

LA EXPLICACION COMO REDUCCION A LO FAMILIAR Y LA TEORIA CUANTICA*

MANUEL COMESAÑA

I

El propósito de este trabajo es sugerir que son bastante plausibles las siguientes tesis:

1) Uno de los objetivos de la ciencia es la *comprensión* del mundo (su otro objetivo, que no nos interesa tanto en el presente contexto, es la transformación o el control del mundo).

2) La explicación no es un objetivo *último* de la ciencia sino un medio para producir comprensión.

3) La *sensación de comprender* es condición necesaria, pero no suficiente, de la comprensión genuina.

4) En el caso de las teorías, es decir, de los discursos sobre entidades inobservables, la comprensión sólo se produce cuando hay analogías importantes entre esas entidades y ciertas cosas con las que estamos familiarizados; dicho de modo más preciso, sólo se produce cuando la teoría tiene algún modelo visualizable.¹ El mero acostumbramiento puede producir la sensación de comprender, pero no puede producir comprensión.

5) Las explicaciones *teóricas* producen comprensión de los fenómenos explicados sólo cuando se basan en teorías que son ellas mismas comprensibles. La unificación sistemática de fenómenos diversos reduce el número de fenómenos independientes que tenemos que aceptar como últimos, y tal vez pue-

* Este trabajo fue leído en el Coloquio de Historia y Filosofía de la Ciencia y la Tecnología que se realizó en la Sociedad Argentina de Análisis Filosófico los días 22 y 23 de octubre de 1993. Me complace agradecer las sugerencias de Thomas M. Simpson, Ricardo J. Gómez y el árbitro de *Análisis Filosófico*. Los pasajes entre llaves tienen su origen en las observaciones de este último.

¹ Eduardo Flichman me hizo notar que si sólo los modelos *visualizables* produjeran comprensión de los fenómenos que una teoría describe, los ciegos de nacimiento no podrían entender dichos fenómenos. No sé cuál es la verdad sobre este punto, pero me parece que las respuestas posibles son dos, y que ambas permiten superar la objeción: a) respuesta arrogante: "En efecto, los ciegos de nacimiento no entienden los fenómenos teóricos"; b) respuesta humilde: "En los ciegos de nacimiento otros sentidos suplen parcialmente al de la vista; en lo que concierne a la cuestión que ahora nos ocupa, el sentido que desempeña ese papel es el del tacto, de modo que los fenómenos teóricos se entienden gracias a modelos visualizables o palpables". Dicho sea de paso, no creo que puedan servir para esto los modelos audibles, como lo ha sugerido M. Capek, inspirándose en Bergson.

da, con ello, atenuar la sensación de no entender, pero no es capaz, por sí sola, de producir comprensión.

6) La explicación tiene que ser, entonces, "reducción a lo familiar"; pero no en el sentido de "reducir" lo desconocido a lo conocido, sino en el sentido de que, cuando la explicación sea teórica, la teoría explicativa deberá tener algún modelo visualizable.

7) La teoría cuántica no se entiende porque no tiene ningún modelo visualizable, y, por lo tanto, las explicaciones basadas en ella no son satisfactorias.

8) Pero algunos científicos y filósofos de la ciencia están tan impresionados por sus méritos que se resisten a admitir que tenga algún defecto, y, en consecuencia, se ven obligados a negar alguna de las tesis anteriores. {Lo único que hace falta, para los fines del presente trabajo, es que se resistan a considerar como un defecto el hecho de que la teoría no se entienda, ya sea sosteniendo que sí se entiende, o bien negando que la imposibilidad de comprender sea un defecto. No puedo (y afortunadamente no necesito) pronunciarme acerca de si, como afirma el árbitro de *Análisis Filosófico*, "nadie duda (ni científico ni filósofo) de que la teoría cuántica tiene muchos defectos o anomalías que no han sido resueltas, como cualquiera de las teorías que la precedieron, comenzando con la ausencia de una buena teoría cuántica de la medición".}

