

LAS EXPLICACIONES DEL ÉXITO DE LA CIENCIA. UN ANÁLISIS COMPARATIVO.*

Antonio Diéguez. Universidad de Málaga.

La ciencia—y en esto acierta el relativismo—no es un camino que hubiera de tomarse necesariamente. Eso no significa que podamos todavía prescindir de ella sin coste alguno, porque es obvio que no podemos. Significa que la humanidad se ha pasado sin ciencia la mayor parte de su historia como especie biológica y, muy probablemente, podría haberse pasado sin ella todo el tiempo que durara su tránsito por este mundo.

Si, por ejemplo, nuestros fines principales hubieran sido otros en determinados momentos históricos (el mantenimiento de la tradición, la unión mística con la divinidad, el cultivo de la intuición) en lugar de los que fueron de hecho, la ciencia podría no haber surgido. Qué ventajas y desventajas habría tenido tal curso de acontecimientos es ya es otra cuestión. Feyerabend creía que en todo momento “podemos escoger libremente nuestra concepción del mundo sin que deba importarnos el número de éxitos del que una determinada concepción pueda hacer gala” (Feyerabend (1999), p. 70). No sé si una afirmación como ésta puede defenderse plausiblemente en lo que se refiere a nuestros días. Pero es posible que haya habido un tiempo en que esa opción estuviera a nuestro alcance.

Ahora bien, una vez que tenemos ciencia, una vez marcado el objetivo de alcanzar un conocimiento con gran eficacia instrumental, capaz de rápido progreso, revisable, intersubjetivo, no ligado indisolublemente a circunstancias singulares (aunque su origen sí lo estuviera), surgen ciertas exigencias que no pueden ser soslayadas. Es necesario reconocer, por ejemplo, que en su terreno y para sus fines, la ciencia ha sido una empresa sumamente exitosa, no igualada en tal sentido por ninguna otra “concepción del mundo”.

Este éxito tiene diversas facetas, pero se pueden resumir fundamentalmente en dos logros en sí mismos bastante estimables: una gran capacidad predictiva, que se pone de manifiesto de una forma llamativa en la predicción de fenómenos completamente desconocidos antes de que una teoría científica los señalara, y una gran capacidad para transformar el mundo a través de los instrumentos desarrollados por la tecnología ligada a la ciencia.¹ Estas capacidades han ido además en aumento a lo largo de la historia.

* Una versión previa de este artículo fué leída por Valeriano Iranzo, quien hizo algunas sugerencias que contribuyeron a mejorar el texto.

¹ Además del éxito predictivo y del éxito instrumental o manipulativo, Laudan (1984) habla de éxito en el incremento de la *precisión* de los parámetros de las explicaciones y éxito en la *simplificación* de la imagen del mundo. Michael Devitt (1984) distingue entre el éxito *individual* para satisfacer las necesidades, el de la *especie* para sobrevivir, el de las teorías para dar cuenta de las observaciones (*éxito teórico*) y el de la ciencia en general para lograr teorías cada vez mejores (*progreso científico*). Sólo el teórico requeriría, según él, una explicación realista. David B. Resnik (1992) señala cinco tipos de éxito científico: éxito *predictivo*, éxito *explicativo*, éxito *confirmacional*, éxito *metodológico* (a saber, los métodos científicos proporcionan teorías que presentan los tres tipos de éxito citados) y éxito *práctico/tecnológico*. James R. Brown (1994) habla del éxito de las teorías científicas en la medida en que éstas pueden *organizar* y *unificar* fenómenos diversos, en que *progresan* con respecto a las anteriores en su capacidad para sistematizar los datos y en que efectúan *predicciones nuevas* que son correctas.

No se trata de que todo cambio de teoría haya comportado necesariamente un aumento en el número o la efectividad de las predicciones realizadas tras el cambio, o en la aplicabilidad práctica de los conocimientos, sino de que las nuevas teorías han desplegado con el tiempo, y en ocasiones mucho después de su aceptación, esa mayor capacidad. Así por ejemplo, en los sentidos señalados del éxito, la teoría cuántica ha superado de forma amplia a todas la teorías anteriores.

El éxito predictivo e instrumental de la ciencia es algo demasiado importante, tanto desde el punto de vista epistemológico y filosófico como desde el punto de vista práctico, como para no reclamar una explicación. En primer lugar porque no deja de ser sorprendente que el ser humano, con sus notorias limitaciones físicas y biológicas, disponga de una herramienta tan eficaz para modificar su entorno. Y en segundo lugar porque otras formas de saber no han conseguido nada igual, e interesa conocer las razones.

Las explicaciones dadas han sido diversas, como veremos a continuación, y puesto que el realista suele aducir en defensa de sus tesis que el realismo cuenta con la mejor explicación del éxito de la ciencia, no está de más efectuar una valoración comparativa entre las principales explicaciones que se encuentran en la literatura.

Pero también ha habido una posición a tener en cuenta, que cabe calificar de *derrotista*, según la cual no hay o no se puede dar con una solución satisfactoria de esta cuestión. Entre los derrotistas están Popper, Feyerabend y Rorty, y por ellos empezaremos.

