

Observaciones sobre el concepto de abducción

Pascual F. Martínez-Freire

11.1. Introducción

Conozco al profesor Ángel Nepomuceno Fernández (yusodicho Ángel) desde 1990, con motivo de la defensa de su tesis doctoral sobre “Lógica de segundo orden: Problemas metateoréticos”, en Sevilla. Desde entonces he tenido el honor y la satisfacción de coincidir con Ángel en numerosos actos académicos (incluidos sus concursos de Titular y de Catedrático), encuentros científicos y reuniones festivas, no sólo en Sevilla o en Málaga, sino también en otras ciudades.

Lo que siempre me ha maravillado de Ángel es sus dotes extraordinarias para la lógica formal unidas a sus constantes preocupaciones filosóficas, de tal manera que aunque, como es sabido, la lógica no es filosofía, en el caso de Ángel lógica y filosofía están siempre naturalmente unidas.

Dentro de esta línea general de estudio lógico-filosófico, en los últimos años Ángel se ha ocupado en la investigación acerca de la naturaleza del razonamiento científico empírico y, en particular, de la naturaleza de la abducción y de la elaboración de recursos lógicos (como tablas semánticas y otros) para su tratamiento formal.

Mi contribución a este libro de homenaje a Ángel, con motivo de su sesenta aniversario, consiste en algunas precisiones históricas y nocionales en torno justamente al concepto de abducción. Tales precisiones se centran en dos ideas básicas: 1) la abducción es la inducción auténtica, es decir, el razonamiento científico empírico buscado (y no encontrado) por Francis Bacon, y 2) la abducción se encuentra perfectamente teorizada, aunque no denominada como tal, en un autor anterior a Peirce, a saber, en William Whewell, quien describe la inducción auténtica, frente a la inducción de John Stuart Mill.

11.2. La noción de abducción en Peirce

Como es sabido, Charles Sanders Peirce (1839-1914) se refiere a la abducción en numerosos textos, entre más o menos 1866 y más o menos 1907, aunque usando denominaciones

distintas (“hipótesis”, “abducción”, “retroducción”) y destacando aspectos lógicos o bien metodológicos.

Un texto muy repetido, por la contraposición de la abducción (que, por cierto, aquí denomina “hipótesis”) con la deducción y la inducción, así como por los ejemplos proporcionados, es el que ofrece Ángel en su trabajo “Modelos de razonamiento abductivo” (2005, 161). Este texto pertenece al artículo “Deduction, Induction and Hypothesis”, de 1878, y está en los *Collected Papers* de Peirce, volumen 2, página 623 (es decir, CP 2.623). El texto dice que la deducción es una inferencia de un resultado a partir de una regla y de un caso; así a partir de la regla “todas las alubias de esta bolsa son blancas” y del caso “estas alubias son de esta bolsa”, se infiere el resultado “estas alubias son blancas”. En cambio, la inducción es la inferencia de la regla a partir del caso y del resultado; así a partir del caso “estas alubias son de esta bolsa” y del resultado “estas alubias son blancas”, se infiere la regla “todas las alubias de esta bolsa son blancas”. Y finalmente la hipótesis (esto es, la abducción) es la inferencia del caso a partir de la regla y del resultado; así a partir de la regla “todas las alubias de esta bolsa son blancas” y del resultado “estas alubias son blancas”, se infiere el caso “estas alubias son de esta bolsa”.

Como comentario general puede advertirse que la deducción aparece como un paso desde lo universal a lo particular, mientras que la inducción se muestra como el paso inverso desde lo particular a lo universal; pero, por otra parte, la hipótesis o abducción establece algo que resulta explicado por una regla y una observación.

A mi entender, el carácter explicativo de la abducción peirceana es algo central y como tal aparece en otro texto básico de nuestro filósofo. En efecto, en un texto de 1903 (CP 5.189), nos dice: “Mucho antes de que primero clasificase la abducción como una inferencia, los lógicos reconocieron que la operación de adoptar una hipótesis explicativa (*explanatory*) -que es justamente lo que es la abducción- estaba sujeta a ciertas condiciones. A saber, la hipótesis no puede ser admitida, incluso como una hipótesis, a menos que se suponga que explicaría (*account for*) los hechos o algunos de ellos. La forma de la inferencia, por tanto, es ésta: el hecho sorprendente (*surprising*), C, es observado, pero si A fuese verdadera, C sería trivial (*a matter of course*), luego hay razón (*reason*) para sospechar que A es verdadera. Así pues, A no puede ser abductivamente inferida, o si se prefiere la expresión, no puede ser abductivamente conjeturada hasta que su contenido entero ya está presente en la premisa “si A fuese verdadera, C sería trivial”.