II

Quiero defender, entonces, la idea de que la explicación debe ser "reducción a lo familiar", en el sentido de que, cuando se base en la postulación de entidades teóricas, tendrá que haber algún modelo visualizable de la teoría explicativa. Una teoría que típicamente satisface esta condición es la teoría cinética de los gases, que establece una analogía entre las moléculas de un gas y un enjambre de bolas de billar muy pequeñas que se mueven de acuerdo con las leyes de Newton. Distintas versiones de esta idea han sido defendidas por Lord Kelvin, Maxwell, Einstein, Norman Campbell, Percy Bridgman.² Pero los más conocidos filósofos de la ciencia han rechazado la tesis en cuestión; así ocurre, por ejemplo, en obras clásicas como *La estructura de la ciencia*, de Nagel, y *Filosofía de la ciencia natural*, de Hempel, y también en algunos pasajes de Popper y Mario Bunge, aunque en algunos casos tal rechazo resulta un tanto ambiguo debido a que no se hace una distinción clara entre los dos sentidos de "reducción a lo familiar" que mencioné antes: la reducción de lo desconocido a lo conocido —requisito aristotélico que ninguna explicación

² Kelvin (1884), p. 270; Maxwell, I, p. 156; Einstein (1954); Campbell (1920), pp. 129-130; Bridgman (1936), p. 63. Un trabajo reciente que defiende la misma idea es Cushing (1991).

teórica satisfice— y la existencia de algún modelo visualizable para la teoría explicativa.³

Además, en ninguno de los textos mencionados se hace una distinción clara y explícita entre dos razones (estrechamente vinculadas, pero diferentes) que uno podría tener para rechazar la teoría de la explicación como reducción a lo familiar: uno podría rechazarla, en efecto, o bien por entender que la *comprensión* de los fenómenos no es uno de los objetivos de la ciencia, o bien por entender que la *sensación de comprender* no es condición necesaria de la comprensión genuina. Algunos autores —Newton-Smith o John Watkins,⁴ por recordar dos casi al azar— rechazan *tácitamente* dicha teoría por la primera de las razones mencionadas: dicen que el objetivo de la ciencia es la verdad, o la aproximación a la verdad, o algo por el estilo, y no hacen ninguna referencia a la comprensión. En todos los casos de rechazo explícito tiene una influencia decisiva el hecho de que, si las buenas explicaciones tuvieran que ser reducciones a lo familiar, algunas teorías muy apreciadas, cuyo caso paradigmático es la mecánica cuántica, carecerían de poder explicativo, por muy notable que fuera su éxito predictivo, como en efecto lo es en el caso mencionado.

III

Se ha afirmado muchas veces que uno de los objetivos, o incluso *el* objetivo, de la ciencia es la explicación. Popper (1973, p. 191), por ejemplo, en un artículo titulado precisamente “El objetivo de la ciencia”, dice que dicho objetivo consiste en encontrar explicaciones satisfactorias. Pero esta sugerencia deja pendiente una cuestión, a saber: ¿son las explicaciones un objetivo *último* de la ciencia, o, por el contrario, son un medio para producir comprensión? Parece obvio que la respuesta correcta es que son un medio. En efecto, ¿qué valor tendrían las explicaciones si no incrementaran nuestra comprensión del mundo? En unas pocas ocasiones, y de manera más bien tácita, algunos filósofos poco inclinados a considerar los aspectos pragmáticos de la ciencia, como Hempel, han admitido esto; pero en general prefieren evitar el tema debido a que la comprensión parece ser algo psicológico, subjetivo, algo que puede variar de un individuo a otro —lo que en uno produce comprensión

³ Nagel (1961), pp. 54-55 y 109-118; Hempel (1966), pp. 124-125; Bunge (1967), pp. 589-590. En el caso particular de Nagel, la causa de ambigüedad es otra: él elogia largamente las virtudes de los modelos visualizables, pero no dice si los considera imprescindibles.

