que no es posible fundar la ciencia en la inducción, pues no está lógicamente justificado pasar de enunciados particulares a enunciados universales. Ningún número de enunciados de observación de cisnes blancos nos autoriza a derivar lógicamente el enunciado «Todos los cisnes son blancos» $(x) (Cx \Rightarrow Bx)$, pues $Px \Rightarrow (x) Px$ no es una ley de la lógica. Además $[(L \Rightarrow EO) \& (EO)] \Rightarrow L$ es una falacia, un raciocinio no válido, por lo que no se sigue la veracidad de la ley por verificación. Pero si $[(L \Rightarrow EO) \wedge \neg EO] \Rightarrow \neg L$ es una tautología, es decir, un raciocinio válido, por el que se sigue la falsedad de L, o sea que basta con observar un cisne negro, para que podamos derivar lógicamente el enunciado «no todos los cisnes son blancos».

En este importante sentido, las generalizaciones empíricas resultan ser, aunque no verificables, sí falsables; esto significa que las leyes científicas son contrastables. A pesar de que no se pueden probar (verificar) sí pueden ser contrastadas mediante intentos sistemáticos de refutación.

$$(x) (Ax \Rightarrow Bx) \Leftrightarrow \neg(x) (Ax \wedge \neg Bx).$$

De esta proposición $(x) (Ax \Rightarrow Bx)$ nunca podremos probar su veracidad, pero un solo caso en contra la vuelve falsa. De esta proposición $\exists x (Ax \wedge \neg Bx)$ nunca podremos probar su falsedad, pero un solo caso a favor la vuelve verdadera. La relación entre ellas es de contradicción; por lo tanto, si $\exists x (Ax \wedge \neg Bx)$ es verdadera, entonces, lógicamente, se sigue la falsedad de $(x) (Ax \Rightarrow Bx)$.

$Ra \Rightarrow$	$\exists x Rx$	\Rightarrow	$(x) Rx$
Singular enunciado Básico contrastable	Particular enunciado existencial metafísico	enunciado de ley	Universal
(v)	(v)		(f)

Un ejemplo nos mostrará más claramente las relaciones anteriores. Si el enunciado general es: «todos los gatos a los que se les extirpa el páncreas desarrollan diabetes», el enunciado existencial que lo contradice es: «existe un gato al que se le extirpó el páncreas y no es diabético».

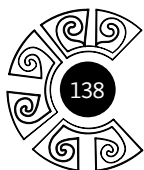
$(x) (Gx \Rightarrow Dx)$ (f)
 Enunciado de ley

$(\exists x) (Gx \Rightarrow \sim Dx)$ (v)
 Enunciado existencial metafísico, no es contrastable empíricamente

$Gg(v)$
 Enunciado singular o básico que habla de este individuo es contrastable empíricamente

Figura 1. Símbolos y simbología

Símbolos	Significado
(x)	Cuantificador universal = para todo gato
Gx	X es un gato al que se le extirpó el páncreas
\Rightarrow	Implicación = si...entonces
Dx	X desarrolló diabetes. X es un gato
($\exists x$)	Cuantificador existencial = algún gato
$\sim Dx$	X no desarrolló diabetes. X es un gato
Gg	G= nombre del gato, Garfield, se le extirpó el páncreas y no desarrolló diabetes.



Uniando todos los símbolos y sus significados el raciocinio quedaría así: si a Garfield, que es un gato específico, se le extirpó el páncreas y no desarrolló diabetes (esta proposición es verdadera, pues se realizó el experimento con Garfield) esto implica que existe, por lo menos, un gato al que se le extirpó el páncreas y no desarrolló diabetes (esta proposición también es verdadera, pues su valor de verdad se infiere de la proposición anterior); por lo tanto, la ley «todos los gatos a los que se les extirpa el páncreas desarrollan diabetes» es una proposición falsa.

Además, «si a Garfield, que es un gato específico, se le extirpó el páncreas y desarrolló diabetes», al menos implica que «existe, por lo menos, un gato al cual se le extirpó el páncreas y desarrolló diabetes», pero de esta proposición no podemos inferir que «a todos los gatos a los que se le extirpa el páncreas desarrollan diabetes».

Otro argumento lógico para Popper es que al comparar los raciocinios lógicos que subyacen a la verificación y la falsación, encontramos que el de la verificación obedece a una falacia, veamos:

Verificación	Falsación
$H \wedge (C_1, C_2) \Rightarrow p$	$H \wedge (C_1, C_2) \Rightarrow p$
<u>P</u>	$\sim p$
$H \wedge (C_1, C_2)$	$\sim [H \wedge (C_1, C_2) \Leftrightarrow \sim H \wedge \sim (C_1, C_2)]$
Falacia de afirmar	Modus Tollendo Tollens
El consecuente	Ley de la lógica, tautología

Este esquema lo podemos explicar así: existe un problema (lo que debe ser explicado) y una hipótesis o conjetura (que explica lo anterior). Esto último está compuesto por nuestra conjetura, expresada en forma universal, y una serie de condiciones iniciales, expresadas en forma singular; de ambas se deduce en forma singular el «efecto» o la predicción.

