

# Progreso científico mediante *convergencia cognitiva*. Socavando la inferencia pesimista

Godfrey Guillaumin  
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

*[...] progress is always a matter of complexification.*

Nick Rescher

## Resumen

La idea de progreso científico ha sido estudiada por diferentes autores como Philip Kitcher (2001), Hasok Chang (2004) y Alexander Bird (2007). En cierto sentido son reacciones a los planteamientos tradicionales que realizaron sobre el mismo tópico Thomas Kuhn (1962), Larry Laudan (1977), Imre Lakatos (1970) y Ilkka Niiniluoto (1984). Estos autores clásicos articulan la noción de progreso científico con base en cuatro pilares: *a)* la idea de progreso como interna a disciplinas; *b)* la medición principal del progreso es la resolución de problemas, *c)* las *teorías* como las depositarias dominantes del conocimiento científico y *d)* una distinción entre progreso empírico y progreso teórico. En este trabajo evalúo críticamente estas tesis para mostrar que tienen algunas fallas, que es necesario corregir para elaborar una noción de progreso científico que supere los retos cognitivos de la así llamada inferencia pesimista.

Palabras clave: progreso científico, inferencia pesimista, evolución cognitiva, crecimiento de información, retroalimentación.

## Abstract

Some authors have recently examined the idea of scientific progress as Philip Kitcher (2001), Hasok Chang (2004) and Alexander Bird (2007). Their fundamental reactions were against traditional points of view about this issue from authors as Thomas Kuhn (1962), Larry Laudan (1977), Imre Lakatos (1970) y Ilkka Niiniluoto (1984). Four main theses supported these traditional views about the idea of scientific progress, namely, *a*) the idea of progress is internal to scientific disciplines; *b*) problem solving is an adequate measurement of scientific progress; *c*) scientific knowledge is mainly articulated by theories and *d*) there is a distinction between empirical progress and theoretical progress. In this paper I appraise and criticize these theses in order to elaborate a satisfactory notion of scientific progress which overcomes the epistemic challenges of the so called pessimistic inference.

Keywords: scientific progress, pessimistic inference, cognitive evolution, growth of information, feedback.

## Introducción

Es un hecho que la cantidad de información que genera la investigación científica ha crecido durante los últimos 300 años y con particular celeridad en tiempos recientes. El número de revistas especializadas, de campos de investigación o de artículos científicos son un ejemplo de dicho crecimiento.<sup>1</sup> Sin embargo, información no es conocimiento (Rescher, 2006). Uno de los problemas epistémicos fundamentales que subyace a tal crecimiento es establecer en

<sup>1</sup> Véase el interesante texto de Godin (2005), en el cual analiza diferentes problemas que presenta medir el crecimiento del conocimiento científico, en especial durante el siglo XX. Discute las dificultades que presentan los diferentes indicadores científicos y cómo estos han ido cambiando durante el siglo XX. Gerald Holton (1978) ha sido de los pocos filósofos de la ciencia que ven la importancia teórica que posee, para nuestra imagen la ciencia, el desarrollar criterios de medición de la ciencia, a pesar de las enormes dificultades que dicho proyecto pueda significar.

qué condiciones y cómo dicha información se transforma en conocimiento. El progreso científico supone crecimiento científico; no obstante, no todo crecimiento es progresivo. Además, el crecimiento de información es un factor importante del progreso pero no el único, hay otros elementos que hacen a un área científica ser progresiva, tales como aspectos metodológicos, conceptuales, etc., tal como se verá adelante. La relación entre incremento de información y progreso la formuló Clifford Hooker de la siguiente forma:

[...] entre más sea la información y la energía disponibles para nosotros, más seremos capaces de ascender de descripciones meramente correctas de aquello que es el caso a entender aquello que *es posible* [...] entre mayor sea la información y energía disponible para nosotros, tendremos más capacidad, sobre estas bases epistémicas, de intervenir en el curso del mundo [...] cualquier concepción de ciencia que no haga justicia a estas transformaciones históricas profundas en su naturaleza y rol, en los asuntos humanos, fallará al proveer de una base de entendimiento [...] (1988: 211).

Ahora bien, añadir información a un cuerpo de conocimiento establecido tiene dos efectos obvios; por una parte, crece el conocimiento pero, por otra, algunas tesis establecidas se ven amenazadas, ya sea porque se deben revisar a profundidad o porque deben ser abandonadas. *Crecimiento y revisión o abandono*, entonces, son dos de las consecuencias más inmediatas que presenta el añadir información a un corpus establecido de conocimiento. Veremos en este artículo que el progreso científico se estructura por estos dos rasgos. En otras palabras, el progreso científico es un tipo específico de crecimiento cognitivo y por necesidad el progreso involucra procesos de *revisión o abandono* de tesis, supuestos, teorías, métodos, etc., originalmente aceptadas.

El crecimiento es un concepto empírico: es posible medir la cantidad de información que se ha añadido por unidad de tiempo

en un área de investigación específica. La revisión y el abandono de ciertas tesis cuando se añade información son condiciones necesarias para preservar coherencia interna, en específico en aquellas ocasiones en que la nueva información entra en contradicción con tesis tenidas por correctas o con supuestos defendidos por tradición. Es más o menos claro que la preservación de la coherencia interna es uno de los mecanismos por los cuales se abandonan o redefinen partes enteras del conocimiento aceptado.

El progreso científico, por su parte, es un concepto *evaluativo*, en el sentido de que califica a un cierto tipo de crecimiento como progresivo, a diferencia de otros calificativos como: acumulativo, no progresivo, etc. De la misma forma, no cualquier revisión o abandono representa progreso para el conocimiento. Solamente una cierta forma de crecimiento puede considerarse progresiva, al igual que una cierta forma de revisión o abandono es progresiva. La cuestión fundamental, bajo este planteamiento es: ¿Cuál es esa forma? ¿De qué depende tal progreso? ¿Cómo identificamos cambios progresivos y abandonos progresivos?

