

Este arquivo contém o texto completo do seguinte trabalho:

MARTINS, Roberto de Andrade. ¿Que es el descubrimiento científico de un nuevo fenómeno? In: SOTA, Eduardo & URTUBEY, Luis (eds.) *Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las IX Jornadas. Facultad de Filosofía y Humanidades*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 1999. Vol. 5 (n. 5), pp. 281-88.

Este arquivo foi copiado da biblioteca eletrônica do Grupo de História e Teoria da Ciência <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/>> da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), do seguinte endereço eletrônico (URL):

<<http://ghtc.ifi.unicamp.br/pdf/ram-71.pdf>>

Esta cópia eletrônica do trabalho acima mencionado está sendo fornecida para uso individual, para fins de pesquisa. É proibida a reprodução e fornecimento de cópias a outras pessoas. Os direitos autorais permanecem sob propriedade dos autores e das editoras das publicações originais.

---

This file contains the full text of the following paper:

MARTINS, Roberto de Andrade. ¿Que es el descubrimiento científico de un nuevo fenómeno? In: SOTA, Eduardo & URTUBEY, Luis (eds.) *Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las IX Jornadas. Facultad de Filosofía y Humanidades*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 1999. Vol. 5 (n. 5), pp. 281-88.

This file was downloaded from the electronic library of the Group of History and Theory of Science <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/>> of the State University of Campinas (UNICAMP), Brazil, from following electronic address (URL):

<<http://ghtc.ifi.unicamp.br/pdf/ram-71.pdf>>

This electronic copy of the aforementioned work is hereby provided for exclusive individual research use. The reproduction and forwarding of copies to third parties is hereby forbidden. Copyright of this work belongs to the authors and publishers of the original publication.

## ¿Qué es el descubrimiento científico de un nuevo fenómeno?

Roberto de Andrade Martins\*

### Introducción

La historia de la ciencia describe muchos “descubrimientos” de fenómenos. Ørsted descubrió el electromagnetismo; Röntgen descubrió los rayos X. Muchas veces pueden surgir discusiones refiriéndose a quien *realmente* hizo determinado descubrimiento: ¿La conservación de la energía fue descubierta por Joule o por Mayer? Actualmente se discute si la radioactividad fue realmente descubierta por Henri Becquerel o por Gustave le Bon o por Niepce de Saint-Victor.

Se entiende por qué hay discusiones de ese tipo que no se concluyen. El hecho de atribuir un descubrimiento científico a un individuo quiere decir atribuirle un mérito científico, y cualquier discusión como esa termina vinculada a otros valores (que no son científicos). Sin embargo, aunque se intente hacer una discusión “neutra”, puede resultar bastante difícil cuando se intenta atribuir el descubrimiento. El motivo de esto es, principalmente, que falta aclarar ese concepto.

El concepto de descubrimiento no ha sido analizado de una manera más profunda por los filósofos o los historiadores de la ciencia. En determinadas obras antiguas existían muchas sugerencias de *como* es que se hace una descubierta, pero sin esclarecer *en lo que consiste* una descubierta (WHEWELL, *The philosophy of discovery*; JEVONS, *The principles of science*). Por otro lado, se pueden encontrar en trabajos historiográficos muchas *descripciones* de los descubrimientos, pero el concepto solo es empleado, sin análisis, como si su significado ya estuviese evidente.

Este trabajo intentará esclarecer el concepto de descubrimiento de un fenómeno científico, por medio de un análisis conceptual. El análisis que aquí se muestra es independiente de la diferenciación que hay entre el contexto del descubrimiento y el contexto de justificación,<sup>1</sup> o de discutir si existe o no una lógica del descubrimiento científico (KANTOROVICH 1994; LUGG 1985; MAXWELL 1974; SIMON 1977; ZAHAR 1983). No realizaré un análisis que se aplique a cualquier tipo de descubrimiento, sino solamente a los descubrimientos empíricos que son inesperados (que no son previsibles teóricamente) de fenómenos o procesos generales, como el descubrimiento de los rayos X por Röntgen.

### A quién corresponde un descubrimiento

Parece que Hanson fue el único filósofo que intentó aclarar las condiciones por las cuales se puede atribuir un descubrimiento a una persona (HANSON 1967, pp. 329-331). ¿Cómo es que se puede determinar si P descubrió X? Hanson señaló tres características:

A1) ¿Existe X o se produce?