Me parece interesante advertir la referencia que Peirce hace al astrónomo Johannes Kepler (1571-1630) como realizando su ideal de método científico, ya que William Whewell (1794-1866), a quien considero precedente de la abducción peirceana, también estimaba que Kepler era el mejor ejemplo de su método científico.

Efectivamente, en su respuesta, de 1893, a las críticas del Dr. Carus dirigidas a su filosofía, Peirce dice (entre otras muchas cosas): “Kepler llega muy cerca a la realización de mi ideal de método científico, y es uno de los pocos pensadores que han llevado a sus lectores plenamente a su confianza en cuanto a lo que realmente ha sido su método” (CP 6.604). A su vez, William Whewell (1794-1866), filósofo y científico británico, admiraba también a Kepler como ejemplo de científico, de quien señala: “En Kepler hemos observado el coraje y la perseverancia con las que emprendió y ejecutó la tarea de computar sus propias hipótesis, y, una característica aún más admirable, que él nunca permitió que el trabajo que había gastado en cualquier conjetura produjese resistencia alguna en abandonar la hipótesis, tan pronto como tuviese prueba de su imprecisión”¹.

¹W. Whewell, *The Philosophy of the Inductive Sciences*, libro XI, p. 57.

Aún más notable es el hecho de que el propio Peirce, en el mismo lugar de respuesta a las críticas del Dr. Carus, se refiere expresamente a Whewell en los siguientes términos: “Mis propios estudios históricos, que han sido de algún modo minuciosamente críticos, han confirmado en conjunto los puntos de vista de Whewell, el único hombre de potencia filosófica unida a entrenamiento científico que había hecho un examen comprensivo del curso entero de la ciencia, acerca de que el progreso en la ciencia depende de la observación de los hechos correctos (*right*) realizada por mentes *amuebladas con ideas apropiadas*” (CP 6.604; cursivas en el original). Y en nota a pie de página Peirce cita la *History of the Inductive Sciences* de Whewell.

Este texto muestra dos cosas. En primer lugar, que Peirce conocía, al menos, la labor de Whewell como historiador de la ciencia y como científico, Y en segundo lugar, que Peirce no sólo admiraba a Whewell sino que también compartía en general sus puntos de vista.

En efecto, William Whewell fue un escritor fecundo, autor de numerosos escritos científicos, históricos y filosóficos. En relación con su primera actividad docente, de Matemáticas y Mecánica, en el Trinity College de Cambridge, publicó sus primeras obras científicas. A partir de 1828, cuando es nombrado catedrático de Mineralogía de la Universidad de Cambridge, publica nuevas obras científicas. Ahora bien, en 1837 publicó su monumental *History of the Inductive Sciences*, obra sin precedentes y que le convertía en el máximo historiador de la ciencia empírica. Y en 1840 apareció *The Philosophy of the Inductive Sciences, founded upon their History*, obra asentada en la *History* y que, según confiesa el propio Whewell, había ido escribiendo simultáneamente con ella².

11.3. Remontándose a Aristóteles y a Francis Bacon

Aristóteles (384-322) no sólo fue el creador de la Lógica (que él llamaba “Analítica”) sino que fue consciente de ello, ya que al final de sus escritos de Lógica, en las *Refutaciones Sofísticas*, escribe en términos orgullosos: “Sobre el razonamiento no disponíamos de nada anterior para citar, sino que hemos pasado mucho tiempo en penosas investigaciones. Así pues, si os parece después de considerarlo que, siendo tal el estado de cosas que existía al principio, nuestra investigación mantiene un rango honorable en relación con las otras disciplinas cuya tradición ha asegurado el desarrollo, no os quedará, a todos los que habéis seguido estas lecciones, sino mostrar indulgencia por las lagunas de nuestra pesquisa y mucho reconocimiento por los descubrimientos realizados”³.

Ahora bien, la noción de razonamiento de Aristóteles le obliga y le lleva de hecho a hacer coincidir razonamiento y deducción. En efecto, en los *Primeros Analíticos* declara: “El silogismo es un discurso en el cual, siendo puestas ciertas cosas, alguna cosa distinta de estos datos resulta de ellos necesariamente por el solo hecho de estos datos”⁴. Tal como observa Jules Tricot, en nota de este texto, “silogismo” se tradujo al latín por “*ratiocinatio*”, esto es, “razonamiento”. Pero lo relevante es que, entendido el razonamiento como un discurso en el que algo se sigue *necesariamente* de algo, razonamiento y deducción coinciden.