1. El derrotismo sobre la explicación del éxito.

Por paradójico que parezca, Popper, uno de los más firmes defensores del realismo científico, consideraba que el éxito de la ciencia era un misterio de imposible explicación, y lo calificaba de “milagroso”. Pensaba que una explicación del mismo implicaría una respuesta positiva al problema lógico de la inducción, es decir, implicaría que podemos probar a partir de nuestra experiencia que nuestras teorías son (probablemente) verdaderas, y eso sería probar demasiado. Según su opinión, no tenemos ningún procedimiento que nos permita afirmar que disponemos de teorías verdaderas, incluso aunque de hecho las tuviéramos. Además hay razones para pensar que hasta nuestras mejores teorías actuales serán consideradas como falsas algún día. Sólo podemos decir que hemos tenido suerte, ya que la parte del universo en la que nos ha tocado vivir es favorable para ese éxito (cf. Popper (1972), pp. 23 y 204; para una interpretación diferente de la posición de Popper, cf. Musgrave (1988), nota 20).

Feyerabend, contrariamente a lo que muchas veces se afirma, no negaba que la ciencia tuviera éxito, si acaso le gustaba señalar también las desventajas y los fracasos.² Lo que ponía en cuestión eran los objetivos a los que iba encaminado ese éxito (si nuestro fin

Por su parte, Ilkka Niiniluoto (1999) menciona, entre otros, el *éxito cognitivo* (la existencia de las entidades teóricas postuladas y la verdad de las descripciones de dichas entidades), el *éxito empírico* (la implicación de enunciados empíricos verdaderos) y *éxito pragmático* (instrumental, tecnológico y económico). Este último es dependiente del contexto y es un caso especial del empírico. Para el realista, el primero explicaría los dos últimos.

A pesar de esta variedad de “éxitos”, hay una amplia coincidencia en las dos facetas que aquí hemos tomado como representativas: el éxito predictivo y el instrumental, práctico o tecnológico. Hay que decir, sin embargo, que el concepto de *predicción novedosa* y su papel en la aceptación de teorías ha sido discutido y cuestionado (cf. Brush (1994)). Una defensa del realismo centrada en la capacidad de algunas teorías para predecir hechos nuevos puede encontrarse en J. Leplin (1997).

²No obstante, afirmaba que la teoría cuántica está “muy cerca” de convertirse en un mito, en una ideología cuyo éxito sería “artificial” ya que se basaría en la eliminación de todos los posibles hechos en contra (cf. Feyerabend, (1975) cap. 3).

fuera alcanzar la felicidad o salvar nuestra alma, la ciencia no sería particularmente exitosa en ese empeño), así como la existencia de un método científico capaz de garantizarlo. Pero sobre todo, lo que Feyerabend discutía era que ese triunfo en lograr sus fines tuviera que conducir a otorgarle a la ciencia una posición privilegiada en la sociedad. En particular, Feyerabend sostiene que el éxito de la ciencia frente a otras concepciones del mundo no significa que éstas carezcan de méritos o que no hubieran podido tener un éxito comparable si hubieran contado con las mismas oportunidades que la ciencia. Por eso cree que el predominio actual de la ciencia se debe ante todo a que “el show ha sido arreglado en su favor” (Feyerabend (1978), p. 102). En otras palabras, la situación actual de dominio de la que disfruta la ciencia no es el resultado de la utilización de métodos o argumentos, sino de presiones políticas y militares. Nunca hubo, en su opinión, una competencia limpia entre la ciencia y sus rivales. Por si fuera poco, buena parte de sus resultados se los debería la ciencia a ideas tomadas de otros lados.

Feyerabend cree, pues, que los resultados de la ciencia no deben proporcionarle privilegios sociales o políticos, pero deja sin explicar por qué consigue esos resultados. Lo más que llegamos a obtener de su pluma es la afirmación de que los científicos son personas no demasiado torpes y que cuando se pone a personas así a estudiar un problema durante mucho tiempo, éstas terminan por encontrar alguna solución.

Finalmente, el tercero de los citados, Richard Rorty, escribe: “Nosotros [los pragmatistas] no sentimos más deseos de una explicación del éxito de la ciencia occidental reciente que de una explicación del éxito de la política occidental reciente” (Rorty (1991), p. 41). Nos encontramos aquí también con la afirmación del éxito de la ciencia, pero considerada como una cuestión sin interés, al menos para el pragmatista.

Creo que las tesis derrotistas que acabamos de presentar son débiles. El rechazo de Popper a una posible explicación del éxito está muy ligado a una de las peculiaridades menos seguidas de su filosofía: el rechazo de la inducción como modo de inferencia válido. Ahora bien, no es necesario rechazar la inducción como modo de inferencia para admitir que no podemos probar la verdad de nuestras teorías a partir de la experiencia. Ni tampoco requiere la explicación del éxito probar tal cosa. Por otra parte, es posible plantear la cuestión del éxito de la ciencia sin tener que dar respuesta alguna al problema de la inducción (cf. Laudan (1984)).

Feyerabend no da ninguna explicación del éxito de la ciencia, aunque reconoce que éste existe. No hay nada, sin embargo, en su planteamiento que impida buscar dicha explicación.³ El lugar que ocupe la ciencia en la sociedad no depende de que se haya explicado satisfactoriamente o no su efectividad para alcanzar sus objetivos. Y nada obliga a que se les deba dar preferencia a dichos objetivos frente a cualesquiera otros en cualesquiera circunstancias.