A2) ¿Fue P quien encontró a X? ¿Fue él el primero a encontrarlo? ¿Él lo registró?

A3) ¿Ese individuo P interpretó lo que encontró como X?

Ese análisis de Hanson puede considerarse como un primer paso. Sin embargo, aceptar que un fenómeno existe, o que determinado científico lo encontró, es algo que va a depen-

\* Grupo de Historia y Teoría de la Ciencia, Universidad Estadual de Campinas, Brasil.

der de la persona o grupo considerado, y tal aceptación podrá cambiar con el tiempo. Quizás sería de más utilidad discutir proposiciones del tipo “en la época T, el grupo de individuos G aceptaba que P descubrió a X”. Sin embargo, si hiciésemos la transición para ese tipo nuevo de proposición, caeríamos en un problema psicológico o sociológico, que huye de la epistemología. En vez de aceptar el cambio de foco mencionado arriba, vamos a volver a formular el problema. ¿Cómo es que se puede justificar racionalmente<sup>2</sup> la proposición histórica de atribuir un descubrimiento a una persona? Seguramente este era el punto de vista de Hanson, aunque él no lo haya especificado. Se trata de establecer *normas*, y no de explicar *creencias* de ciertos grupos.

### El concepto de descubrimiento

El análisis que se va a mostrar es para ayudar a esclarecer el concepto de descubrimiento de un nuevo fenómeno<sup>3</sup> que no está previsto teóricamente. Como “descubrimiento” no es un vocablo técnico con un significado que esté bien definido, ningún análisis puede estar de acuerdo con todos los usos diferentes y mutuamente contradictorios de la palabra. Por otro lado, se puede exigir que ella esté de acuerdo con *algunos* usos corrientes de la palabra “descubrimiento”.

¿Cuales serían las condiciones para que se pueda atribuir a P el descubrimiento de un fenómeno X?

C1) Se tiene que aceptar que existe el fenómeno X (es una condición necesaria).

Si una persona o un grupo niega que existe el fenómeno X, es irracional, para ese grupo, afirmar que alguien lo descubrió (excepto de un modo irónico, como se habla actualmente del “descubrimiento” de la fusión nuclear a frío). La aceptación va a depender, entre otras cosas, de que P muestre evidencias de que existe el fenómeno X.

C2) Se tiene que aceptar que P tuvo contacto por lo menos una vez con la ocurrencia del fenómeno X (es una condición necesaria).<sup>4</sup>

Predecir sin hallar no puede ser llamado “descubrimiento”. Si cierto grupo niega que el individuo P tuvo alguna vez contacto con el fenómeno X, será irracional, para ese grupo, aceptar que P descubrió el fenómeno X. Esa condición, como las otras, depende de aquello que se acepta bajo el punto de vista histórico, o sea, depende de las creencias historiográficas de la época.

C3) El individuo P tiene que haber sido el primero a comunicar su descubrimiento (es una condición necesaria, convencional).

Hay convención, en el mundo científico, que la prioridad de un descubrimiento depende de la publicación o divulgación del descubrimiento. Esa convención se funda más en una comodidad (para evitar conflictos difíciles de solucionar) que en causas más profundas. El hecho de aceptar que un individuo fue o no el primero en publicar determinado resultado depende de los estudios históricos. Dar la prioridad del descubrimiento es algo temporario: es posible que las investigaciones históricas encuentren otro individuo anterior (un “precursor”).<sup>5</sup>

C4) P tiene que darse cuenta de que X es un fenómeno *nuevo* (es una condición necesaria).

Un investigador solo va a conseguir saber que está delante de un fenómeno nuevo cuando lo compare a otros fenómenos conocidos que sean similares y dándose cuenta que existen diferencias importantes. Si un investigador entra en contacto con un fenómeno pero no se dio cuenta de que él era diferente de los fenómenos que conocía, él no descubrió un fenómeno *nuevo*.

#### Otros aspectos del descubrimiento

Hasta aquí, las condiciones mostradas son parecidas a las de Hanson. Sin embargo, también se espera que el científico *investigue* el fenómeno, y suministre información sobre él.

C5) P tiene que poder identificar el fenómeno X.