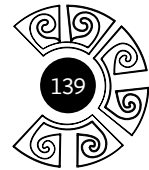
Hipótesis, conjetura = (x) (Rx) & (C₁, c₂, ... C_n) =
 Causa Efecto, predicción = R_a = P

Explicemos esto con un ejemplo de Popper (1983), sumamente sencillo. Un hilo se rompe (lo que debemos explicar; problema); entonces elaboramos nuestra hipótesis universal: «Todo hilo sometido a una fuerza de tracción mayor que su resistencia, se romperá». Luego fijamos en las condiciones iniciales singulares: «este hilo tiene una resistencia de 50 gramos» y «la fuerza aplicada a este hilo es de 100 gramos». A este conjunto de condiciones iniciales podemos llamar la «causa». Luego deducimos: «este hilo se romperá» (efecto o predicción). Nuestra conjetura es falsable porque tiene una clara instancia contradictoria, expresada en un juicio singular que contradeciría nuestra conjetura: «este hilo no se rompe». Si mi conjetura no es refutada por la contrastación empírica, entonces decimos que está corroborada, lo cual implica, por el momento, hasta ahora, no refutada; simplemente eso y nada más que eso. Las conjeturas según Popper (1983), no se verifican, ni necesaria, ni probablemente, sino que lo máximo que podemos pretender, es su corroboración, es decir: «Hasta ahora no ha sido refutada».

Como vemos, la estructura lógica es la siguiente: dos premisas y una conclusión, expresadas en un razonamiento condicional. La primera premisa del antecedente es la conjetura (h); la segunda premisa del antecedente, está compuesta por las condiciones iniciales (C₁, C₂) de tipo singular. El consecuente de este condicional es el efecto o predicción (p) a partir de las dos premisas anteriores. La afirmación de este consecuente no afirma necesariamente el antecedente, que es el conjunto de premisas anteriores, entre las cuales se encuentran la conjetura.

Pero hay dos razones por las cuales una falsación «absoluta», no es posible. La primera es la existencia de las hipótesis ad hoc, la cual es una suposición ideada para proteger a una conjetura de una «anomalía». Esta hace referencia, precisamente a una instancia falsadora relevante para la conjetura en cuestión.

Famoso es el ejemplo de Edmund Halley autor de la obra «*Catalogus stellarum australium*», publicada en Londres en 1679, obra que tabulaba



la posición de 341 estrellas australes. Este astrónomo inglés y newtoniano, ideó una hipótesis ad hoc, para proteger la mecánica celeste de Newton de una instancia falseadora.

Esta mostraba que no todos los movimientos de los planetas «encajaban» con lo previsto por las leyes de dicha mecánica. ¿Implicaba lo anterior falsar todo el sistema newtoniano? No, pues se pueden elaborar explicaciones adicionales que, dentro del mismo sistema, «protejan» a la conjetura. La explicación de Halley fue que las anomalías en los cálculos eran causados por la influencia gravitatoria de un determinado cometa. Si su hipótesis ad hoc era correcta, el cometa pasaría 76 años después, lo cual finalmente sucedió.

Otro ejemplo es el descubrimiento del planeta Neptuno en 1846, cuya existencia se postuló como hipótesis ad hoc para evitar que la bien establecida teoría de la gravitación de Newton no fuese falsada por la incompatibilidad entre la órbita predicha por la teoría y los datos observados por los astrónomos. Los cálculos de dicha desviación no fueron accidentales sino que obedecieron a predicciones realizadas por cálculos matemáticos; tras el descubrimiento de Urano en 1781 por el astrónomo alemán William Herschel, los astrónomos se dedicaron a hallar los parámetros de su órbita elíptica; sin embargo, según se fueron obteniendo más datos, resultaba más claro que el movimiento real del planeta se desviaba considerablemente de la órbita predicha por la teoría de la gravedad de Newton.

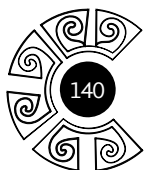
Dado que esta teoría se encontraba firmemente establecida y su movimiento no concordaba con las leyes de Newton significaba que, o Newton estaba equivocado o algo estaba desviando a Urano de la trayectoria predicha. Los astrónomos y matemáticos se dieron a la tarea de calcular la posición que debía tener este cuerpo invisible, así que pronto se generalizó la idea de que las anomalías de Urano solo podían deberse a las perturbaciones ejercidas por otro planeta desconocido y más lejano. Le Verrier en París y Adams en Cambridge, Inglaterra, realizaron los cálculos de la posición del nuevo planeta y finalmente el astrónomo alemán Johann Galle lo observó desde el observatorio

de Berlín, muy próximo a la posición predicha, el 23 de septiembre de 1846.