Diferentes autores dentro de la filosofía de la ciencia reciente han intentado responder qué es el progreso científico. Algunos de ellos son Kuhn (1962), Laudan (1977), Lakatos (1970) y Niiniluoto (1984). Y en fechas más recientes, Kitcher (2001), Chang (2004) y Bird (2007). A pesar de tender algunas diferencias importantes en cuanto a temas como racionalidad científica, realismo científico, etc., Kuhn, Laudan, Lakatos y Niiniluoto analizan la idea de progreso científico mediante los siguientes elementos: *a)* la idea de progreso como interna a disciplinas; *b)* la medición principal del progreso es la resolución de problemas, *c)* las teorías como las depositarias dominantes del conocimiento científico y *d)* énfasis en la distinción entre progreso empírico y progreso teórico. Sin embargo, a partir de Kitcher se comienzan a introducir nuevos elementos de análisis y se re-

definen algunos de los ya existentes. Quizá uno de los más importantes que aporta Kitcher es su defensa que hace del progreso explicativo y del progreso conceptual como dos pilares fundamentales de lo que llamamos de forma genérica progreso científico. Desde mi punto de vista, un elemento fundamental es su idea de relevancia epistémica, la cual sostiene que el objetivo de la ciencia no es elaborar enunciados verdaderos, sino relevantemente verdaderos. Como se verá más adelante, este criterio de relevancia epistémica será uno de los elementos fundamentales para dilucidar la idea de progreso científico porque, entre otras cosas, distingue entre crecimiento a secas y crecimiento relevante. Otro giro interesante de Kitcher es su énfasis analítico en las prácticas científicas, privilegiándolas de las teorías científicas. Kitcher considera a la ciencia como un conjunto de diversas prácticas científicas, estrecha y complejamente interrelacionadas. Chang, por su parte, realiza un análisis detallado del progreso empírico, más que del progreso teórico, tal y como fue centrada la discusión en filosofía de la ciencia durante las dos décadas anteriores. En el presente artículo parto de la perspectiva de éstos últimos autores en cuanto al progreso científico, con el fin de enfrentar un problema filosófico generado con los primeros autores y que no encontró una solución satisfactoria, a saber, la llamada inferencia pesimista. Este problema es el siguiente.

Los planteamientos tradicionales sobre el progreso científico, entiéndase los trabajos de Kuhn, Lakatos, Laudan y Niiniluoto, se centraban en el progreso teórico. Aquello que progresa, o no progresa, son las teorías científicas; o para decirlo con mayor precisión, ciertas sucesiones de teorías científicas son progresivas o no progresivas. Pero finalmente, lo que ocupada el centro del análisis eran las teorías científicas. Hacer depender la noción de progreso científico del análisis del cambio de las teorías científicas empobreció inadvertidamente nuestro entendimiento sobre cómo y porqué la ciencia pro-

gresa, simplemente porque la ciencia es mucho más que sus teorías. Sin duda, las teorías son un resultado fundamental de la ciencia, pero no son la ciencia. Ese excesivo énfasis llevó a interesantes callejones sin salida y a planteamientos, en el mejor de los casos, correctos pero incompletos para entender la naturaleza cognitiva de la ciencia. Por ejemplo, y esto lo vemos claramente con Kuhn, no se entendía muy bien cómo es que la ciencia progresa a pesar del abandono de teorías (o de paradigmas, tradiciones, etc.) originalmente consideradas correctas. Precisamente la sección XIII del libro de Kuhn, *La estructura*, se intitula “Progreso a través de las revoluciones científicas”, en la cual ve el problema del progreso pero no lo resuelve porque no logra conciliar abandono con progreso.

El objetivo del presente artículo, por lo tanto, es enfrentar, en términos generales, un problema muy específico sobre el progreso científico: cómo es que el abandono de teorías exitosas en el pasado representa un progreso cognitivo de la ciencia. En el marco de los planteamientos tradicionales sobre el progreso científico, se desarrolló un argumento asociado al abandono de teorías exitosas en el pasado que se le llamó inferencia pesimista. El núcleo de este argumento sostiene que, puesto que es un hecho en la historia de la ciencia el abandono de teorías científicas consideradas verdaderas, entonces el objetivo de la ciencia no es avanzar hacia la verdad. Si bien, este argumento fue utilizado como punta de lanza de diferentes posiciones antirrealistas, tiene interesantes consecuencias para dilucidar la noción de progreso científico, en la medida en que algunas nociones de progreso se formulan en términos de un avance del conocimiento *hacia* el descubrimiento de teorías científicas. Sostengo que para desarrollar una noción defendible de progreso científico debemos superar el reto que presenta la inferencia pesimista al enfatizar que las teorías verdaderas irremediablemente resultarán falsas. Ello socava una noción realista de progreso científico que sostiene que conocemos más y me-

por nuestro mundo físico. El reto es, por lo tanto, buscar una forma de hacer compatible el hecho histórico del abandono de teorías con la idea de que progresamos cognitivamente a pesar de ese abandono. Requerimos, entre otras cosas, una noción de verdad compatible con el desarrollo histórico de la ciencia.

## 2. Algunas distinciones preliminares sobre la idea de progreso científico

La ciencia está constituida por múltiples componentes. A decir de Ilkka Niiniluoto (1984), “la ciencia es un sistema complejo de multi-niveles que involucra una comunidad de científicos involucrados en la investigación que utiliza métodos científicos con el fin de producir nuevo conocimiento”. Esta noción supone instituciones científicas, científicos, procesos de investigación, métodos de investigación, instrumentos y tecnología y conocimiento científico. Como bien lo señala Niiniluoto, el concepto de progreso puede ser definido en relación a cada uno de tales aspectos de la ciencia; con lo cual, diferentes tipos de conceptos de progreso pueden ser distinguidos en relación a la ciencia, tales como progreso económico, profesional, educativo, metodológico y cognitivo. El tipo de progreso que aquí exploraré es el *cognitivo*. A pesar de traslapes importantes entre ambos será necesario establecer algunas diferencias relevantes con el progreso *científico*.

Por tradición el análisis del progreso científico se ha centrado en el estudio de las teorías científicas. Algunos de los autores más destacados en esta línea son William Whewell (1840), quien sostuvo que las teorías progresan mediante conciliaciones; Karl Popper (1959) afirmó que las teorías lo hacían por éxito predictivo o convergencia hacia la verdad; Ernest Nagel (1961) sostuvo una idea de progreso mediante reducción teórica; Thomas Kuhn (1962) sostuvo que teorías de ciencias maduras progresan mediante resolución de rompecabezas (*puzzles*); Imre Lakatos (1970) argumentó a favor de