⁴ Newton-Smith (1981), *passim*. Al discutir el instrumentalismo, en la p. 43, Newton-Smith roza el problema de las relaciones entre explicación y comprensión, pero enseguida cambia de tema. Watkins (1984), caps. 4 y 5, pp. 123-246. En los índices alfabéticos de estos libros, que discuten extensamente la cuestión de cuál es el objetivo de la ciencia, no figura la palabra “comprensión”.

puede no producirla en otro—, y que, en consecuencia, no parece susceptible de caracterización objetiva. De hecho, no hay una definición de la comprensión que sea independiente respecto de las teorías rivales acerca de qué es lo que produce comprensión, y la falta de semejante definición hace más difícil que pueda dirimirse la competencia entre dichas teorías. {No figura entre los objetivos de este trabajo la tarea (seguramente imposible) de formular tal definición. Esta situación —la que consiste en que no se puedan definir términos claves— no es rara en las discusiones filosóficas, y no las torna en modo alguno imposibles ni poco fructíferas. No podemos, en consecuencia, indicar de modo explícito qué es lo que entendemos por “comprensión”; eso es algo que el trabajo en su conjunto trata de dar a entender en la medida de lo posible. Sí podemos, no obstante, hacer aquí algunas aclaraciones al respecto: a) no estamos interesados en todos los usos de “comprender” sino en la comprensión de los fenómenos teóricos y en la que las explicaciones teóricas producen de los fenómenos empíricos; b) sostenemos que la existencia de modelos visualizables (o, tal vez, palpables; véase la nota 1) es condición necesaria de la comprensión teórica pero no identificamos ambas cosas; c) no creemos que la comprensión de fenómenos teóricos o empíricos requiera en todos los casos explicaciones —más aun: estamos convencidos de que en ambos extremos de la cadena explicativa tiene que haber casos de comprensión sin explicación (véase el § V, último párrafo)—; d) como en el presente trabajo no estamos especialmente interesados en la comprensión de fenómenos sociales o humanos, la idea de comprensión involucrada no parece tener conexiones importantes con las que intervienen en la conocida polémica explicación *versus* comprensión (por ejemplo, la comprensión empática de Simmel). }

La obra de Hempel, con sus oscilaciones en lo que respecta al papel asignado a la comprensión en la ciencia, puede ilustrar la influencia de las dificultades mencionadas. En sus primeros trabajos sobre la explicación, que comienzan en 1942 con “La función de las leyes generales en la historia”, Hempel se refiere pocas veces a la comprensión, y cuando lo hace es para señalar que la comprensión empática, aunque pueda tener valor heurístico en la búsqueda de las leyes que gobiernan la conducta humana, carece de fuerza explicativa. Veinticuatro años después, en su libro *Filosofía de la ciencia natural*, y en un artículo de 1970⁵ titulado “Sobre la ‘concepción estándar’ de las teorías científicas”, dice que las explicaciones científicas pretenden proporcionarnos alguna comprensión del mundo, y que las explicaciones teóricas nos proporcionan una comprensión más profunda que las basadas solamente en leyes empíricas. Para tener tal efecto, las explicaciones teóricas deben basarse en

⁵ En (1970) Hempel parece aceptar la idea de que las teorías requieren modelos visualizables, y se la atribuye a Nagel.

buenas teorías. Entre las características que determinan la bondad de una teoría, Hempel menciona la unificación sistemática de fenómenos diversos, la exactitud, el éxito predictivo. Está claro que, para él, tales características son valiosas, no en sí mismas, sino como factores de una más profunda comprensión del mundo. Sin embargo, en artículos posteriores, de 1981 y 1983, Hempel sugiere que sería preferible considerar a estos *desiderata*, no como medios para un objetivo independientemente especificado, sino como objetivos que la investigación científica se esfuerza por alcanzar. Pero sólo de manera reticente propone este enfoque; si, a pesar de todo, lo hace, debe ser porque ha perdido la esperanza de definir objetivamente alguna meta más plausible para la actividad científica.