En cuanto a Rorty, su falta de curiosidad no tiene por qué ser contagiosa, sobre todo cuando se basa en la idea de que la ciencia no debe ser tenida más como un modelo de objetividad, sino como un modelo de solidaridad. Ese cambio de perspectiva que Rorty propone tiene el objetivo loable de mostrar que las humanidades son tan racionales como las ciencias naturales. Pero Rorty no explica por qué la solidaridad excluye a la racionalidad,

³ Creo, por tanto, que se equivoca Laudan cuando dice que “un reconocimiento de que la ciencia ha sido más exitosa que sus rivales minaría el anarquismo epistemológico de Feyerabend” (Laudan (1984), p. 103, n. 10). Como hemos señalado, Feyerabend reconoce ese mayor éxito en lograr *determinados fines*.

ni por qué el éxito de una ciencia modelo de solidaridad es menos merecedor de explicación. Si hay una cuestión en la actual filosofía de la ciencia que necesite de una buena respuesta es ésta que Rorty desestima. Veamos ahora, pues, las más importantes que se han dado en los últimos años.

2. *Explicaciones no realistas.*

En una posición muy cercana a la de Feyerabend y Rorty se encuentran los sociólogos de la ciencia defensores del llamado “constructivismo social” (Bruno Latour, Steve Woolgar, Karin Knor-Cetina). En general; entre los nuevos sociólogos de la ciencia es difícil encontrar, no digamos ya un tratamiento suficiente, sino tan siquiera una mención al éxito predictivo e instrumental de la ciencia.⁴ Laudan cree que no pueden reconocer este éxito porque ello les impediría explicar del mismo modo (tal como dictan en especial los principios de imparcialidad y de simetría del Programa Fuerte en sociología de la ciencia) todas nuestras creencias, y por esa razón no tratan la cuestión (cf. Laudan (1984), pp.93-96). Puede mostrarse, sin embargo, que los principios del Programa Fuerte no excluyen una explicación del éxito en términos realistas, ni exigen por tanto una explicación externalista de la ciencia. (cf. Niiniluoto (1999), pp. 253-257)).

Hay un lugar donde sí podemos hallar algunas referencias interesantes. Se trata de la archicommentada obra de Latour y Woolgar *Laboratory Life*. Como es sabido, Latour y Woolgar argumentan en ella que un hecho científico (como que la estructura del factor (u hormona) liberador de la tirotropina (TRF o mejor TRH) es Piro-Glu-His-Pro-NH₂) y, en general, lo que cuenta como realidad para la ciencia es el resultado de una construcción social en los laboratorios. Son las negociaciones entre los científicos las que hacen que algo *sea* un hecho, las que constituyen el objeto mismo. (“Afirmamos que el TRF es completamente una construcción social” (Latour y Woolgar (1986), p. 152). Con esto no están diciendo que la ciencia sea un fraude, ni pretenden negar que los hechos científicos sean hechos sólidos y fiables. En esto el constructivista social sería tan firme como el positivista, con el que comparte más de lo que parece.⁵ Se trata sencillamente de que los hechos y la realidad no pueden ser aducidos para explicar por qué los científicos resuelven sus controversias. Y la razón es que la realidad externa es la consecuencia y no la causa del trabajo científico; los hechos son el producto y no el desencadenante de la controversia misma (cf. pp. 181-182). La realidad se define precisamente como el conjunto de enunciados que es demasiado costoso modificar (cf. p. 243).⁶

⁴ Una exposición crítica útil e interesante de la visión del éxito de la ciencia por parte de los partidarios del Programa Fuerte y del Programa Empírico del Relativismo es la de V. Iranzo (1999). Coincido en su conclusión de que la explicación sociologista “hablando en propiedad no expli[ca] el éxito de una teoría” (p. 365), por eso no puedo estar de acuerdo en que como “alternativa a la explicación realista” no pueda ser desestimada. Es cierto, sin embargo, que se trata de una posición coherente y legítima, como Iranzo subraya.

⁵ Como la confianza ingenua en el valor de una observación desprejuiciada, como supuestamente sería la del sociólogo en el laboratorio, cosa que está lejos de ser.

⁶ Hay que decir que Latour modificó sustancialmente sus tesis en obras posteriores, rechazando la dicotomía naturaleza/sociedad. Por decirlo con sus propias expresiones, abandonó el constructivismo acerca de la naturaleza unido al realismo acerca de la sociedad, que caracterizaría su obra aquí citada, para adoptar un principio de simetría generalizada según el cual también la sociedad está construida y no puede servir para explicar la naturaleza. Los hechos científicos siguen siendo construcciones, pero no pueden reducirse a una dimensión social. Los objetos son siempre una mezcla de naturaleza y cultura. (cf. Latour (1991)).