las teorías que incorporaban un aumento corroborado de contenido empírico; Larry Laudan (1977) a través de la efectividad en la resolución de problemas que muestran las teorías. Si bien es innegable que una buena parte de los resultados de la investigación científica se expresan en teorías y que incluso uno de los fines centrales de la actividad científica es elaborar explicaciones teóricas sobre el mundo empírico, cuando hablamos de progreso científico es insuficiente (que no incorrecto) identificar el progreso con sucesión de teorías. Identificar la expresión *progreso científico* con *progreso de teorías* es tanto como identificar la parte (aunque sea una parte muy importante) con el todo. Yo diría, de acuerdo con la expresión de Niiniluoto, que la ciencia no sólo es un sistema complejo de multiniveles, sino que incluso el aspecto *cognitivo* de la ciencia tiene que verse, a su vez, como un sistema complejo de multiniveles para poder desarrollar una noción de progreso cognitivo que sea fiel al desarrollo histórico ésta. El ámbito cognitivo de la ciencia incluye por necesidad a las teorías científicas, pero va más lejos, tanto en el número de otros elementos que involucra como en su multirrelevancia, que puede ser epistémica, metodológica, política, etc. El progreso cognitivo, por tanto, a diferencia del progreso de teorías, involucra consideraciones del desarrollo de instrumentos de medición y experimentación, del refinamiento conceptual, del desarrollo de métodos específicos de validación, de protocolos de investigación, etc. De tal manera que una primera distinción es entre *progreso científico* y *progreso cognitivo*.

La segunda distinción tiene que ver con la cuestión de si el avance de la ciencia, mediante el proceso de añadir información científica en campos específicos de investigación, se dirige, o no, hacia algún objetivo, o si sólo podemos establecer progreso a la luz de lo que se ha avanzado. Nicholas Rescher ha planteado esta distinción con su característica claridad: “hay dos formas de considerar el progreso: como un movimiento que se aleja de un punto de inicio, o bien



como un movimiento hacia una meta” (1998: 49). Las diferentes formulaciones de progreso científico que han enfatizado que hay una dirección las podríamos llamar *teleológicas*, mientras que las segundas, *retrospectivas*. Como adelante se analizará, el objetivo preferido hacia el cual avanza el conocimiento en las formulaciones teleológicas es hacia la verdad, y tal avance es convergente. La idea de convergencia es fundamental para dilucidar el progreso porque el avance convergente indica una determinada dirección hacia la cual tienden los cambios; el problema con esta noción ha sido resolver la cuestión sobre si hacia lo que apunta un avance convergente de la ciencia es hacia la verdad. La convergencia es una noción interesante, en realidad fundamental, entre otras cosas porque involucra los dos tipos de progresos que caracteriza Rescher. El que un cambio sea convergente se detecta solamente al analizar sus cambios en el pasado; analizar desde donde viene, por decirlo metafóricamente. Sin embargo, ese análisis genealógico nos indica la dirección más probable en que se seguirá cambiando en el futuro, que es el aspecto *teleológico*. Por lo tanto, requerimos entender adecuadamente la noción de convergencia porque es la noción que estructura la idea de avance progresivo de la ciencia.

Una tercera distinción es entre el progreso teórico y el progreso empírico. Esta distinción fue particularmente planteada entre los autores que arriba llamé tradicionales, mientras que en los autores más recientes se desdibuja. Como se sostuvo antes, una larga tradición en la filosofía de la ciencia ha centrado su atención en el análisis del progreso de las teorías científicas, lo que ha dado lugar a diferentes formulaciones de progreso teórico. Sin embargo, el progreso empírico ha sido comparativamente menos analizado por dicha tradición. Una buena razón para ese abandono del progreso empírico y una atención desmedida del progreso teórico la formula con claridad John Losee cuando sostiene:

[...] es incontrovertible que ha habido un crecimiento del conocimiento de las propiedades y relaciones de compuestos químicos, plantas, fotones, tribus, etc. Ha habido también un crecimiento de nuestro conocimiento de las regularidades acerca de tales cosas, y un incremento en la precisión en la determinación de los valores de las constantes físicas que aparecen en esas regularidades. En esos aspectos, ha habido un incremento del conocimiento científico a través del tiempo y seguramente cuenta como progreso. [...] pero ¿[acaso] es lo mismo en cuanto a las sucesivas explicaciones teóricas acerca de esas sustancias?” (2004: 2).

Se tenía casi como una convicción que era obvio el progreso empírico y que el progreso teórico era oscuro. Parte de lo que aquí quiero mostrar es que el análisis del progreso empírico muestra complejidades epistémicas y metodológicas interesantes y que es crucial para entender el progreso cognitivo. Hay, en tal sentido, dos elementos importantes a destacar en las palabras de Losee. En primer lugar habla principalmente de crecimiento del conocimiento de aspectos del mundo físico y afirma que ello cuenta como progreso. Sin embargo, crecimiento y progreso son dos cosas diferentes, aunque estrechamente relacionadas, y en todo caso se tendría que argumentar diferentes puntos: ¿en qué condiciones crecimiento es progreso?, ¿puede haber progreso cognitivo sin crecimiento? etc. En segundo lugar, ¿de qué depende exactamente el progreso empírico?, ¿por qué, en apariencia, es “incontrovertible” el reconocimiento del progreso empírico? El progreso empírico, como Losee bien lo formula, se trata del crecimiento cognitivo a un nivel de encontrar leyes de la naturaleza, de regularidades específicas, de patrones específicos, de establecer constantes universales, etc. Todo este tipo de fenómenos se establecen principalmente mediante mediciones. Ello sugiere que la medición es un componente cognitivo central no sólo para establecer regularidades y proporciones entre diferentes magnitudes del mundo físico, sino un elemento cognitivo crucial del progreso científico.

Con estas distinciones en mente, lo que quiero esbozar adelante es una noción de progreso cognitivo, más que científico (basado en teorías), que exhibe convergencia en su nivel empírico, y dicho nivel es estructurado principalmente por la medición. La convergencia es el elemento central del progreso. Si esta conclusión es correcta, como lo sostendré adelante, entonces la medición se convierte en un componente cognitivo fundamental que articula el progreso cognitivo de la ciencia empírica.<sup>2</sup>

### 3. La importancia de la convergencia empírica en el desarrollo del progreso cognitivo

*Convergencia* en matemáticas hace referencia a la propiedad que poseen ciertas sucesiones numéricas de tender hacia un límite de un valor definido, hacia un punto o hacia un estado de equilibrio. Esta idea se ha utilizado como metáfora en relación a la noción de progreso, en particular ha sido socorrida para el caso del progreso teórico teleológico. Se ha sostenido que el progreso teórico consiste en la convergencia de nuestras teorías hacia la verdad; la idea es que cuando hay progreso teórico, las teorías posteriores están más cerca de la verdad que sus antecesoras. Tal planteamiento requiere clarificar dos tesis problemáticas; por una parte, establecer bajo qué circunstancias las teorías científicas son verdaderas y, por otra, en qué sentido una cierta secuencia de teorías científicas constituyen progreso hacia la verdad (Loose, 2004: 98).