²Para mayores detalles sobre la vida y obra de Whewell, véase el capítulo primero de la Introducción de mi Filosofía de la ciencia empírica. Un estudio a través de Whewell (1978).

³Organon. VI Les Réfutations Sophistiques, 1969, p. 139. (La traducción al castellano es mía)

⁴Organon. III Les Premiers Analytiques, 1966, pp. 4-5. (La traducción es mía).

No obstante, Aristóteles advierte la existencia de inferencias no-silogísticas, es decir, no-deductivas. En particular distingue dos tipos de inducción (“epagoué”, en transcripción castellana del griego), que podemos denominar inducción completa e inducción dialéctica. La inducción completa es descrita por Aristóteles en los *Primeros Analíticos*⁵, mientras que la inducción dialéctica aparece en los *Tópicos*⁶. La inducción completa se caracteriza en términos del silogismo (y por ello aparece en la Analítica), puesto que se dice que consiste en concluir, apoyándose en uno de los términos extremos, que el otro término extremo se atribuye al término medio; por supuesto estos términos son los del correspondiente silogismo y el ejemplo de Aristóteles se refiere a “el hombre, el caballo y el mulo”, “vivir mucho tiempo” y “animales sin hiel (bilis)”, pero lo más importante es que Aristóteles entiende que esta inducción procede por enumeración completa (en el ejemplo, hombres, caballos y mulos son todos los animales sin hiel). En cambio, la inducción dialéctica es el paso de los casos particulares a lo universal, y el ejemplo de Aristóteles señala que si el más hábil piloto es el que sabe y el más hábil cochero es el que sabe, entonces en general el más hábil es el que sabe; Aristóteles añade que este tipo de inferencia es accesible al vulgo (y por ello aparece en los *Tópicos*, que se ocupan de la Dialéctica).

En suma, para el creador de la Lógica el razonamiento por excelencia, y al que dedica la mayoría de sus energías, es la deducción y, cuando se ocupa de la inducción, prefiere la inducción por enumeración completa.

Por su parte, Francis Bacon (1561-1626) intentó completar la investigación lógica de Aristóteles desarrollando una lógica del razonamiento empírico. Por ello, y puesto que el conjunto de las obras lógicas aristotélicas se denomina *Organon*, publicó en 1620 una obra titulada expresamente *Novum Organum*. Para Bacon, la lógica de su tiempo es inútil para la invención científica, apenas sirve para inquirir la verdad, el silogismo no se aplica ni a los principios generales ni a las leyes de las ciencias, y por tanto la única esperanza está en la verdadera inducción (frente a la deducción de Aristóteles)⁷. Tal inducción comprende básicamente cuatro etapas: 1) observación de la naturaleza, mediante la cual acumulamos hechos, 2) clasificación de los hechos, utilizando las célebres tablas baconianas (tabla de presencia de la “forma” que se investiga, tabla de su ausencia en casos análogos y tabla de sus diversos grados de presencia), 3) la interpretación de los hechos, fase peculiar de la inducción, y 4) verificación o rectificación de la inducción.

En realidad la inducción baconiana queda muy lejos de la práctica real científica. Tadeusz Kotarbinski (1886-1981) señala que las “formas” buscadas por Bacon son de algún modo físico-químicas, ya que se trataría, en última instancia, de encontrar una estructura molecular que determina las características exteriores de un cuerpo que pertenece a un género dado, añadiendo Kotarbinski que se comprende bien a Bacon “si se ve en él un pensador que se guía por la alquimia en su manera de plantear el problema”⁸.

11.4. William Whewell y su renovación de Bacon

Whewell mantiene una relación bipolar con su compatriota Francis Bacon. Por un lado, admira su proyecto de desarrollar una lógica del razonamiento empírico e incluso

⁵Ibid., pp. 312-313.

⁶Organon. V Les Topiques, 1965, pp. 28-29.

⁷Cf.: Novum Organum, 1949, aforismos XI-XIV.

⁸Leçons sur l’histoire de la logique, 1964, p. 339.

pretende llevar adelante tal proyecto. Pero por otro lado, advierte en Bacon numerosos y graves errores que él está dispuesto a corregir.