IV

La teoría cuántica es merecidamente prestigiosa por su éxito predictivo y tecnológico. Se han derivado de ella predicciones extravagantes que increíblemente se cumplieron; son particularmente asombrosos los resultados experimentales que prueban la no-separabilidad de ciertos sistemas físicos. Pero la teoría cuántica no se entiende.⁶ Uno de los más grandes especialistas en el tema, Richard Feynman, ha dicho que nadie la entiende. Por supuesto que, cuando se dice esto, no se quiere decir que nadie entienda la matemática de la teoría; lo que se quiere decir es que no se la puede interpretar de manera satisfactoria, y que, por lo tanto, no se sabe de qué habla. Las causas de esta incompreensión son conocidas: la teoría parece hablar de partículas que en ciertas situaciones no tienen una posición determinada, tal vez porque se han convertido en ondas —en ondas *de nada*—, y otras cosas por el estilo. Cuando decimos que la mecánica cuántica no se entiende porque no se la puede interpretar de manera satisfactoria, no parece forzoso interpretar esa afirmación como si significara que carece de modelos a la manera de los sistemas formales inconsistentes ni que no se entiende como no se entiende una cadena de palabras carente de sentido (fue Alberto Moretti quien me sugirió la conveniencia de esta aclaración). En qué medida se parece a eso lo que queremos decir es algo que depende de cómo se entiendan la falta de sentido y las pruebas de consistencia mediante modelos. Si las seudooraciones carentes de sentido son solamente del tipo de “Verde lo casa”, entonces el discurso sobre partículas que se convierten en ondas de nada tiene sentido; si, por el contrario, incluyen también, como alguna vez pretendió Carnap, supuestas “confusiones categoriales” del tipo de “César es un número primo”, la cuestión se torna

⁶ A pesar de lo cual puede encontrarse una excelente exposición de la teoría —que al menos permite entender por qué no se entiende— en el libro de Alberto de la Torre (1992).

mucho más difícil. De modo análogo, si se permitiera probar la consistencia de un sistema formal mediante modelos que contengan círculos cuadrados, entonces el discurso sobre partículas cuánticas probaría la consistencia del formalismo cuántico; resulta mucho más difícil decidir si dicha consistencia queda probada en caso de que no se admitan semejantes modelos, como en efecto ocurre. Sea como fuere, lo que queremos decir es que la teoría puede tener modelos de interés para la física teórica sólo si se admiten en ellos entidades inconcebibles, como partículas que se convierten en ondas de nada. Es posible bautizar tales entidades con neologismos como “ondículas” o “cuantones” tratando de crear la ilusión de que sabemos de qué habla la teoría. Pero, como lo señala Cushing (1991), con esto no se resuelve el problema fundamental: “La cuestión central es la de comprender *versus* meramente redefinir [o inventar; M. C.] términos para tapar nuestra ignorancia” (p. 337, última oración del resumen). La teoría cuántica no se entiende en el mismo sentido en que no se entiende la siguiente frase: “Los marcianos son como nosotros en todo salvo en que pueden estar en varios lugares al mismo tiempo”. Se trata de una oración gramaticalmente correcta —al menos, eso espero—, y no es obvio que carezca de sentido; pero lo que dice es inconcebible. Si alguien cree imaginarse un marciano que está en varios lugares al mismo tiempo, se engaña; en realidad se está imaginando varios marcianos (mejor dicho, varios seres humanos) muy parecidos. De modo análogo, si alguien cree imaginarse partículas que se convierten en ondas de nada, en realidad se está imaginando, por ejemplo, píldoras que se disuelven en vasos de agua. Y si cambia de estrategia y dice que para entender no necesita imaginarse nada, está cometiendo, con respecto al presente trabajo, una petición de principio. Si la frase sobre los marcianos diera lugar a predicciones exitosas y avances tecnológicos, nos plantearía el mismo problema que nos plantea la física cuántica.