Larry Laudan analizó en detalle algunos de los problemas que presenta la idea de que el progreso científico converge hacia la verdad, en especial cuando ello se interpretaba en un marco de realismo

<sup>2</sup> Esta última conclusión sobre el crucial rol cognitivo de la medición para el desarrollo convergente de la ciencia empírica no la desarrollaré en este artículo, sino que es el tema central de un libro en preparación cuyo título es *De las cualidades a las magnitudes. Sobre cómo la filosofía natural se convirtió en ciencia moderna*.

científico de teorías. El argumento convergente de los realistas puede resumirse diciendo que el éxito de las teorías científicas, y por lo tanto el progreso científico, puede ser explicado solo si ellas, o las sucesión de teorías, son consideradas como aproximadamente verdaderas. En un célebre artículo Laudan (1981) desarrolló una crítica a esta formulación. El punto central de su crítica era explorar si acaso son sólidas las interrelaciones entre los conceptos de verdad, referencia y éxito en los argumentos de los realistas. Su conclusión fue negativa. Mostró de manera correcta que hemos tenido en la historia de la ciencia teorías altamente exitosas que al pasar el tiempo resultaron que sus términos centrales no referían. Con lo cual mostraba que la capacidad de una teoría de referir a algo en el mundo, no estaba directamente relacionado con que dicha teoría fuera verdadera; e incluso, que su éxito teórico, digamos en términos de poder explicativo, era independiente de su capacidad de referencia como de su verdad. En el mencionado artículo, Laudan ofrece una lista de tales teorías como las esferas cristalinas de la astronomía antigua y medieval; la teoría médica de los humores; la teoría de efluvios de la electricidad estática; la geología catastrofista, con su compromiso en el diluvio universal; la teoría del flogisto en química; la teoría del calórico para explicar el calor, etc.

Sostiene que “por cada teoría altamente exitosa [...] que ahora creemos que es una teoría que genuinamente refiere, uno puede encontrar media docena de teorías exitosas que consideramos como sustantivamente no referenciales” (24). El argumento de Laudan es interesante porque distingue y separa los conceptos de *éxito*, *referencia* y *verdad*. Es posible, y de hecho frecuente, que una teoría con gran poder explicativo no refiera a nada en el mundo, por ejemplo las teorías que menciona Laudan. Podríamos sostener de manera general que poder explicativo no lleva a existencia genuina en el mundo. Ahora bien, es posible que una teoría tenga referencia, pero ello no quiere decir que sea significativamente verdadera, que es lo que le

interesa a la ciencia. En otras palabras, es posible que la verdad que podríamos predicar de una referencia genuina sea trivialmente verdadera. Esto último lo ha dejado en claro el argumento de Kitcher, en su libro *El avance de la ciencia*, cuando sostiene que:

La meta epistémica pura más obvia es la verdad. De hecho, el discurso en torno a la verdad, a aproximación a la verdad, ha dominado las discusiones filosóficas sobre el progreso científico; pero, desde mi punto de vista, la verdad no es la parte importante de la historia. La verdad es muy fácil de obtener. La observación y el registro cuidadosos nos permitirán expandir el número de verdades en que creemos. Una vez que tenemos algunas verdades, simples ejercicios lógicos, matemáticos y estadísticos nos permitirán adquirir muchas más. Hilvanar verdades es algo que cualquier mediocre puede hacer [...] El problema es que la mayoría de las verdades que pueden adquirirse de estas formas son aburridas [...] Lo que queremos [en ciencia] es la verdad *significativa*. Quizás [...] lo que queramos es lo significativo y *no* la verdad (2001: 136).

Ahora bien, de regreso al argumento de Laudan, él sostiene que dado que estos tres conceptos (referencia, éxito y verdad), que ata el realista para defender una idea de progreso hacia la verdad, están en realidad desunidos, entonces tampoco hay convergencia en el conocimiento teórico. En otras palabras, su ataque a la idea de convergencia surge de su correcta crítica a la unidad de esos tres conceptos. Desde mi punto de vista, debemos conservar tanto la crítica de Laudan como la noción de convergencia porque, como se mencionó arriba, ésta es fundamental para articular la noción de progreso cognitivo. Para tal fin, hay que advertir que la convergencia queda libre de la crítica de Laudan si la ubicamos en el ámbito del progreso empírico y no en el progreso teórico, tal como lo hace Laudan.

Antes de analizar con detalle esta propuesta, es útil detenernos, aunque sea rápido, a analizar el tipo de respuestas que se han

elaborado contra la crítica de Laudan, porque ello nos dará luz sobre por qué es adecuado desplazar la noción de convergencia del aspecto teórico al empírico. Algunos autores intentaron contra-argumentar mediante la reformulación de la idea de referencia. Esta fue la salida que ensayaron, por ejemplo, Hardin y Rosenberg (1982), quienes sostuvieron que es posible adoptar una idea de referencia en la cual una teoría pueda ser considerada como aproximadamente verdadera incluso si sus términos centrales no refieren o incluso que es posible construir referencia para teorías abandonadas. Sin embargo, esta salida pierde el punto porque la crítica de Laudan no es de naturaleza antirrealista, sino más bien contra la solidez de la idea de convergencia de teorías hacia la verdad. El último párrafo del artículo de Laudan es crucial como apoyo de esta idea:

*Nada* de lo que aquí he dicho refuta la posibilidad en principio de una epistemología realista de la ciencia. Concluir algo así sería tanto como caer víctima de la misma prematura inferencia con la cual muchos realistas han rechazado en principio la posibilidad de explicar la ciencia de una manera no realista. Mi tarea aquí es, más que eso, recordarnos que *hay* una diferencia entre desear creer algo y tener buenas razones para creerlo. A todos nosotros nos gustaría creer que el realismo es verdadero; nos gustaría creer que la ciencia funciona porque ha entendido cómo las cosas realmente son. Pero tal afirmación tiene aún que ser [adecuadamente] entendida. Dado el *presente* estado del arte, puede ser sólo un deseo que el realismo, y sólo el realismo, explique porque la ciencia funciona (1981: 49).