Popper, desde su primera obra *The logic of scientific discovery* (1959), reconocía este problema. Si cualquier conjetura puede ser “protegida” de las anomalías de este modo, cualquier falsación, por mínima que fuere, sería imposible; entonces Popper elaboraba una sencilla «regla metodológica»: es «lícito» elaborar hipótesis ad hoc siempre que estas aumenten, y no disminuyan el contenido empírico de la conjetura. Ello implica: que la hipótesis ad hoc dé lugar a una predicción a su vez falsable. En los ejemplos que dimos, las hipótesis ad hoc implicaban una predicción claramente falseable: luego, era epistemológicamente lícita.

La segunda razón es la «tesis Duhem», llamada así por haber sido enfatizada por el físico e historiador de la ciencia francés, Pierre Duhem. Se refiere a que una predicción no es una proposición aislada, sino que la mayoría de las veces deriva de un conjunto de hipótesis (2003). Y, desde un punto de vista lógico, la negación que la falsación implica es del conjunto, y no de alguna proposición en particular. Luego, no podemos saber si es toda la conjetura la que falla, o alguna de sus partes implicadas.

Popper aludió más elípticamente a esta dificultad, afirmando que la crítica de Duhem demostraba claramente que nunca podemos comprobar una teoría, pero no que no podamos «refutarla», en el sentido que Popper le da al término, que no implica «falsación absoluta» (1959). A todo esto debemos agregar que no solo la conjetura implica una conjunción de enunciados, sino que recordemos que en el método hipotético deductivo, la premisa menor del condicional que la forma está compuesta por las condiciones iniciales, que también pueden implicar una conjunción. Y lo que se niega es el conjunto de esas dos premisas, una de las cuales está conformada por las condiciones iniciales; luego, una falsación no implica necesariamente problemas en la conjetura. Los puede haber en las condiciones iniciales. Y a todo este debemos agregar el «problema de la base empírica».



Esto nos da pie para la siguiente pregunta: ¿por qué, a pesar de que Popper conocía estas dificultades, se difundió la versión de que él afirmaba una versión más «optimista» de la falsación? Creemos que por varios motivos.

En primer lugar, en reiteradas ocasiones utiliza Popper (1959) la expresión «experimentos cruciales falsadores» (p. 106). Es evidente que en Popper, «crucial» no significaba «absoluto» o «seguro», pero evidentemente la expresión no le ayuda a disipar la obvia confusión que se puede producir en el lector. Creemos que el término «crucial» no ayuda al mismo Popper en la aclaración de su sistema.

En segundo lugar, cuando Popper expone su sistema falsacionista, primero expone sus ventajas y después, como contestando objeciones, sus dificultades. Esas dificultades son reconocidas y aclaradas, pero es ese estilo de exposición el que también puede haber generado esa interpretación equivocada. Solo cuando enérgicamente se defiende de lo que él llama «Popper's legend», esas dificultades son tratadas más desde el principio de su exposición.

En tercer lugar, es posible que existan en Popper algunas dificultades no solo de forma, sino también reales en este punto. Su respuesta a Duhem es a veces confusa. Dadas sus propias premisas, su respuesta debería haber sido simplemente que Duhem nos recuerda la imposibilidad de una falsación absoluta. Y eso es todo. ¿Por qué pretender *contestar* a Duhem, como si su tesis colocara alguna dificultad real al sistema popperiano?

Por otra parte, con respecto a las hipótesis ad hoc, Popper parece concebirlas como una instancia que viene después de tratar de falsar a la conjetura; no parece concebirlas como una práctica habitual del científico concomitante al planteo de la conjetura. En mi opinión, la falsación dice simplemente: «aquí hay un problema», nada más. Si revisamos la estructura lógica de la falsación llegaremos a esa conclusión. Una instancia falsadora implica negar el siguiente conjunto de elementos, que son las premisas del Método Hipotético Deductivo (MHD): la conjetura general compuesta por varias hipótesis, más las condiciones iniciales.

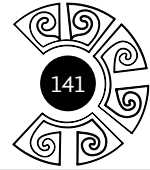
Ante una instancia falseadora decimos: «hay algo aquí que no funciona».

Si no encontramos una hipótesis ad hoc que explique la situación, entonces tratamos de revisar las condiciones iniciales y solo cuando estamos relativamente seguros que estas eran correctas, tratamos de analizar qué parte de la conjetura puede estar fallando. Únicamente si después de un proceso de ensayos y errores no logramos salvar la o las anomalía(s), entonces podemos «dejar de lado por un momento» a la conjetura y la duración de ese proceso no está especificada. Luego, como vemos, la falsación es un proceso elástico. Esa elasticidad debe plantearse desde el principio, y no como una respuesta aclaratoria de supuestas dificultades de la falsación.