Para que se consiga una posterior investigación del fenómeno, es necesario poder reconocer cuando está o no presente, indicando las semejanzas y diferenciándolo de otros parecidos. El identificar la especificidad de un fenómeno nuevo es generalmente acompañado al hecho de que se le da un *nombre*. Generalmente la caracterización de un fenómeno es algo dinámico y que cambia con el tiempo. Sin embargo, es mejor *alguna* caracterización (aunque ella sea temporaria).

C6) P tiene que identificar las condiciones que hacen que se reproduzcan el fenómeno X y sus principales efectos.

Este paso corresponde a cuando se consigue saber de las condiciones y/o causas importantes del fenómeno, testando varias circunstancias como forma de verificar si influyen o no en la producción de un fenómeno. Cuando se cumple esta parte de la investigación, se consigue que el fenómeno se pueda reproducir, desde que se consiga siempre controlar las condiciones que lo provocaron. Claro que la pesquisa ulterior puede mostrar que algunas de las condiciones que parecían no tener importancia son importantes, y viceversa; pero es valioso *intentar* identificar las condiciones que tienen importancia. De acuerdo con la terminología usada por Hacking, esa sería la etapa en que el fenómeno es *creado*, adquiriendo una regularidad y posibilidad de reproducción.<sup>6</sup>

C7) P tiene que encontrar y dar una conveniente evidencia de algunas de las propiedades (generalizaciones y excepciones) del fenómeno X.

La investigación empírica del fenómeno proporciona datos que tienen que ser analizados para que se pueda inferir algunas de las propiedades del mismo.<sup>7</sup> En esa etapa hay una interacción entre los hechos y los argumentos – datos e interpretación. Claro que también existe el riesgo de ocurrir errores en la observación y descripción de los fenómenos, o de hacerse inferencias que estén equivocadas. Un investigador que ya tiene experiencia sabe que los hechos tienen que ser recogidos y testados de una manera cuidadosa, para evitar datos errados; y que los argumentos tienen que ser analizados cuidadosamente. Siempre que se pueda, los aspectos cuantitativos del fenómeno tienen que ser medidos y se debe proponer leyes empíricas. Ese estudio del fenómeno no es totalmente diferente de la identificación de condiciones en que se reproduce el efecto. Se trata, sin embargo, de una progresiva ampliación del estudio empírico del fenómeno (MARTINS 1997), generalmente guiada por semejanzas (MARTINS 1998), explorando la existencia de nuevas propiedades que no son parte de la caracterización inicial del fenómeno.

C8) P tiene que saber comprender el fenómeno X.

Es deseable sugerir una interpretación que sea posible (de preferencia una que no produzca un conflicto grave con los hechos conocidos o teorías conocidas), dar evidencias que estén a favor o en contra de las hipótesis, mostrar evidencias que sean capaces de diferenciarlo de entre las interpretaciones alternativas, etc. En el caso de un fenómeno que no es previsto, existen dos posibilidades: o el fenómeno, aunque no previsto, puede fácilmente ser explicado por teorías que ya existen – en ese caso, la comprensión del fenómeno puede venir *antes* de un estudio empírico más detallado – o él es difícil de explicar a partir de teorías que ya existen, ocurriendo, generalmente, hipótesis e investigaciones empíricas de una forma paralela. Incluso en el caso de un fenómeno que parece poder ser explicado por teorías conocidas, solo a partir de la investigación empírica del fenómeno es que se puede probar si realmente él posee las propiedades previstas por la teoría.

C9) P tiene que incluir el fenómeno X dentro del campo de una teoría científica más amplia.

La integración de un fenómeno nuevo dentro de una teoría científica más amplia es el *desideratum* final del descubrimiento. La adecuada integración presupone el conocimiento empírico de un gran número de propiedades del fenómeno y el estudio de la compatibilidad entre ellos y las consecuencias de la teoría.

#### Niveles o grados del descubrimiento

Esos nueve ítems indican contribuciones que se pueden dar al descubrimiento de un nuevo fenómeno. Casi nunca un investigador consigue hacer todo eso: normalmente, varias personas contribuyen para que se desarrolle el conocimiento de un nuevo fenómeno: se trata de un trabajo colectivo y, generalmente, lento. Cada una de las condiciones tiene que ser entendida como *relativa a quien es que está juzgando la atribución de la prioridad*.