El análisis de Laudan del realismo convergente se dirige al cambio de teorías y concluye que no hay buenas razones para pensar que el cambio teórico exhiba convergencia hacia la verdad, aunque explícitamente deja abierta la posibilidad para que se encuentren buenas razones para desarrollar algún tipo de convergencia. Mi posición aquí es que esas buenas razones, que Laudan echa de menos, las encon-

tramos en otra parte que ni Laudan ni Hardin o Rosenberg exploraron.

Esta salida que propongo abandona el ámbito del análisis de las teorías científicas y se centra en la interrelación de los diferentes elementos que conforman la investigación empírica del mundo físico. La investigación empírica puede entenderse como el conjunto de los diferentes recursos cognitivos que conforman la investigación científica en campos específicos. Esos recursos presentan gran variedad y pluralidad, y comprenden desde reglas estrictas de inferencia, reglas metodológicas, estilos de razonamiento, técnicas de medición, principios de relevancia epistémica, procesamiento e interpretación de datos, redes de conceptos, técnicas matemáticas, normas de integridad intelectual, reglas de evidencia, teorías científicas, etc. Nótese que este ámbito involucra teorías científicas, pero no se reduce a ellas. Todos esos elementos son recursos *cognitivos* en el sentido de que de ellos depende tanto la generación como la justificación de la información derivada de la investigación, así como la transformación de partes de esa información en conocimiento científico, entendido como verdades relevantes de porciones específicas del mundo empírico. Más adelante ilustraré este ámbito empírico con un caso tomado de la historia de la ciencia, pero un análisis detallado y específico de cómo esos elementos interactúan es el mencionado libro de Kitcher. Ahora bien, con el fin de enfrentar la crítica de Laudan a la noción de convergencia, la pregunta fundamental aquí es la siguiente: después de cada abandono de una teoría originalmente exitosa, ¿hubo algún tipo de ganancia cognitiva en el campo de investigación en que surgió la teoría? En otras palabras, ¿cuáles fueron los reajustes típicos que sufrió el ámbito empírico debido al abandono de teorías originalmente exitosas?, ¿podríamos decir que hubo progreso cognitivo, en el campo de investigación, a pesar de haber sido abandonada una teoría exitosa? Mi respuesta, que intentaré desarrollar en

el poco espacio que resta, es afirmativa y está estrechamente ligada con la idea de progreso científico que Nicholas Rescher ha desarrollado desde hace algunos años (1978, 1998, 2006).

Mi diagnóstico de la situación es el siguiente: el principal problema con el enfoque tradicional de la filosofía de la ciencia centrado en el análisis de las teorías es que, de manera sistemática, perdió de vista los importantes beneficios *cognitivos* que reporta a un campo de investigación el abandono de teorías exitosas. En tales casos, se pierde progreso científico *teórico*, puesto que se abandonan teorías originalmente consideradas exitosas, pero se ganan otros elementos como reglas metodológicas más precisas, identificación de errores, desarrollo de nuevos instrumentos de medición y experimentación, nuevos estándares de evidencia y, en ocasiones, una nueva teoría que sustituya a la anterior. El campo de investigación se enriquece cognitivamente hablando de una manera única cuando se abandona una teoría exitosa: ello es en resumen lo que aquí entiendo por progreso *cognitivo*. Por expresiones tales como ganancia *cognitiva*, beneficio *cognitivo*, etc., entiendo los diversos componentes que se añaden a la práctica de investigación del mundo natural asociados directa o indirectamente con abandonos de teorías exitosas. Tales componentes son principal, aunque no exclusivamente, nuevas preguntas relevantes, reglas metodológicas, reglas de evidencia, protocolos de investigación, protocolos de uso de instrumentos científicos, nuevas (o modificadas) técnicas de procesamiento de datos y de medición, etc. Todos esos componentes son los que conforman el aspecto empírico del conocimiento científico y el conocimiento en este nivel presenta tanto convergencia como progreso hacia verdades del mundo empírico, ya sea en términos de descubrirlas o hacer más precisas a las ya existentes. Con el fin de mostrar la idea de progreso cognitivo me detendré en una de las teorías de las que enlista Laudan: la astronomía de las esferas celestes.



Esta teoría cosmológica, elaborada en la antigüedad griega y romana, sostenía que la Tierra estaba inmóvil; que ocupaba el centro del universo; que los planetas se movían uniformemente y en círculos perfectos; que los planetas eran transportados por esferas transparentes en movimiento; que los cometas eran fenómenos sublunares y que no había ni generación ni corrupción en el mundo de las estrellas fijas. Todos esos supuestos (ahora lo sabemos) son falsos, aunque en aquella época se contaba con evidencia empírica a su favor para sostener algunos de ellos, obtenida de la observación a simple vista y con instrumentos básicos de medición astronómica; otros eran supuestos metafísicos apoyados en las observaciones. En 1543 Nicolás Copérnico (1473-1543) publicó su libro *Sobre las revoluciones de los orbes*. Copérnico elaboró tal texto en el marco de la tradición ptolemaica, en tal sentido fue quizá el último astrónomo ptolemaico. Sin embargo, introdujo un par de modificaciones: colocó al Sol casi en el centro del universo e inmóvil, y a la Tierra la puso en movimiento alrededor de aquél junto con todos los demás planetas. Los resultados eran más que sorprendentes. Esta nueva (y descabellada) teoría helioestática explicaba más de treinta diferentes aspectos del universo de manera más sencilla que la antigua; sin embargo, el precio era incorporar la absurda idea de que la Tierra se mueve tanto girando en su propio eje como alrededor del Sol. Ptolomeo había afirmado en el primer capítulo de su *Almagesto* que la hipótesis del movimiento de la Tierra, propuesta ya en la antigüedad por Aristarco, era absurda; no solo porque no veíamos ni sentíamos tal movimiento, sino por las consecuencias que tendría para todos los objetos que no estuvieran fijados de alguna forma a la superficie de la Tierra. Tales objetos, en opinión de Ptolomeo, saldrían volando por los aires. A pesar de esas dificultades, había algo realmente interesante en cuanto al poder explicativo de esta nueva teoría, pero no se sabía exactamente en qué residía su superioridad. La teoría de Copérnico pasó casi desapercibi-

da no sólo por lo absurda que resultaba tomarla en serio, sino porque casi nadie la podía tomar en serio debido a la complejidad matemática que suponía seguirla y entenderla técnicamente. Owen Gingerich ha mostrado con claridad, en su libro *The Book Nobody Read* (2004), que prácticamente nadie leyó el libro de Copérnico y que los astrónomos-matemáticos que podían entenderlo (que no necesariamente estar de acuerdo) eran principalmente dos hacia finales del siglo XVI, uno de ellos era Tycho Brahe (1546-1601), el otro, Joachim Rheticus (1514-1574). El estudio de Gingerich no es meramente una anécdota, sino que es central para entender el progreso cognitivo en la medida en que muestra que el cambio teórico en realidad provino de la parte empírica de la astronomía de finales del siglo XVI más que de la parte teórica, *i.e.*, de la propia teoría de Copérnico. En otras palabras, que el abandono de la teoría astronómica ptolemaica y su sustitución por la teoría astronómica newtoniana fue posible gracias al progreso cognitivo que se desarrolló de 1543 a 1687. Veamos sólo algunos componentes de ese progreso cognitivo.