En consonancia con todo ello, el éxito de la ciencia, o más precisamente, la eficacia de los enunciados científicos, su funcionamiento en diversos contextos, tiene una explicación simple. Los enunciados científicos resultan exitosos porque la realidad sobre la que versan y a la que se aplican consiste en esos mismos enunciados una vez aceptados (estabilizados) por la comunidad científica. “Es poco asombroso —escriben— que los enunciados parezcan encajar tan exactamente con las entidades externas: son la misma cosa” (p. 177). Y cuando estos enunciados funcionan fuera de los laboratorios, como en un hospital o una fábrica, lo hacen porque el hospital y la fábrica se convierten de hecho en extensiones del laboratorio (cf. p. 182). En resumen, el éxito de la ciencia, más que constituir un problema importante necesitado de una explicación, es una trivialidad. La ciencia funciona porque ella misma crea las condiciones de su funcionamiento. Maravillarse de ese éxito es —según nos dicen— como maravillarse de que los trenes circulen tan bien sobre los raíles. No hay trenes por un lado y luego resulta que encajan perfectamente en los raíles, sino que los raíles han sido construidos para que los trenes circulen:

Del mismo modo, muchos científicos y no científicos se maravillan de la eficacia de un hecho científico fuera de la ciencia. ¡Qué extraordinario que una estructura peptídica descubierta en California funcione en el hospital más pequeño de Arabia Saudí! Para empezar, sólo funciona en laboratorios clínicos bien equipados. Considerando que el mismo conjunto de operaciones produce las mismas respuestas, hay poco de lo que maravillarse: si se realizan los mismos ensayos se producirá el mismo objeto. (p.183).

No está, sin embargo, nada claro que de estas consideraciones se pueda entresacar una auténtica respuesta al problema del éxito predictivo e instrumental de la ciencia. Concedamos por mor del argumento que los hechos científicos estén socialmente construidos. Eso no explica por sí mismo que las teorías científicas sean tan útiles para controlar otros hechos no científicos, o al menos otros hechos no construidos en ningún laboratorio. Y no siempre se puede aducir que dicho control se debe a que en esas circunstancias estamos ante una extensión del laboratorio. Un avión sobrevolando los Alpes está en unas circunstancias que, aunque hayan sido previamente simuladas en el laboratorio de aeronáutica, no son ya las de un laboratorio, sino las de la propia realidad cotidiana. Unas circunstancias que, desde luego, no han sido construidas por los científicos. Por tanto, incluso aceptando que los hechos científicos son construidos precisamente para que las teorías tengan éxito con ellos, y a menos que de forma abusiva se considere como hecho científico todo lo que pueda caer de algún modo bajo la cobertura de una teoría científica, queda por explicar por qué las teorías científicas funcionan igualmente bien para controlar fenómenos que existen mucho antes de que existiera ningún laboratorio científico.

En un sentido parecido se ha expresado Richard Boyd: “la explicación de que los aeroplanos, cuyo diseño descansa sobre una teoría enormemente sofisticada, no se estrellen a menudo no puede ser que el paradigma *define* el concepto de aeroplano en términos de resistencia a estrellarse” (Boyd (1984), p. 60). Si los aviones y las aves vuelan, y los jugadores de fútbol pueden darle una trayectoria curva a una pelota lanzada con efecto (y sería extraño decir que estos son casos en los que se extienden las prácticas de

los laboratorios), es porque la ecuación de Bernoulli y el efecto Venturi que de ella se sigue son algo más que una construcción social.⁷

Por otra parte, si el constructivismo social tiene razón cuando sostiene que los hechos científicos son una construcción social, entonces lo que resulta difícil explicar es por qué se producen tantas veces fracasos en la ciencia. Sería ininteligible que la realidad se resista a los intentos de toda la comunidad científica por explicarla. Al fin y al cabo, si los hechos están socialmente contruidos, ¿por qué no construirlos a nuestra conveniencia? ¿Por qué determinados enunciados son tan costosos de modificar aún cuando toda la comunidad científica estaría encantada de poder hacerlo? Una forma de entender esto es considerando que no son esos enunciados los que determinan qué es real, sino que es la realidad la que conmina a aceptarlos.

Otras explicaciones antirrealistas del éxito de la ciencia, más plausibles inicialmente que la constructivista, han sido formuladas, aunque de forma aún poco desarrollada, por van Fraassen (1980) y por Laudan (1984).

Van Fraassen acude al darwinismo para proporcionar su explicación, o más bien para mostrar que no hay nada que explicar y que cualquier otro enfoque estaría mal orientado. Ante la pregunta de por qué los ratones huyen de los gatos caben –nos dice van Fraassen– dos tipos de respuestas: la agustiniana y la darvinista. San Agustín lo aclararía diciendo que los ratones perciben que los gatos son sus enemigos y por eso huyen, lo que vendría a significar que existe una adecuación entre “el pensamiento del ratón” y la naturaleza, o dicho de otro modo, que la representación del mundo que tiene el ratón es correcta en este punto. Un darvinista diría que la pregunta misma está mal planteada. Simplemente sucede que las especies que no se protegen de sus enemigos se extinguen, por eso no es extraño que los ratones, que tienen una larga historia de supervivencia, lo hagan. Del mismo modo hay que razonar, según van Fraassen, en lo que se refiere al éxito de la ciencia:

[...] Afirmo que el éxito de las teorías científicas actuales no es un milagro. Ni siquiera es sorprendente para una mente científica (darvinista). Pues cualquier teoría nace a una vida de feroz competición, en una selva de garras y colmillos enrojecidos. Sólo las teorías exitosas sobreviven –las que *de hecho* se adherían a las regularidades reales de la naturaleza. (van Fraassen (1980), p. 40).