Para empezar juegan a favor de Whewell, y en contra de Bacon, los más de doscientos años que les separan, con el progreso científico subsiguiente; además Whewell tenía un conocimiento sin precedente de las ciencias empíricas, a las que dedicó una historia de casi mil quinientas páginas, y finalmente él mismo era un notable científico.

Whewell decide seguir el camino de la lógica del razonamiento empírico, transitado por Bacon, de una manera distinta, porque estima que su compatriota no lo ha hecho del modo adecuado ni tampoco el paso del tiempo permitiría repetirlo tal como él lo hizo. Esta decisión se advierte claramente en el propio título de la obra publicada por Whewell en 1858 (y que constituye la segunda parte de la tercera edición de su *Philosophy* de 1840): *Novum Organon Renovatum*.

Whewell⁹ reprocha a Bacon que sus preceptos sobre el razonamiento empírico apenas tienen conexión con el desarrollo real de las ciencias empíricas. Pero le parecen más graves los tres errores siguientes. En primer lugar, el error de recomendar la búsqueda de las formas de la naturaleza, en vez de la investigación de las leyes de los fenómenos, que es tarea más simple y manifiesta. En segundo lugar, la creencia errónea de que los descubrimientos científicos pueden hacerse sin una aptitud inventiva especial, mediante la mera reunión y clasificación de hechos sin necesidad de introducir hipótesis alguna. Y en tercer lugar, Whewell reprocha a Francis Bacon sostener que la observación de los fenómenos puede separarse de la interpretación de los mismos.

En todo caso, la gran diferencia entre ambos autores se refiere a la noción misma de la inducción. Para Whewell la inducción es básicamente un proceso hipotético, con lo que la formación de hipótesis cumple un papel central en las ciencias empíricas (que Whewell llama justamente “inductivas”); en cambio Bacon censura frecuentemente el hábito de elaborar hipótesis como defecto que denomina “anticipación del entendimiento”. En las cuatro etapas que Bacon establece dentro de la investigación empírica, la operación interpretativa ocupa el tercer lugar, tras la acumulación de hechos y de su clasificación y antes de la rectificación de la inducción; en cambio Whewell sostiene que la interpretación es solidaria con la observación misma. El autor del *Novum Organon Renovatum* reprocha al autor del *Novum Organum* no conceder todo su valor a la actividad intelectual de interpretar hechos elaborando hipótesis. Whewell cita las diversas hipótesis que elaboró Kepler para explicar la órbita de Marte antes de dar con la hipótesis de su forma elíptica en 1609. Para Whewell, las hipótesis correctamente usadas ayudan a la ciencia empírica en lugar de hacerla peligrar, de modo que la inducción científica no es un proceso cauto o riguroso en el sentido de abstenerse de tales suposiciones, sino en el sentido de no adherirse a ellas hasta que son confirmadas por los hechos y en el de buscar cuidadosamente a partir de los hechos confirmación o refutación.

Whewell, fiel a su deseo de elaborar una filosofía de la ciencia empírica en conexión con el análisis histórico de las ciencias constituidas, no se saca de la manga, por así decir, su nueva noción de la inducción, sino que la presenta como un resultado del examen de la práctica real del científico. En este punto no sólo se enfrentará con John Stuart Mill (1806-1873), su enemigo filosófico¹⁰ y principal causante de su oscurecimiento¹¹, sino también

⁹Para la contraposición entre las ideas de Whewell y Bacon sobre la inducción puede verse el capítulo primero de la Segunda Parte de mi *Filosofía de la ciencia empírica* (1978).

¹⁰Mill polemizó con Whewell desde la primera edición de su *System of Logic* (1843), añadiendo nuevas críticas en la tercera edición (1851) y en la quinta edición (1862).

¹¹Sobre los factores del oscurecimiento de Whewell, véase el capítulo III de la Introducción de mi obra

con Augustus De Morgan (1806-1871), representante de la nueva lógica matemática.

Para Mill la inducción es el proceso por el cual concluimos que lo que es verdadero de ciertos individuos de una clase es verdadero de la clase entera, o bien que lo que es verdadero en ciertos tiempos será verdadero en circunstancias similares en todos los tiempos. Y añade que cualquier proceso en el que lo que parece la conclusión no sea más amplia que las premisas de las que se extrae no es una inducción¹². Por tanto, la inducción de Mill procede por ampliación y generalización. Por otro lado, mientras John Stuart Mill trata de apoyar su noción de la inducción invocando con vaguedad “los escritores de autoridad”¹³, en cambio Whewell refiere su noción a la construcción efectiva de las ciencias empíricas.