La primera evidencia observacional en contra de la antigua teoría astronómica de las esferas celestes no la ofreció Copérnico sino Tycho Brahe. De hecho, básicamente la evidencia observacional como los registros astronómicos con los cuales contó Ptolomeo para elaborar su teoría eran los mismos que los que tenía Copérnico. El primer astrónomo en proveer evidencia observacional astronómica contra la teoría de las esferas celestes fue Brahe, quien por cierto, nunca fue copernicano, pero sí anti-ptolemaico. A inicios de 1572, Tycho estudia un punto luminoso que apareció en la constelación de Casiopea. Originalmente tenía el brillo de Júpiter pero unos días después era aún más brillante siendo posible observarla directamente a plena luz de día. Tycho le llamó la *estrella nueva*. En 1577 apareció un cometa del cual Tycho realizó detalladas mediciones y concluyó que no era un objeto atmosférico sino que se movía muy por enci-

ma de la Luna. Con base en estos dos datos astronómicos, ambos realizados con instrumentos de medición elaborados por el propio Tycho, concluyó correctamente que la hipótesis de las esferas celestes era falsa. No podían existir tales esferas a la luz de la nueva evidencia astronómica que había descubierto, por lo que la teoría de las esferas cristalinas que transportan a los planetas era falsa. Pero también otros de los supuestos de la antigua teoría eran falsos, por ejemplo, el que sostenía la inmutabilidad del mundo supra lunar como lo mostraba el estudio sistemático de la estrella nueva de 1572. Los datos observacionales con lo que contaba Tycho eran los más precisos jamás conseguidos debido principalmente a los enormes y precisos instrumentos de observación que construyó. Tycho llegó al límite observacional posible en cuanto a la precisión de la época pre-telescópica.

La cantidad de datos astronómicos que recopiló Tycho, así como el alto grado de precisión de la gran mayoría de ellos, le permitieron a Kepler encontrar sus dos primeras leyes del movimiento planetario, las cuales publicó en 1609. Tales leyes planetarias sostenían que las orbitas de los planetas son elípticas, no circulares; que el Sol ocupa uno de los focos de la elipse y que el movimiento orbital de los planetas no es uniforme. Eran leyes no sólo abiertamente anti-ptolemaicas sino anti-copernicanas (excepto la afirmación de que el Sol es estático). En resumen, los autores que mostraron que muchas de las tesis de la teoría astronómica aristotélico-ptolemaica y de la teoría de Copérnico eran falsas fueron Tycho y Kepler. Podemos seguir añadiendo elementos empíricos a esta historia, de Galileo, Descartes, Mersenne, Huygens, etc., hasta llegar a Newton. Pero lo expuesto hasta aquí me parece suficiente para mostrar mi punto y darle contenido a la siguiente pregunta: ¿Hubo ganancias cognitivas para la investigación astronómica debido al reemplazo de la teoría ptolemaica por la teoría newtoniana? La respuesta no sólo es afirmativa, sino que, tal como se vio en el ejemplo anterior, se aprendió mucho respecto a cómo me-

jorar las observaciones astronómicas (Tycho y Kepler trabajaron en ello), desarrollar una teoría de los errores en cuanto a las mediciones para establecer la posición de las estrellas (la jornada tercera del libro de Galileo, *Dialogo sobre los dos máximos sistemas astronómicos*, de 1632, es la primera teoría desarrollada de forma sistemática sobre los errores y su corrección de observación relativos a la estrella de 1572 y el cometa de 1577). Con la implementación del telescopio por parte de Galileo, la astronomía dejó de hacerse de una vez y para siempre con base en la observación a simple vista, pero más importante, con la utilización de telescopios más potentes, junto con micrómetros, que hacían las observaciones más precisas, y de los relojes de péndulo que permitían medir con precisión el tiempo y asociarlo a datos astronómicos, Christian Huygens cambió para siempre la forma de obtener datos astronómicos. Tales mejoras en el instrumento de observación llevaron a la precisión observacional a dimensiones jamás soñadas por Tycho y Kepler; y a descubrimientos como los anillos de Saturno o a establecer por primera vez en la historia la velocidad de la luz en 1659, con un margen de error tolerable para la época.

Todos estos logros en la investigación astronómica durante los primeros ochenta años del siglo XVII conllevó un enorme progreso cognitivo en diferentes componentes de la investigación astronómica, que fueron la base para la teoría de Newton. En otras palabras, sin las leyes de Kepler, sin los datos observacionales obtenidos mediante telescopios con micrómetros y relojes de péndulo, sin las mediciones de la velocidad de la luz, sin las mediciones de los cometas elaboradas por Edmond Halley, sin una teoría de errores para las observaciones astronómicas, etc., Newton no hubiera podido construir su teoría. Al abandonar la teoría astronómica de Ptolomeo, se perdió una teoría y se sustituyó por otra. Pero, para mí, eso no es lo importante ni cognitiva, ni epistémica, ni metodológicamente. Lo crucial es el aprendizaje (metodológico, epistemológico y lógico) que se ganó debido

a ese abandono. La investigación astronómica se hizo más compleja, en términos instrumentales, metodológicos, epistémicos y también teóricos. De ahí el peso y valor del *dictum* de Rescher que sirve de epígrafe al presente trabajo: “el progreso es siempre un asunto de complejidad creciente”.

Podríamos, sin lugar a dudas, hacer un análisis histórico detallado de las otras teorías de las que habla Laudan y veríamos que en la mayoría de tales cambios la ganancia cognitiva es enorme en comparación con la pérdida teórica experimentada. De hecho el libro de Hasok Chang, *Inventing Temperature* (2004), es un estudio detallado sobre el progreso empírico en la investigación de la medición del calor, tal como el subtítulo de su texto lo indica: *Medición y progreso científico*. Podríamos resumir esta sección diciendo que el abandono de teorías exitosas es uno de los motores principales que impulsa el avance y progreso cognitivo de nuestro conocimiento científico del mundo empírico. Resta analizar la relación entre convergencia y progreso cognitivo.