Según esto, las teorías científicas actuales son exitosas porque las que no lo fueron sucumbieron en el pasado a las duras pruebas para seguir manteniéndose en la competición. En la ciencia, como en la naturaleza, hay criterios exigentes de selección. El éxito consiste en superarlos, y eso lo consiguen las teorías empíricamente adecuadas, es decir, las que se adhieren (*latch on to*) a las regularidades de la naturaleza. Lo que para van Fraassen es tanto como decir las que tienen consecuencias observacionales verdaderas. Por lo tanto, es obvio que las teorías que, por ser empíricamente adecuadas, los superan tienen éxito. El éxito de la ciencia actual no requiere de más explicación que la de señalar que es el

⁷ Para una situación como la de un objeto moviéndose en un gas, la ecuación de Bernoulli establece que $P + 1/2 \rho v^2 =$ constante, donde P es la presión, ρ la densidad y v la velocidad del fluido. De esta ecuación se sigue que un aumento en la velocidad implica una disminución en la presión. En eso consiste el efecto Venturi.

resultado de un proceso de selección de teorías en el cual quedan eliminadas las que no lo tengan.

La argumentación de Laudan no está muy lejos de ésta. Laudan declara que cualquier explicación del éxito de la ciencia tiene que hacer referencia (cosa que, según él, el realista no hace) a los métodos mediante los cuales los científicos seleccionan sus teorías. Algo que puede explicar el éxito en ciertos casos, aunque quizás no en todos, es, según Laudan, el hecho de que los métodos de investigación científica (como los experimentos con grupos de control, los experimentos ciegos, etc.) están diseñados para seleccionar conjeturas que son menos propensas al fracaso y más fiables que las que se obtienen mediante otros métodos. De manera que si la ciencia tiene éxito es, al menos en muchos casos, porque cuenta con métodos eficaces para eliminar hipótesis o teorías erróneas. Y cuando una teoría ha pasado ciertas pruebas exigentes, tiende a ser más duradera que las que no han pasado esas pruebas. No porque sea más verdadera, sino sencillamente porque es más fiable. “Un buen libro de texto de diseño experimental—esa es su conclusión—llega mucho más lejos en la explicación de por qué funciona la ciencia que todos los escritos de los realistas científicos puestos juntos” (Laudan (1984), p. 100).

Una objeción que se ha hecho a la explicación darvinista de van Fraassen y que sería aplicable también a la de Laudan es la que sigue. Ambas explicaciones nos muestran a lo sumo por qué sólo tenemos teorías exitosas (o más exitosas que sus rivales), pero no por qué una teoría es exitosa (cf. Musgrave (1985), p. 210). Explican por qué encontramos tantas teorías científicas con éxito, pero dejan sin aclarar qué es lo que hace que una teoría seleccionada tenga éxito. Usando la analogía de Peter Lipton ((1991), p. 170), si las normas de un club son tales que sólo se admiten socios pelirrojos, esto explica por qué todos sus miembros son pelirrojos, pero no explica por qué Arturo, que es un miembro del club, es pelirrojo. E igual puede decirse de cada uno de los demás socios individualmente. Para explicar esto sería más pertinente acudir a la genética que a las normas de selección del club. Los métodos de la ciencia, los criterios de selección de teorías, marcan duras pruebas que han de pasar las teorías científicas si han de ser aceptadas por la comunidad científica, pero ellos mismos no explican por qué unas teorías pasan esas pruebas y otras no. Niiniluoto lo ilustra también con un ejemplo sencillo:

[...] ¿Por qué son más rápidos nuestros coches que los coches de hace cincuenta años? No es suficiente con decir que ahora compramos coches más rápidos que antes (cf. van Fraassen), o que producimos en nuestras fábricas coches más rápidos que antes (cf. Laudan). Nuestra pregunta explicativa exige una justificación de la capacidad relativamente permanente de un coche para actuar exitosamente en términos de su velocidad. Necesitamos identificar alguna propiedad (tal como la estructura de su motor) que relacione el comportamiento de este artefacto con su funcionamiento en su entorno natural. (Niiniluoto (1999), p. 198).

Cabe señalar también que el hecho de que una teoría haya sido seleccionada por haber sobrevivido en la competencia con las teorías rivales dada su mayor adecuación empírica a los fenómenos conocidos, o por haber pasado estrictos controles metodológicos, no garantiza que la teoría en cuestión sea capaz de hacer predicciones nuevas y correctas

sobre fenómenos desconocidos. Y, sin embargo, eso es algo frecuente en la ciencia. Ni la explicación darvinista de van Fraassen ni la metodológica de Laudan pueden dar cuenta, pues, de esta modalidad importante del éxito científico. “El mecanismo de selección –escribe Lipton– [...] no explica por qué nuestras teorías mejor apoyadas no resultan refutadas en la siguiente aplicación” (Lipton (1991), p.171, cf. Niiniluoto (1999), p. 198, y Musgrave (1985), pp. 210-211).

3. *La explicación realista del éxito.*

El realismo científico explica el éxito predictivo e instrumental de la ciencia recurriendo al carácter (aproximadamente) verdadero o verosímil, según las versiones, de las teorías científicas. Para un realista destacado, como Richard Boyd, la verdad aproximada de las teorías científicas explica la fiabilidad de los métodos de la ciencia, que son dependientes de las teorías, y esta fiabilidad de los métodos explica a su vez, en una relación dialéctica, la verdad aproximada de las nuevas teorías (cf. Boyd (1996)).

Tomaremos aquí como representativa del realismo científico la tesis de que la verosimilitud de las teorías científicas explica el éxito predictivo e instrumental de la ciencia. Entenderemos la verosimilitud, de manera informal pero suficiente para nuestros propósitos, como la unión de la verdad aproximada y un alto contenido informativo (cf. Niiniluoto (1999)).