¿Cuales de esas condiciones tienen que ser *necesariamente* cumplidas por un investigador para que él pueda ser considerado como el descubridor de un nuevo fenómeno? Podríamos denominar el cumplimiento de todas las condiciones (desde C1 hasta C9) como de *descubrimiento total o pleno* del fenómeno. Por otro lado, si un investigador (o un grupo de investigadores) consigue cumplir las condiciones C1 hasta la C7, se puede decir que él (o el grupo) realizó un *descubrimiento empírico* del fenómeno, que no incluye su explicación.

El conocimiento científico nunca está completo. El descubrimiento es aceptado como tal después de que *algunas* condiciones importantes y *algunas* propiedades del fenómeno fueron aceptadas. El conocimiento científico es temporario. En cada momento, el investigador que encontró y proporcionó evidencias favorables al conocimiento aceptado, puede ser considerado como su descubridor.

Usando el análisis anterior, se puede decir que tenemos buenas razones para aceptar que Röntgen fue el *descubridor empírico* de los rayos X, pues él tuvo contacto con el fenómeno, se dio cuenta de que era un nuevo fenómeno, lo identificó, estableció las condiciones que permitían que se reprodujese el fenómeno y sus principales efectos, y proporcionó las evidencias adecuadas de algunas de las propiedades (generalizaciones y excepciones) del fenómeno. Sin embargo, Röntgen fue incapaz de comprender la naturaleza de los rayos X y de asociarlo a teorías físicas más amplias. Su trabajo fue completado por otros investigadores.

Aquí se está proponiendo un análisis del concepto de “descubrimiento”, que podría ser o no aceptado. Determinar el significado de un vocablo es, generalmente, convencional. Sin embargo, existen dos puntos importantes que necesitan ser destacados:

a) La propuesta aquí mostrada concuerda, en su mayoría, con el uso que se tiene hecho de ese vocablo. Es por eso que el esclarecimiento mostrado puede parecer *banal*. Él *es banal* en el sentido de que no busca revolucionar el uso del vocablo “descubrimiento”. Él *no es banal* en otros aspectos, pues intenta especificar los criterios de atribución de un descubrimiento, y no se consigue encontrar un esclarecimiento parecido en la literatura.

b) A través del esclarecimiento arriba mostrado, se puede comparar fácilmente las contribuciones de diferentes investigadores en el descubrimiento del mismo fenómeno. Eso da una mayor objetividad al análisis histórico, pues decir simplemente que “P descubrió X” puede ser interpretado de muchas maneras diferentes.

Como ya se indicó, el objetivo de identificar el “descubridor” es para atribuir un especial *mérito científico* a una persona. Por eso, en las discusiones de ese tipo, siempre está en juego, implícitamente, un concepto del *valor científico*, y de una *jerarquía de esos valores*. Si dos individuos participaron, de formas diferentes, en el descubrimiento de un fenómeno nuevo X, cuando se quiera atribuir a solo uno de ellos el derecho de ser llamado de “descubridor” de X, se quiere decir que la contribución científica de esa persona fue realmente muy valiosa, o que fue más valiosa que la de otro investigador. Las controversias surgen exactamente porque existen diferentes grados o niveles de contribución al descubrimiento de un fenómeno.

Las reglas que aquí se expusieron pueden ser usadas para decidir sobre la atribución del descubrimiento de un fenómeno a una persona, aunque un trabajo mucho más útil es analizar paso por paso el estudio de un fenómeno nuevo, intentando describir los varios tipos de contribuciones de los distintos investigadores. Para eso, las condiciones que arriba se señalaron pueden volver a ser formuladas y servir como una guía de análisis para el historiador. Por ejemplo, en vez de C7 [P tiene que encontrar y proporcionar una evidencia adecuada de algunas propiedades (generalizaciones y excepciones) del fenómeno X] el historiador se podría preguntar: ¿Quién (cuando, como) encontró y proporcionó evidencias consideradas adecuadas de cada propiedad (generalizaciones y excepciones) del fenómeno?

#### **Los *desiderata* del descubrimiento de un nuevo fenómeno**

Podemos volver a formular todo lo que ya se dijo de una manera totalmente diferente. Al proponer normas sobre lo que tiene que haber hecho un investigador para que él pueda ser considerado como el descubridor de un fenómeno, estamos estableciendo condiciones para la atribución del mérito científico. Cada una de las condiciones arriba descritas puede, por eso, cambiarse a una regla de atribución de valor, como por ejemplo:

D2) Bajo el punto de vista científico, es valioso o deseable tener contacto con los fenómenos que se pretende describir (describir fenómenos a partir de una observación tiene más valor científico de lo que una descripción imaginaria).