Por último, analicemos el problema que enfrenta la falsación, llamado por Popper (1959) «El problema de la base empírica» (p. 70). Recordemos que de una conjetura, más sus condiciones iniciales, se deduce un enunciado singular que funciona como el «efecto». Si en el momento de la contrastación empírica esa «predicción» es contradicha por un hecho que expresamos en forma de enunciado básico que contradice esa «predicción», entonces tendremos una instancia falseadora. Esos enunciados básicos son, antes de la contrastación, los «falseadores potenciales» de la conjetura. Toda conjetura científica, pues, debe ser capaz de expresar de antemano cuáles son sus falseadores potenciales, que serán más cuanto mayor sea el contenido empírico de la conjetura.

Ahora bien, Popper niega la certeza de esos enunciados básicos; y ese es el problema: no solo no podemos estar seguros de si la conjetura es verdadera o no, sino que tampoco podemos estar absolutamente seguros de la verdad de los enunciados básicos que permiten la falsación. ¿Por qué?

Por algo muy sencillo: todo enunciado singular está compuesto por términos universales (aunque no solo por ellos), los cuales suponen una teoría. Entonces, aun en los enunciados singulares, hay una teoría implícita. Para seguir el ejemplo de Popper, si decimos «aquí hay un vaso de agua»,



suponemos los términos universales «vaso» y «agua». Y según Popper, ningún término universal es el fruto de la suma de instancias singulares.

Hay un papel activo de la mente humana para formar los términos universales, que va más allá de la sola información que proporcionaría la suma o colección de lo que llamamos los hechos singulares. Luego, los enunciados básicos no proporcionan un apoyo firme, indubitable, al método hipotético deductivo de la ciencia que utilice la contrastación empírica.

Para solucionar este problema, Popper propone otra vez una regla metodológica. Dicha regla es la siguiente: para realizar una falsación o una corroboración, debemos «decidir» detenernos en ciertos enunciados básicos que utilicemos en nuestra contrastación empírica; esto es, debemos convenir, decidir, que vamos a aceptar tales o cuales enunciados, o de lo contrario, si ese acuerdo no se logra, no podríamos realizar la contrastación de la conjetura. La palabra «acuerdo» implica que no se trata de una decisión aislada, sino de una convención realizada de común acuerdo con otros científicos, para que sea posible una base común de debate sobre la conjetura en cuestión.

CONCLUSIÓN

La ciencia, no está cimentada sobre roca. No solo porque la inducción absoluta no es posible; no solo porque la verificación probable tampoco es posible; no solo porque la falsación absoluta tampoco es posible, sino también porque la base empírica de la contrastación tampoco posee certeza absoluta.



REFERENCIAS

- Duhem, P. (2003). *La teoría física. Su objeto y su estructura* (María Pons, Trad.). Barcelona: Herder. (Trabajo original publicado en 1906).
- Einstein, A. (1992). *Notas autobiográficas*. Madrid: Alianza.
- Einstein, A. (2000). *Mis ideas y mis opiniones*. Barcelona: Bon Ton.
- García Obando, P. A. (1997). Conocimiento y causalidad en David Hume. *Revista Praxis, Filosófica*, 6, 113-127.
- Goldstein, S. (2001). *Bohmian Mechanics* [Version electrónica], Encyclopedia of Philosophy.
- Golinski, J. (1998). *Making natural knowledge. Constructivism and the history of science*. Cambridge: Cambridge University press.
- Planck, M. (2000). *Autobiografía científica y últimos escritos*. Madrid: Nivola.
- Popper, K. (1959). *The logic of scientific discovery*. Londres: Hutchinson & co.
- Popper, K. (1983). *Conjeturas y refutaciones*. Barcelona: Paidós, 1983.
- Prigogine, I. (1997). *El fin de las certidumbres*. Madrid: Taurus.
- Redhead, M. (1995). *From Physics to Metaphysics*. Oxford: Cambridge University Press.
- Reichenbach, H. (1985). *La filosofía científica*. México: FCE.
- Roldan, J. Y. Bendov & Guerrero, G. (2004). *La Complementariedad: una filosofía para el siglo XXI*. Cali: Universidad del Valle.
- Rossi, P. (1990). *Las arañas y las hormigas. Una apología de la historia de la ciencia*. Barcelona: Crítica.
- Russell, B. (1945). *Historia de la Filosofía Occidental*. Madrid: Ed. Espasa Calpe Mexicana, Tomo 2.
- Solís, C. (1994). *Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*. Barcelona: Paidós.
- Taylor, E. F. & Wheeler, J. A. (1992). *Spacetime Physics*, W. H. New York: Freeman and Co.