Una crítica de carácter preliminar que ha sido hecha al realismo es que la verdad no tiene fuerza explicativa alguna (cf. Levin (1984)). Afirmar de una teoría que es verdadera no explicaría su éxito, ya que con esa mera afirmación no se ponen de manifiesto los mecanismos que producen ese éxito. Decir que la mecánica de fluidos es verdadera no ilustra acerca qué es lo que hay en ella que sirve para hacer que vuelen los aviones. Lo que explicaría que vuelen los aviones sería el efecto Venturi, no la verdad del efecto Venturi. El éxito de una teoría vendría explicado por la teoría misma; la afirmación de su verdad no añade nada a la cuestión.

Una posible respuesta del realista a esta objeción sería distinguir entre explicar por qué se producen ciertos fenómenos y explicar por qué una teoría tiene éxito cuando se aplica a ellos. La teoría versa acerca de los fenómenos, pero nada dice acerca de su propio éxito. Explicar por qué vuelan los aviones lo puede hacer el efecto Venturi y la mecánica de fluidos en general (junto con otras teorías auxiliares), pero cosa muy distinta es explicar por qué el efecto Venturi y la mecánica de fluidos tienen éxito para hacer esto. No debe confundirse la explicación de por qué se tiene éxito con una teoría con la explicación de por qué se producen los fenómenos de determinada manera según la teoría, es decir, con la explicación de cómo se consigue ese éxito (cf. Musgrave (1988) y, para una respuesta distinta, Niiniluoto (1999), p. 194).

El enunciado “la nieve es blanca' es verdadero” no explica por qué la nieve es blanca, pero sí por qué hay ciertas cosas con respecto a la nieve que funcionan (como camuflarse en ella con un traje blanco) y otras que no. Del mismo modo, el enunciado “la teoría T es verdadera” no explica ninguno de los fenómenos que caen bajo el dominio de la teoría T. Dichos fenómenos sólo son explicados cuando presentamos la teoría T. Si esta teoría tiene éxito, los fenómenos ocurrirán como dice la teoría. Ahora bien, la teoría T no explica

su propio éxito. Si los fenómenos fueran distintos de cómo se pensaban hasta el momento, la teoría T seguiría siendo la misma y, sin embargo, carecería entonces de éxito. En cambio, la verdad de la teoría T explica por qué tiene éxito, aunque con la afirmación de esa verdad no se vaya más lejos de ahí. Un lego en física que acepte que la teoría cuántica es aproximadamente verdadera puede explicar así su éxito, si bien no podrá explicar ni un sólo fenómeno cuántico.

Es imposible en un trabajo como éste reseñar con alguna justicia todas las críticas hechas a la explicación realista. Por ello nos concentraremos en la que nos parece por el momento la más significativa y, caso de ser correcta, la más dañina para la explicación realista. Se trata de la realizada por Laudan en su artículo de 1981 (que citaremos en la reimpresión de 1996), titulado "A Confutation of Convergent Realism". A veces se la denomina (combinando los nombres de objeciones similares planteadas previamente por Putnam y por Newton-Smith) la 'meta-inducción pesimista'.

Según Laudan, el realista se compromete en su argumentación con las dos tesis siguientes:

(T1) Si una teoría es aproximadamente verdadera, entonces tendrá éxito explicativo.

(T2) Si una teoría tiene éxito explicativo, entonces probablemente es aproximadamente verdadera.

Aunque aquí se habla sólo de éxito explicativo, en su caracterización del éxito Laudan incluye también lo que venimos denominando éxito predictivo. A la primera tesis la llama "el camino hacia abajo" y a la segunda "el camino hacia arriba". Lo que intenta mostrar en el mencionado trabajo es que ambas tesis son falsas.

En lo que se refiere a T1, Laudan señala que, dado que las conclusiones que se derivan de una teoría verdadera han de ser verdaderas, podría admitirse que una teoría verdadera tiene que ser exitosa, pero la lógica de la verdad aproximada no permite decir lo mismo de una teoría aproximadamente verdadera. Las consecuencias de una teoría aproximadamente verdadera no tienen por qué ser aproximadamente verdaderas. Una teoría pueda ser aproximadamente verdadera y, sin embargo, todas sus consecuencias contrastadas pueden ser falsas. (cf. p. 119). Por tanto, la verdad aproximada no garantiza el éxito predictivo. Pero además, carecemos de un criterio adecuado para atribuir la verdad aproximada a una teoría.