#### 4. Convergencia cognitiva y progreso cognitivo

Una cuestión que quedó sin desarrollar arriba es si acaso el progreso cognitivo presenta algún tipo de convergencia. La respuesta es afirmativa pero requiere de mayor desarrollo. En primer lugar, el progreso empírico consiste en la retención de fenómenos no directamente observados que con ayuda de nuevos instrumentos y de nuevos conceptos van tomando valores cada vez más precisos. Tales fenómenos son primordialmente regularidades o patrones que una vez descubiertos resta solamente hacerlos más precisos, establecer las causas que los generan y entender las diferentes relaciones que presentan con otros fenómenos. Del ejemplo arriba analizado, podemos mencionar las leyes de Kepler, la naturaleza supralunar de los cometas, la existencia de súper novas, la velocidad de la luz, etc., como fenómenos genera-

les que al momento no han sido abandonados y que a través del tiempo se siguen ajustando sus valores a diferentes magnitudes e incluso descubriendo nuevos parámetros de medición. Parte del desarrollo de la astronomía de los últimos trescientos años ha consistido en determinar con mayor exactitud las diferentes magnitudes asociadas a cada uno de tales fenómenos. En tales casos, todos los resultados de medida para una magnitud determinada parecen acercarse a un valor “verdadero” y en el proceso las correcciones resultan en decimales cada vez más elevados (Vollmer, 2005: 61). Por ejemplo, el proceso histórico de la determinación de los valores de medida para la velocidad de la luz convergió hacia un determinado valor. En 1676, Ole Roemer y Christian Huygens la establecieron en: 220,000 km/s; en 1728, James Bradley en alrededor de 298,000 km/s; en 1849, Hippolyte Fizeau en 313,000 km/s; en 1862, León Foucault en 298,000 km/s; en 1926, Albert Michelson, en 299,796 km/s y el valor actual es de 299,792,458 m/s<sup>2</sup>.

La convergencia en este caso consiste en que en cada nuevo intento por establecer una magnitud específica de un fenómeno específico, el resultado varía alrededor de un valor específico convergiendo hasta un valor específico. Dicha convergencia es detectable históricamente debido, entre otros factores, a que se requiere desarrollar tanto nuevos instrumentos de medición como conceptos y métodos más refinados. Estos son algunos de los elementos cognitivos de los que se habló en la sección anterior.

Aquí se podría preguntar: ¿Esta convergencia de la determinación de valores para magnitudes específicas, es hacia la verdad? Responder esta pregunta requiere clarificar qué entendemos por *verdad*. El hecho histórico, sin embargo, es que dicha convergencia es hacia un valor específico, con lo cual sería suficiente decir que converge hacia un valor, más que converge hacia la verdad. No es mi intención aquí desarrollar una noción de verdad para estos casos de convergen-

cia, pero es claro que si queremos hablar de convergencia hacia la verdad lo que se requiere es una noción de verdad que integre el proceso histórico por medio del cual se va develando el valor específico de una magnitud, además de principios de relevancia, siguiendo la observación de Kitcher respecto a que en ciencia lo que importa son las verdades relevantes. La convergencia es un proceso histórico que requiere desarrollos cognitivos sustantivos. Considérese simplemente que el proceso histórico mediante el cual se estableció la velocidad de la luz llevó poco más de 300 años. Si quisiéramos aplicar aquí la noción de verdad por correspondencia sería insuficiente para dar cuenta de la convergencia hacia la verdad, puesto que el criterio por correspondencia de la verdad tiene como supuesto el que se establezca dicha correspondencia de manera directa o instantánea. El conocido criterio de “la nieve es blanca” si y sólo si la nieve es blanca, supone establecer directamente si es el caso de que la nieve sea blanca. En el caso de la velocidad de la luz, como en muchas otras magnitudes relevantes en las ciencias empíricas, este supuesto de establecimiento inmediato de las condiciones de verdad no aplica, porque incluso en las primeras etapas de investigación, ni siquiera se sospecha de la existencia del fenómeno. Recordemos que ninguno de los diversos intentos de Isaac Beekman, Galileo Galilei y Robert Hooke por establecer la velocidad de la luz fueron exitosos; o bien concluyeron que era instantánea o demasiado rápida para ser detectada. Necesitamos, por lo tanto, algún criterio histórico de “verdad significativa” que opere en la generación de conocimiento sobre el mundo empírico.

Lorenz Krüger ha intentado desarrollar una noción histórica de la verdad que potencialmente podría ser útil en este contexto. Sostiene que “si nuestras principales preocupaciones son el cambio científico y algo tan históricamente profundo como el progreso, ¿no hemos de estar preparados para encontrar que también nuestra noción de verdad es algo histórico? [...] Necesitamos una concepción

mejorada de la verdad con el fin de reconciliar la realidad histórica de la ciencia con una interpretación realista de sus resultados” (Krüger, 2005: 188 y 190). Si bien es un planteamiento en la dirección correcta, nótese que su formulación sigue haciendo énfasis en las teorías. Para Krüger, el criterio de verdad no tiene porqué ser eterno ni inmutable, en el sentido de ser independiente del contexto histórico, sino que cambia a través de la historia. Pero dicho cambio posibilita comparar el estado presente de una teoría con su estado pasado, y ello es lo central del concepto de verdad que intenta desarrollar. Esta comparación es mediante la cual establecemos la convergencia hacia un valor específico, tal como lo vimos en el ejemplo anterior. Por lo cual, tal convergencia es una forma de entender la genealogía de los valores actuales con que opera la ciencia. La noción de verdad que desarrolla Krüger no conlleva el supuesto de identificación instantánea que mencionábamos arriba, sino que la verdad “sólo es posible como resultado de un proceso de aprendizaje” (197). Podríamos decirlo del siguiente modo: a los seres humanos nos llevó alrededor de 300 años aprender con alta precisión la velocidad de la luz y en el camino aprendimos también sobre instrumentos de medición, efectos colaterales, teorías de la luz, etc. El desarrollo del conocimiento científico, particularmente el establecimiento de una gran diversidad de magnitudes y de constantes universales, ha sido una de las actividades sistemáticas cognitivas mediante el cual hemos aprendido más sobre el mundo físico. Solamente tenemos que comparar el estado actual del conocimiento científico respecto a su estado hace 300 años. Hemos logrado no sólo establecer un valor para la velocidad de la luz sino que en casi todas las disciplinas empíricas hemos establecido, y se siguen estableciendo, parámetros empíricos.