Algunos creen que el problema se resolverá gracias al “efecto Planck”: la presente generación se morirá y vendrá una nueva que no tendrá esta dificultad conceptual. La teoría resulta incomprensible porque todavía es muy reciente y no hemos tenido tiempo de familiarizarnos con lo que dice; a las generaciones futuras el mundo cuántico les resultará tan comprensible y familiar como a nosotros el de Newton. N. R. Hanson (1963, p. 38) suscribe una versión de esta idea; según él, si una teoría tiene éxito predictivo y capacidad de unificación, con el paso del tiempo se va haciendo inteligible. Cuando una teoría es propuesta por primera vez, se la considera como mero algoritmo o “caja negra”. Cuando comienza a hacer más predicciones exitosas que las teorías anteriores, se convierte en una más respetable “caja gris”. Finalmente, a través de su capacidad para conectar áreas de investigación hasta entonces separadas, se convierte en una “caja de vidrio”, esto es, en un estándar de inteli-

gibilidad: los fenómenos que la teoría describe resultan paradigmáticamente naturales y comprensibles.

Esta sugerencia —desmentida hasta ahora por las teorías fundamentales de la física contemporánea— identifica la comprensión con la sensación de comprender, y hace depender a esta última del acostumbramiento o la aclimatación, por lo cual parece estar asociada con alguna forma de relativismo. Es cierto que la sensación de comprender puede producirse por acostumbramiento, pero no parece plausible identificarla con la comprensión genuina. Reichenbach ilustra convincentemente esta tesis, al comienzo de su libro *La filosofía científica*, con el siguiente pasaje de Hegel:

La razón es sustancia, así como fuerza infinita. Su propia materia infinita sustenta toda la vida natural y espiritual, así como la forma infinita, que pone a la materia en movimiento. La razón es la sustancia de la que todas las cosas derivan su ser.

Después de citar este texto, Reichenbach señala, entre otras cosas, lo siguiente:

El estudiante de filosofía generalmente no se disgusta con las formulaciones oscuras. Por el contrario, al leer el pasaje citado muy probablemente se convencerá de que debe ser culpa suya si no lo entiende. Por lo tanto, lo leerá una y otra vez hasta llegar a una etapa en que crea haberlo entendido. En este punto le parecerá obvio que la razón consiste en una materia infinita que está en la base de toda la vida natural y espiritual y que es por ello la sustancia de todas las cosas (1951, p. 13).

La sensación de entender puede ser ilusoria, y no constituye, por lo tanto, una condición *suficiente* de la comprensión.

V

Algunos científicos y filósofos de la ciencia han quedado tan impresionados por los méritos de la mecánica cuántica que se han convencido de que no necesita otros (sobre el alcance de esta afirmación, véase la aclaración entre llaves del § I, *in fine*): si esta teoría no se entiende —sostienen—, entonces no es necesario que una teoría se entienda para que sea buena en todo sentido. Entre los filósofos que rechazan la idea de que la explicación deba ser reducción a lo familiar, el que más claramente reconoce tal motivación es, que yo sepa, Michael Friedman. En un artículo frecuente y elogiosamente citado que se titula “Explicación y comprensión científica” (1974), Friedman admite que uno de los objetivos de la ciencia es la comprensión, y que la explicación es