Independientemente de que se esté de acuerdo o no con las razones que aduce Laudan,⁸ creo que el realista debe admitir que la verosimilitud no tiene por qué conducir siempre al éxito predictivo e instrumental. O dicho en otros términos, debe admitir que el camino hacia abajo no está expedito en todas las ocasiones. Para que una teoría tenga éxito predictivo e instrumental, hacen falta más cosas que su verdad aproximada, su verosimilitud o su verdad a secas. Hace falta contar con hipótesis auxiliares y datos correctos y lo más completos posibles acerca de las condiciones iniciales. Sin ellos la

⁸ Niiniluoto ha contestado a estas razones. Por un lado, su concepto de verosimilitud esperada proporciona un criterio epistémico falible para atribuir la verdad aproximada a una teoría (cf. Niiniluoto (1984), p. 179). Por otro, dada la definición de verosimilitud defendida por Niiniluoto, se sigue para ciertas condiciones que si una teoría es altamente verosímil, sus consecuencias deductivas son aproximadamente verdaderas (cf. Niiniluoto (1996), pp.194-196).

predicción es irrealizable o resulta fallida. Hace falta también concretar el modo en que se pueden aplicar tecnológicamente los conocimientos. No siempre es fácil, inmediata o factible la obtención de normas tecnológica a partir de una teoría, y sin ellas no habrá aplicación práctica de la teoría, por muy verosímil que sea. Es posible, pues, que teorías aproximadamente verdaderas e incluso altamente verosímiles carezcan de éxito predictivo e instrumental. Un realista puede y debe aceptar esta conclusión. El neodarwinismo, por ejemplo, presenta características que le hacen buen candidato para ser tenido por una teoría altamente verosímil y, sin embargo, no puede realizar predicciones significativas ni ser aplicado en diseños tecnológicos.

No obstante, en este caso citado la teoría presenta otros tipos de éxito, tales como el éxito en simplificar la imagen del mundo, en el sentido de Laudan, o el éxito teórico, en el sentido de Devitt, o el éxito explicativo, en el sentido de Resnik, o el éxito para organizar y unificar fenómenos diversos, en el sentido de Brown, o el éxito empírico, en el sentido de Niiniluoto (ver nota 1). Por lo tanto, aunque la verosimilitud no sea una condición suficiente para algún tipo de éxito en particular, el realista puede contestar (y Laudan no ofrece argumentos suficientes para creer lo contrario) que una teoría con alta verosimilitud lleva aparejada alguna modalidad de éxito relevante en la ciencia. Y puede añadir además que una teoría con alta verosimilitud comporta un potencial de éxito predictivo e instrumental dispuesto para ser desplegado en circunstancias favorables, aún cuando hasta el momento no haya sido explotado en la práctica. Esto esquivaría la crítica de Laudan, ya que éste no niega la posibilidad de que pueda haber una conexión entre el éxito y la verdad aproximada (cf. Laudan (1996), p. 118).

Para mostrar que el camino hacia arriba tampoco es transitable, Laudan presupone que un realista jamás aceptaría que una teoría es aproximadamente verdadera si sus términos centrales carecen de referencia. Sentado esto, Laudan cita diversos ejemplos de teorías del pasado que fueron exitosas pero que hoy reconocemos como carentes de referencia. Entre éstas están las esferas cristalinas de la astronomía antigua, la teoría del flogisto, la teoría del calórico, el éter electromagnético, el éter óptico y la teoría de la generación espontánea.

Las estrategias realistas para desestimar la crítica de Laudan se han prodigado desde la publicación del artículo al que venimos haciendo referencia (cf. Niiniluoto (1999), pp. 190-192). He aquí las principales:

- (I) Negar la relevancia de los ejemplos citados por no tratarse en su mayoría de casos tomados de ciencias *maduras* (cf. Hardin y Rosenberg (1982), Devitt (1984), p. 146, Boyd (1996) y Worrall (1996)).
- (II) Negar que se traten de teorías realmente exitosas, en especial en lo que se refiere a la realización de predicciones nuevas (cf. McAllister (1993)).
- (III) Utilizar un concepto menos estricto de referencia, con lo que las teorías citadas no fracasarían en su referencia y, por tanto, podrían ser consideradas aproximadamente verdaderas (cf. Hardin y Rosenberg (1982), Devitt (1984), pp. 147-149, Cummiskey (1992), Psillos (1994) y Kitcher (1993), pp. 141-149).

- (IV) Sostener que teorías cuyos términos centrales carecen de referencia pueden ser, pese a todo, aproximadamente verdaderas (cf. Hardin y Rosenberg (1982), Niiniluoto (1984), pp. 182-183 y Psillos (1994)).
- (V) Argumentar que en el éxito de las teorías citadas los constituyentes teóricos que incluían términos sin referencia o eran manifiestamente falsos no jugaban un papel indispensable (cf. McMullin (1984), Kitcher (1993) y Psillos (1994) y (1996)).

Esta última estrategia parece ser especialmente prometedora. Como dice Kitcher, no basta con señalar que la geología anterior a 1960 era exitosa y que no era aproximadamente verdadera, dado que negaba el movimiento lateral de los continentes. Para conceder el tanto a Laudan, éste debería mostrar que la negación de la deriva continental jugó algún papel en el éxito de la geología en ese periodo (cf. Kitcher (1993), p. 142).

Abundando en esta idea, Niiniluoto propone sustituir T2 por otra tesis (T2') mucho más acorde con lo que realmente sostiene el realista:

- (T2') Si una teoría tiene éxito empírico, y sus postulados teóricos son indispensables para la derivación de las consecuencias empíricas, entonces la teoría es probablemente aproximadamente verdadera (o probablemente verosímil). (Niiniluoto (1999), p. 190).

Aún cuando hay mucho en estas réplicas digno de ser tenido en cuenta, creo no obstante que el realista debe aquí también darle su parte de razón a Laudan. Han existido en la historia de la ciencia teorías que no podrían ser calificadas de aproximadamente verdaderas y que sin embargo tuvieron cierto tipo de éxito, sobre todo explicativo e instrumental.