## Conclusión

Sólo hasta hace poco, algunos autores han analizado la idea de progreso científico dejando de lado, más no eliminando, a las teorías científicas como núcleo de análisis. Esta variación en el análisis ha sido adoptada en el presente artículo. Uno de los problemas que presentaba el anterior enfoque respecto a elaborar una noción de progreso científico era cómo integrar el hecho de que teorías exitosas se abandonan de forma sistemática. Quedaba claro que no había sucesión de teorías hacia la verdad y, por lo tanto, emergía un progreso científico intermitente o a través de rupturas. Contrariamente a esa imagen de progreso, en este trabajo hemos analizado someramente el hecho de que el abandono de teorías es parte sustantiva del progreso cognitivo (progreso no centrado en teorías), y que a un nivel de generalizaciones empíricas, la ciencia acumula verdades acerca del mundo empírico que se detectan mediante la convergencia de resultados de medición a través de largos periodos de tiempo.

## Bibliografía

- Aronson, Jerrold, 1988, "Testing for Convergent Realism", en *PSA*, vol. 1, pp. 188-193.
- Bird, Alexander, 2007, "What is Scientific Progress?", en *Nous*, núm. 41, pp. 64-89.
- Boyd, Richard, 1973, "Realism, Underdetermination, and a Causal Theory of Evidence", en *Nous*, núm. 7, pp. 1-12.
- Conant, James y John Haugeland (eds.), 2000, *The Road since Structure*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Chang, Hasok, 2004, *Inventing Temperature: Measurement and Scientific Progress*, Oxford, Oxford University Press.
- Costa, Newton da y Steven French, 2003, *Science and Partial Truth: A Uni-*

- tary Approach to Models and Scientific Reasoning*, Oxford, Oxford University Press.
- Gingerich, Owen, 2004, *The Book Nobody Read*, Nueva York, Walker & Company.
- Godin, Benoit, 2005, *Measurement and Statics on Science and Technology. 1920 to the present*, Londres, Routledge.
- Glymour, Clark y Kevin Kelly, 1989, "Convergence to the Truth and Nothing but the Truth", en *Philosophy of Science*, núm. 56, pp. 185-220.
- Hardin, Clyde y Alexander Rosenberg, 1982, "A Defense of Convergent Realism", en *Philosophy of Science*, vol. 49, núm. 4, pp. 604-615.
- \_\_\_\_\_, 1982, "In Defense of Convergent Realism", en *Philosophy of Science*, núm. 49, pp. 604-615.
- Harmon, Gilbert, 1965, "The Inference to the Best Explanation", en *Philosophical Review*, núm. 74, pp. 88-95.
- Hooker, Clifford, 1988, "On Global Theories", en *Philosophy of Science*, núm. 42, pp. 152-179.
- \_\_\_\_\_, 1975, "From Logical Formalism to Control Structure: The Evolution of Methodological Understanding", en *PSA*, vol. 2, pp. 211-221.
- Holton, Gerald, 1978, "Can Science Be Measured?", en Elkana, Yehuda *et al.*, *Toward a Metric of Science: The Advent of Science Indicators*, Nueva York, John Wiley & Sons.
- Kitcher, Philip, 2001, *El avance de la ciencia*, México, UNAM.
- Kourani, Janet, 2000, "A Successor to Realism/Antirealism Question", en *Philosophy of Science*, vol. 67, pp. 87-101.
- Krüger, Lorenz, 2005, "Does Progress in Science Lead to Truth?", en Sturm, Thomas, Wolfgang Carl y Lorraine Daston (eds.), *Why Does History Matter to Philosophy and the Sciences?*, Berlín, Walter de Gruyter.
- Kuhn, Thomas, 2006, *La estructura de las revoluciones científicas*, México, FCE.

- Lakatos, Imre, 1970, *Philosophical papers. Vol. The methodology of scientific research programmes*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Lange, Marc, 2002, "Baseball, pessimistic inductions and the turnover fallacy", en *Analysis*, núm. 62, pp. 281-85
- Laudan, Larry, 1977, *Progress and its Problems*, California, University of California Press.
- \_\_\_\_\_, 1981, "A confutation of convergent realism", en *Philosophy of Science*, núm. 48, pp. 19-49
- \_\_\_\_\_, 1984, *Science and Value*, Berkeley, University of California Press
- Lewis, Peter, 2001, "Why the pessimistic induction is a fallacy", en *Synthese*, núm. 129, pp. 371-380
- Loose, John, 2004, *Theories of Scientific Progress. An Introduction*, Londres, Routledge.
- Nagel, Ernest, 1961, *The Structure of Science*, Nueva York, Harcourt.
- Niiniluoto, Ilkka, 1984, *Is science progressive?*, Nueva York, Heidelberg y Berlín, Springer-Verlag.
- Poincaré, Henry, 1952, *Science and Hypothesis*, Nueva York, Dover.
- Popper, Karl, 1959, *The Logic of Scientific Discovery*, Londres, Routledge.
- Psillos, Stathis, 1996, "Scientific realism and the 'Pessimistic Induction'", en *Philosophy of Science*, núm. 63, pp. S306-S314
- \_\_\_\_\_, 1999, *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*, Londres, Routledge
- Putnam, Hilary, 1975, *Mathematics, Matter and Method*, vol. I. Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_, 1978, *Meaning and the Moral Sciences*, Londres, Routledge.
- Rescher, Nicholas, 1978, *Scientific Progress*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press.

- \_\_\_\_\_, 1998, *Complexity: a philosophical overview*, Nueva Jersey, Transaction Publishers.
- \_\_\_\_\_, 2006, *Epistemics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Resnik, David, 1992, “Convergent Realism and Approximate Truth”, en *PSA*, vol. 1, pp. 421-434.
- Smart, J. J. C., 1968, *Between Science and Philosophy*, Nueva York, Random House.
- Stanford, Kyle, 2000, “An Antirealist Explanation of the Success of Science”, en *Philosophy of Science*, vol. 67, núm. 2, pp. 266-284.
- Van Fraassen, Bas, 1980, *The Scientific Image*, Oxford, Oxford University Press
- Vollmer, Gerhard, 2005, *Teoría evolucionista del conocimiento*, Granada, Comares.
- Whewell, William, 1840, *Philosophy of Inductive Sciences*, Londres, Parker.