D5) Bajo el punto de vista científico, cuando se estudia un fenómeno nuevo, es valioso o deseable indicar como el fenómeno puede ser identificado (la indicación de la manera de identificar un nuevo fenómeno incrementa el valor científico del estudio del fenómeno).

Las normas descritas arriba (D2 y D5) corresponden a las condiciones anteriormente mostradas de atribución de un descubrimiento a un investigador (C2 y C5). Sin embargo, existen ciertas diferencias. Las condiciones (C1-C9) apenas sirven como reglas para poder guiar un historiador de la ciencia o a otra persona que quiera decidir si tiene o no que considerar que P descubrió el fenómeno X. Por otro lado, los *desiderata* correspondientes sirven no solamente para evaluar (atribuir un valor) a un trabajo científico, pero también para *guiar* la investigación científica. Ninguno de esos *desiderata* indica un *procedimiento* o forma de pesquisar, sino que cada uno indica una *valiosa* meta parcial para obtener. Tener conciencia de esa meta que se quiera conseguir es algo que podría guiar a la pesquisa científica.<sup>8</sup>

### Límites de esta propuesta

La propuesta que aquí se presenta se encuadra en la concepción general de un abordaje axiológico de la metodología científica. (MARTINS 1980; MARTINS 1984b; MARTINS, *Sobre el papel de los desiderata en la ciencia*). Esa propuesta tiene una naturaleza normativa, y por eso es que no puede fundamentarse por medio de una simple investigación analítica, ni a través de estudios históricos (empíricos). Las valoraciones sólo pueden ser justificadas por medio de otras valoraciones. El problema de fundamentar una propuesta metodológica axiológica tiene la misma naturaleza que fundamentar cualquier otra propuesta axiológica (ética, estética, etc.), y no voy a intentar solucionarlo aquí.

Generalmente, los “fenómenos” tienen nombre (por ejemplo, rayos X, radioactividad, etc.), y ese nombre esconde una gran complejidad. En vez de usarse *nombres* de fenómenos, es mejor usarse una *descripción razonablemente detallada* del fenómeno, y cuando eso se hace notase que su descubrimiento puede, generalmente, ser descompuesto en las distintas etapas y que *nadie* puede ser considerado como su descubridor, siendo posible solamente atribuirse a determinadas personas el descubrimiento de ciertas *partes* del fenómeno.

El análisis del “descubrimiento” mostrado aquí podría haber sido refinada, descompuesta en cada uno de los ítems señalados. ¿Que significa, por ejemplo, identificar las condiciones que hacen que un fenómeno se pueda reproducir? Significa establecer una serie de generalizaciones empíricas apoyadas, por otro lado, en ciertos testes. La forma de identificar esas condiciones es bastante compleja, y podría ser dividida en subprocedimientos.

Como ya se dijo más arriba, el análisis que aquí se muestra puede, en cierto sentido, ser usada para guiar el trabajo de investigación de un fenómeno nuevo, pero de ninguna manera indica *como* se puede llegar a cada tipo de resultado. Tampoco estamos discutiendo las dificultades y posibilidades de *error* en la investigación de un fenómeno nuevo, y como se puede evitar esos errores. No existe ningún método que *garantice* la falta de errores, pero existen procedimientos que reducen ese tipo de riesgo, que no serán tratados aquí.

Conviene repetir: aquí no se propone analizar las causas que llevan, históricamente, a una persona o grupo a aceptar que P descubrió X. El enfoque adoptado fue epistemológico y metodológico, no sociológico o psicológico. Creo que, dentro de lo que este artículo se proponía hacer, mostramos una contribución que ayuda a completar un vacío importante, dada la falta de estudios sobre el concepto de “descubrimiento”.

## Agradecimientos

El autor agradece el soporte recibido por el Consejo Nacional de Desenvolvimento Científico y Tecnológico de Brasil (CNPq), cuyo apoyo permitió la realización de esta investigación.<sup>9</sup>

## Notas

<sup>1</sup> Aunque la distinción de estos dos conceptos se popularizó a partir de los trabajos de Popper y Reichenbach, Hanson señaló que ella ya estaba presente en Schiller (HANSON 1958, p. 1073).