un medio para producirla. Su tesis central es que la explicación alcanza su objetivo de producir comprensión cuando logra lo que antes hemos llamado, siguiendo a Hempel, “la unificación sistemática de fenómenos diversos”. En su defensa de esta teoría, Friedman examina y desecha otras, entre ellas la teoría de la explicación como reducción a lo familiar. Para rechazarla, establece como una de las condiciones que una teoría de la explicación debe satisfacer para ser adecuada, el requisito de que sea suficientemente general, lo cual significa que todas las teorías científicas a las que atribuimos poder explicativo, o al menos la mayoría de ellas, deben tenerlo de acuerdo con nuestra teoría de la explicación. La teoría de la reducción a lo familiar no satisface, según Friedman, esta exigencia: si la explicación tuviera que ser reducción a lo familiar —es decir, si sólo en ese caso se produjera comprensión de los fenómenos explicados—, las explicaciones basadas en la física contemporánea, y, en particular, las basadas en la mecánica cuántica, no serían satisfactorias; por lo tanto, la explicación *no* es reducción a lo familiar.

Como reiteradamente lo ha señalado Thomas M. Simpson en sus seminarios, lo que es un *modus tollens* para un filósofo puede ser un *modus ponens* para otro. Susan Haack cita un ejemplo de esta situación en su libro *Filosofía de las lógicas* (1978, p. 103): como la teoría de la verdad de Tarski requiere que los portadores de verdad sean oraciones, algunos sostienen que los portadores de verdad tienen que ser oraciones, y otros, que hay que rechazar la teoría de la verdad de Tarski. Creo que la argumentación de Friedman puede fácilmente dar lugar a una situación análoga: no parece muy difícil de aceptar, en efecto, la idea de que las explicaciones basadas en la mecánica cuántica *no* son satisfactorias. Sostener que sí lo son, en el sentido de que producen comprensión de los fenómenos explicados, aunque la teoría explicativa no se entienda, sólo porque reducen el número de fenómenos independientes que debemos aceptar como últimos —y es esto exactamente lo que sostiene Friedman—, es como decir que los teoremas de un sistema axiomático son verdaderos, aunque los axiomas no lo sean, por el solo hecho de que estos últimos son pocos.

Esta comparación podría usarse contra la teoría de la reducción a lo familiar, alegando que incurre en circularidad al sostener que los fenómenos familiares se entienden gracias a las teorías, y éstas, gracias a los fenómenos familiares, y que esta circularidad es tan viciosa como la que se produciría si se pretendiera probar la verdad de *todas* las afirmaciones de un sistema. Pero no es así. Hay cosas que se entienden sin necesidad de explicaciones ni modelos, y su comprensión constituye el punto de partida en la cadena de explicaciones y modelos; no partimos de cero, como si estuviéramos suspendidos en el vacío, sino que —dicho en una jerga husserliana— estamos siempre ya inmersos

en la comprensión prerreflexiva propia del "mundo de la vida". Así, por ejemplo, entendemos *cómo* se comportan las bolas de billar sin necesidad de ninguna explicación (lo que la teoría de Newton nos explica *es por qué* se comportan así), y eso nos permite comprender la teoría cinética de los gases al proporcionarnos un modelo visualizable de ella. Si no hubiera en el punto de partida algo entendido sin necesidad de explicación, no tendríamos *de qué* pedir explicaciones; si no entiéramos *cómo* se comportan las bolas de billar, no podríamos preguntar *por qué* se comportan de ese modo. Todo esto supone que la comprensión es comprensión *humana*, y no comprensión de cualquier sujeto cognoscente, pero las diferencias entre distintos sujetos cognoscentes no parecen depender de su razón sino sólo de características físicas como el tamaño o el aparato sensorial: si fuéramos mucho más pequeños, podríamos jugar al billar con moléculas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA

BIBLIOGRAFIA

Nota: La lista que sigue incluye los trabajos citados en el texto. Cuando se mencionan versiones castellanas de libros publicados originalmente en otro idioma, las páginas indicadas corresponden a dichas versiones, pero el año es el de la edición original.

Bridgman, Percy W. (1936), *The Nature of Physical Theory*, Princeton, Princeton University Press.

Bunge, Mario (1967), *Scientific Research*, Berlín, Springer. [Versión castellana de Manuel Sacristán, *La investigación científica*, Barcelona, Ariel, 1969.]