A su vez, De Morgan, en un escrito de 1859, reprocha a Whewell que su noción de la inducción carece de sentido en cuanto no se aplica a la inducción de todos los escritores de Lógica¹⁴. A lo que Whewell responde: “Mi objetivo era analizar, en la medida en que pudiese, el método por el cual han sido realmente hechos los descubrimientos científicos; y llamé a este método inducción porque todo el mundo parecía estar de acuerdo en llamarle así, y porque el nombre no es después de todo un mal nombre. Sé que no es exactamente la inducción de Aristóteles, ni es la descrita por Bacon, aunque él dio muy inteligentemente con algunos de sus caracteres, errando mucho en cuanto a otros. Estoy dispuesto a llamarla inducción del descubridor, pero no me atrevo a aventurarme en tal novedad [...] Pero no me sorprende que usted niegue a estas invenciones un lugar en la Lógica; y usted pensará que soy herético y profano si digo que tanto peor para la Lógica”¹⁵.

11.5. Volviendo a la abducción de Peirce

Tras todo lo anterior, parece claro que, como hace Charles Sanders Peirce, podemos distinguir tres tipos básicos de inferencias, a saber, las inferencias deductivas o demostrativas, preferidas por Aristóteles y estudiadas extensamente por la lógica formal, las inferencias generalizadoras y escasamente concluyentes, consideradas por Francis Bacon y John Stuart Mill, y las inferencias explicativas y descubridoras, caracterizadas por William Whewell y denominadas “abductivas” por Peirce.

Un texto de 1903 del pragmatista estadounidense lo declara agudamente: “La abducción es el proceso de formar una hipótesis explicativa. Es la única operación lógica que introduce alguna nueva idea¹⁶, pues la inducción solamente determina un valor, y la deducción meramente desarrolla las consecuencias necesarias de una pura hipótesis. La deducción prueba que algo *tiene* que ser, la inducción muestra que algo *realmente es* operativo; la abducción meramente sugiere que algo *puede ser*” (CP 5.171; cursivas en el original). A su vez, en otro texto probablemente anterior, Peirce resalta el carácter conjetural de la hipótesis (como había hecho Whewell): “Por una *hipótesis* quiero decir no solamente una suposición sobre un objeto observado [...] sino cualquier otra verdad

Filosofía de la ciencia empírica (1978).

¹²Cf.: A System of Logic Ratiocinative and Inductive (1970), p. 188.

¹³Cf.: Ibid., pp. 198-199.

¹⁴Cf.: “Novum Organon Renovatum. By Whewell”, The Athenaeum, 1628, 1859, p. 44 A.

¹⁵Carta a De Morgan, 18 de enero de 1859, I. Todhunter, William Whewell, 1876, vol. II, pp.416-417.

¹⁶Para William Whewell, lo propio de la inducción científica es la coligación (reunión) de los hechos mediante una concepción o idea, tal como Kepler reunió los datos de las posiciones del planeta Marte mediante la idea de elipse.

supuesta a partir de la cual resultarían tales hechos como han sido observados [...] La primera puesta en marcha de una hipótesis y su mantenimiento, sea como una simple interrogación o con algún grado de confianza, es una etapa inferencial que propongo llamar *abducción*. Esto incluirá una preferencia por alguna hipótesis sobre otras que explicarían igualmente los hechos, en la medida en que esta preferencia no está basada en algún conocimiento previo relativo a la verdad de las hipótesis, ni en comprobación alguna de tales hipótesis, después de haberlas admitido a prueba. Llamo a tal inferencia por el nombre peculiar de *abducción*, porque su legitimidad depende de principios enteramente diferentes de los de otros tipos de inferencia” (CP 6.525).