<sup>2</sup> Aquí usaremos “aceptación racional” en el sentido de “aceptar por razones puramente científicas o cognitivas, independientemente de los intereses extra-científicos que podrían direccionar las actitudes de las personas”. Eso excluye situaciones como aquellas en la que una persona acepta que alguien descubrió un fantasma, aunque no crea que los fantasmas existen. Tal aceptación podría ser una estrategia consciente, cuidadosamente planeada, para conseguir ciertos objetivos (en el caso, no epistemológicos), pero no sería racional en el sentido que aquí es utilizado.

<sup>3</sup> El concepto de *fenómeno* utilizado aquí está concordando en la mayor parte de los aspectos con la utilización del vocablo por Ian Hacking en su libro (*Representing and intervening*, cap. 13, especialmente p. 225). Sin embargo, prefiero usar la palabra “descubrimiento” en vez de “invención” de un fenómeno, aún cuando se trate de un efecto que fue creado artificialmente en un laboratorio, en el sentido utilizado en el artículo WOODWARD & BOGEN 1988.

<sup>4</sup> Es obvio que también se exige aceptar que P existe, pero es muy raro que esa sea una cuestión de la que se tenga duda.

<sup>5</sup> Mirar el análisis de “precursor” escrito por Hélène Metzger, por ejemplo (METZGER 1939).

<sup>6</sup> Mirar Hacking, *Representing and intervening*, capítulo 13.

<sup>7</sup> Mirar la análisis de “fenómenos” y “datos” mostrada por WOODWARD & BOGEN 1988.

<sup>8</sup> De cierta forma, las reglas C1-C9 también pueden guiar a la investigación: una persona puede buscar completar tales condiciones para ser considerado como descubridor y ganar mérito científico. Hay, sin embargo, una diferencia entre las actitudes de querer completar las condiciones C1-C9 (solamente para poder ser reconocido) y de querer completar los *desiderata* correspondientes, pues en el segundo caso la pesquisa se orienta para producir contribuciones científicas valiosas, siendo que en el primer caso se busca únicamente conseguir prestigio.

<sup>9</sup> Este trabajo fue traducido por Raquel Buitrón Vuelta.

## Bibliografía

- HACKING, Ian. *Representing and intervening*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- HANSON, Norwood Russell. The logic of discovery. *The Journal of Philosophy* 55: 1073-89, 1958.
- . An anatomy of discovery. *The Journal of Philosophy* 64: 321-52, 1967.
- JEVONS, W. Stanley. *The principles of science – a treatise on logic and scientific method*. New York: Dover, 1958.
- KANTOROVICH, Aharon. Scientific discovery: a philosophical survey. *Philosophia* 23: 3-23, 1994.
- LUGG, Andrew. The process of discovery. *Philosophy of Science* 52: 207-20, 1985.
- MARTINS, Roberto de Andrade. Abordagem axiológica da epistemologia científica. *Textos SEAF* 1 (2): 38-57, 1980.
- . A situação epistemológica da epistemologia. *Revista de Ciências Humanas, UFSC* 3 (5): 85-110, 1984.
- . *Sobre o papel dos desiderata na ciência*. Campinas: UNICAMP, 1987.
- . Investigando o invisível: as pesquisas sobre raios X logo após a sua descoberta por Röntgen. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência* (17): 81-102, 1997.
- . Jevons e o papel da analogia na arte da descoberta experimental: o caso da descoberta dos raios X e sua investigação pré-teórica. *Episteme. Filosofia e História das Ciências em Revista* 3 (6): 222-49, 1998.
- MAXWELL, Nicholas. The rationality of scientific discovery. *Philosophy of Science* 41: 123-53, 247-95, 1974.

- METZGER, Hélène. Le rôle des précurseurs dans l'évolution de la science. *Thalès* 4: 199-209, 1939.
- SIMON, H. A. Does scientific discovery have a logic? *Philosophy of Science* 40: 471-80, 1977.
- WHEWELL, William. *The philosophy of discovery*. New York: Burt Franklin, 1860.
- WOODWARD, James & BOGEN, James. Saving the phenomena. *The Philosophical Review* 97: 303-52, 1988.
- ZAHAR, Elie. Logic of discovery or psychology of invention? *The British Journal for the Philosophy of Science* 34: 243-61, 1983.