Campbell, Norman R. (1920), *Physics: The Elements*, Cambridge.

Cushing, James T. (1991), "Quantum Theory and Explanatory Discourse: End-Game for Understanding?", *Philosophy of Science*, 58, pp. 337-358.

De la Torre, Alberto C. (1992), *Física cuántica para filósofos*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica-Ciencia Hoy.

Einstein, Albert (1954), *Ideas and Opinions*, Londres, Souvenir Press.

Friedman, Michael (1974), "Explanation and Scientific Understanding", *Journal of Philosophy*, vol. 71, N° 1, pp. 5-19; reimpresso en Joseph C. Pitt (comp.), *Theories of Explanation* (Nueva York, Oxford University Press, 1988), pp. 188-198.

Haack, Susan (1978), *Philosophy of Logics*, Cambridge University Press.

[Versión castellana de Amador Antón con la colaboración de Teresa Orduña, *Filosofía de las lógicas*, Madrid, Cátedra, 1991.]

Hanson, Norwood Russell (1963), *The Concept of the Positron*, Nueva York, Cambridge.

Hempel, Carl G. (1942), "The Function of General Laws in History", en Hempel, *Aspects of Scientific Explanation* (Nueva York, Free Press, 1965), pp. 231-243.

Hempel, Carl G. (1966), *Philosophy of Natural Science*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall. [Versión castellana de Alfredo Deaño, *Filosofía de la ciencia natural*, Madrid, Alianza, 1973.]

Hempel, Carl G. (1970), "On the 'Standard Conception' of Scientific Theories", en M. Rudner y S. Winocur, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. IV, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1970, pp. 142-163.

Hempel, Carl G. (1981), "Turns in the Evolution of the Problem of Induction", *Synthese*, XLVI, 3, pp. 389-404.

Hempel, Carl G. (1983), "Valuation and Objectivity in Science", en Robert S. Cohen y Larry Laudan (comps.), *Physics, Philosophy and Psychoanalysis: Essays in Honor of Adolf Grünbaum* (Boston, Reidel, 1983), pp. 73-100.

Kelvin, Lord (William Thomson) (1884), *Notes of Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light*, Baltimore, John Hopkins University.

Maxwell, James Clerk, *Scientific Papers*, Cambridge University Press.

Nagel, Ernest (1961), *The Structure of Science*, Londres, Routledge & Kegan Paul. [Versión castellana de Néstor Míguez, *La estructura de la ciencia*, Buenos Aires, Paidós, 1968.]

Newton-Smith, William H. (1981), *The Rationality of Science*, Londres, Routledge & Kegan Paul. [Versión castellana de Marco Aurelio Galmarini, *La racionalidad de la ciencia*, Barcelona, Paidós, 1987.]

Popper, Karl R. (1957), "The Aim of Science", *Ratio*, 1; reimpresso en Popper (1973), pp. 191-205.

Popper, Karl R. (1973), *Objective Knowledge*, Oxford, Clarendon Press.

Reichenbach, Hans (1951), *The Rise of Scientific Philosophy*, University of California Press. [Versión castellana de Horacio Flores Sánchez, *La filosofía científica*, México, Fondo de Cultura Económica, 1953.]

Watkins, John (1984), *Science and Scepticism*, Londres, Hutchinson.

ABSTRACT

Philosophers of science use to reject the idea that explanation should be "reduction to the familiar". They have good reasons for being impressed by the predictive and technological success of

Quantum Theory. This makes them prefer not to consider as a deficiency the fact, pointed out by R. Feynman, that nobody understands it. However, it seems reasonable to admit that one of the aims of science is the *understanding* of the world, and that explanation is not a *final* aim of science but rather a means to produce understanding. Consequently, it is not so easy to deny that explanation should be reduction to the familiar. This basically means that when explanation is built upon postulating theoretical entities, it will have to show important analogies between those entities and some things we are familiarized with.