Por mi parte, creo que cada ley inducida/abducida rebasa ampliamente los hechos en un doble sentido, a saber, en cuanto la ley es un resorte explicativo y en cuanto constituye un resorte predictivo; según lo primero resulta claro que la explicación de los hechos no es un hecho más, y de acuerdo con lo segundo está claro que los llamados “hechos futuros” no son todavía hechos. Pero además conviene advertir que, aunque es cierto que en la construcción de las ciencias se producen meras generalizaciones empíricas (inducciones simples, que son normalmente descriptivas de propiedades), éstas ocupan un nivel bajo en la teorización científica, y no son ni los únicos ni los más interesantes enunciados de las ciencias. En efecto, las leyes científicas interesantes incluyen en sí mismas una serie de elementos que rebasan los hechos. Así incluyen supuestos teóricos puros que no se cumplen exactamente en la realidad fáctica, introducen concepciones intelectuales y entidades teóricas que están más acá (estructura intelectual humana) o más allá (realidades no observables) de los hechos, y además los mismos hechos incluyen interpretaciones¹⁷.

En conclusión, Ángel acierta plenamente al titular su estudio crítico del libro de Atocha Aliseda sobre la lógica del razonamiento abductivo, ya que tal título es “Sistematización del descubrimiento y la explicación: La elaboración de una lógica abductiva” (2009). El libro de Aliseda, al igual que varios trabajos de Ángel y de su discípulo Fernando Soler Toscano, se encaminan básicamente a la construcción de una lógica abductiva, es decir, a un tratamiento formal de técnicas mecánicas de selección de hipótesis. En efecto, tal como hemos visto lo característico del razonamiento empírico es el descubrimiento¹⁸ de hipótesis explicativas. Whewell no creía posible la automatización del descubrimiento científico¹⁹, pero probablemente Peirce, como buen lógico deductivo, creía en ella. El tiempo dirá si es posible y en qué medida.

Referencias bibliográficas

- ALISEDA, Atocha, *Abductive Reasoning. Logical Investigations into Discovery and Explanation*, Springer, Dordrecht, 2006.
- ARISTÓTELES, *Organon. III Les Premiers Analytiques* (trad. Jules Tricot), Vrin, París, 1966.
- ARISTÓTELES, *Organon. V Les Topiques* (trad. Jules Tricot), Vrin, París, 1965.
- ARISTÓTELES, *Organon. VI Les Réfutations Sophistiques* (trad. Jules Tricot), Vrin, París, 1969.

¹⁷Cf.: P. Martínez-Freire, “Un problema filosófico en la ciencia: La inducción” (1980), p. 6.

¹⁸William Whewell publicó en 1860 su obra *Philosophy of Discovery*, como tercera parte (muy ampliada) de la tercera edición de su *Philosophy*.

¹⁹Para un examen de este aspecto, véase el capítulo VII de la Segunda Parte de mi citada *Filosofía de la ciencia empírica* (1978).

- BACON, Francis, *Novum Organum* (trad. Clemente Hernando), Losada, Buenos Aires, 1949.
- DE MORGAN, Augustus, "Novum Organon Renovatum. By Whewell", *The Athenaeum*, n° 1628, 8 de enero de 1859, 42-44.
- KOTARBINSKI, Tadeusz, *Leçons sur l'histoire de la logique* (trad. Anna Posner), Presses Universitaires de France, París, 1964.
- MARTÍNEZ-FREIRE, Pascual F., *Filosofía de la ciencia empírica. Un estudio a través de Whewell*, Paraninfo, Madrid, 1978.
- MARTÍNEZ-FREIRE, Pascual F., "Un problema filosófico en la ciencia: La inducción", *Fragua*, 9, enero-marzo 1980, 3-10.
- MILL, John Stuart, *A System of Logia Ratiocinative and Inductive*, Longman, Londres, 1970.
- NEPOMUCENO FERNÁNDEZ, Ángel, "Modelos de razonamiento abductivo", Pascual F. Martínez-Freire (ed.), *Cognición y representación*, Suplemento n° 10 de *Contrastes*, 2005, 155-180.
- NEPOMUCENO FERNÁNDEZ, Ángel, "Sistematización del descubrimiento y la explicación: La elaboración de una lógica abductiva", *Crítica*, 41, 123, diciembre 2009, 129-146.
- PEIRCE, Charles Sanders, *Collected Papers*, vols. 1-8, Charles Hartshorne, Paul Weiss y Arthur W. Burks (eds.), Harvard University Press, Cambridge (MA), 1931-1958.
- TODHUNTER, Isaac, *William Whewell, D. D. An Account of his Writings with Selections from his Literary and Scientific Correspondence*, 2 vols., Macmillan, Londres, 1876.
- WHEWELL, William, *History of the Inductive Sciences*, 3 vols., Frank Cass, Londres, 1967.
- WHEWELL, William, *The Philosophy of the Inductive Sciences*, 2 vols., Frank Cass, Londres, 1967.