El ejemplo más claro lo proporciona la astronomía ptolemaica. Los epiciclos de Ptolomeo (*pace* Niiniluoto (1999), p. 192) no pueden ser considerados aproximadamente verdaderos porque que no están conectados ni remotamente con los mecanismos reales que producen los movimientos planetarios, y por tanto su grado de verosimilitud ha de ser muy bajo. Asimismo, si bien en abstracto no eran indispensables para explicar los datos astronómicos de aquel momento, *de hecho* en la teoría de Ptolomeo, y mientras no hubo una alternativa real, sí lo fueron. Y nadie puede negar que el sistema ptolemaico tenía éxito explicativo e instrumental (en la medida en que era de enorme utilidad en la navegación), aunque fuera incapaz de predecir fenómenos nuevos. Si todo esto es cierto, la tesis T2' no puede ser correcta siempre. El propio Niiniluoto la presenta como falible y capaz de admitir contraejemplos.

Ahora bien, una vez que le hemos dado la razón a Laudan en que verdad aproximada no implica siempre éxito predictivo e instrumental y en que éxito predictivo e instrumental no implica siempre verdad aproximada, ¿qué queda entonces de la tesis realista acerca de la verosimilitud como explicación del éxito?

En estas circunstancias la verosimilitud puede ser todavía defendida como la mejor explicación del éxito. Sería excesivo pensar que la verosimilitud no puede ser una explicación del éxito a menos que toda teoría verosímil tenga éxito y toda teoría con éxito sea

verosímil, es decir, a menos que sea una condición necesaria y suficiente. No siempre que desaparece el queso hay un ratón en casa, y no siempre que hay un ratón en casa desaparece el queso, pero la mejor explicación de que desaparezca el queso es que hay un ratón en casa. Cualquier otra explicación exigiría más hipótesis extrañas. Puede que en alguna ocasión el queso desapareciera porque lo robó el vecino o porque se lo comieron las hormigas, pero en la mayoría de las ocasiones su desaparición es obra de un ratón. Del mismo modo, en la ciencia el éxito puede obedecer puntualmente a causas diversas: al azar, a la coincidencia, a la utilización de un modelo falso pero muy adaptable a los datos disponibles (caso de Ptolomeo)⁹; para el realista, sin embargo, basta con que en la mayoría de los casos la verosimilitud de la teoría sea su causa.

Como el propio Laudan admite, no debe esperarse que teorías “masivamente falsas” tengan éxito (cf. Laudan (1996) p.113). Mientras que, por el contrario, dadas ciertas condiciones acompañantes, es probable tener éxito predictivo e instrumental con teorías verosímiles, ya que éstas nos proporcionan un conocimiento aproximadamente verdadero de los fenómenos naturales. Dicho conocimiento es susceptible en principio de ser usado para manipular objetos, predecir y controlar su comportamiento y, en pocas palabras, hacer cosas con ellos. Sin ese conocimiento aproximadamente verdadero, la predicción y el control puede que no fueran imposibles, pero se verían sumamente dificultados. Porque si bien es cierto que de premisas falsas se siguen consecuencias verdaderas, no es nada común obtener a partir de dichas premisas conclusiones verdaderas pertinentes para el caso y que vayan más allá de encajar los fenómenos conocidos.

La explicación del realista debe entenderse además como dirigida a periodos largos de la historia de la ciencia y no a cada uno de los episodios de éxito habidos en la historia. El realista puede admitir, como hemos visto, que en circunstancias excepcionales el éxito en la ciencia pueda deberse a una causa distinta, pero un éxito prolongado y repetido de una teoría (y de sus sucesoras) en situaciones diversas es para él una señal –por supuesto falible– de que entre la teoría y la realidad existe algo más que una adecuación empírica. Permítaseme un ejemplo bélico para aclararlo. Si el ejército A ha ganado la guerra al ejército B, y el A es mucho más numeroso, está mejor adiestrado y cuenta con un armamento tecnológicamente superior, la mejor explicación de la victoria del ejército A sobre el B es esta superioridad numérica, tecnológica y en la preparación de la tropa, porque es lo que cabe esperar en esas condiciones. Sin embargo, eso no implica que el ejército A haya tenido que ganar todas las batallas al ejército B o que cualquier batalla que ganase se debiera a esas razones. En alguna ocasión el ejército B podría haber estado con más moral y haber vencido al A pese a la superioridad de éste. Asimismo, en alguna ocasión el A podría haber vencido al B por haber contado a su favor con alguna circunstancia azarosa, como pueda ser la climatología.

Como es sabido, las dificultades del realista no acaban con la respuesta a la meta-inducción pesimista. Debe hacer frente a otras críticas adicionales. Una especialmente discutida es la recusación por parte del antirrealista de la legitimidad de la inferencia abductiva en la que se basa el realismo (cf. van Fraassen (1980)). Una inferencia que

⁹ El éxito del sistema de epiciclos para encajar los movimientos aparentes de los planetas resulta menos sorprendente si se tiene en cuenta que las combinaciones adecuadas de epiciclos y velocidades de giro pueden generar una variedad infinita de curvas de simetría bilateral (elipses, ovoides, etc), y hasta trayectorias rectilíneas, triangulares y cuadradas (cf. Hanson (1985), pp. 117-130).

iría de la tesis de que el realismo cuenta con la mejor explicación del éxito de la ciencia a la conclusión de que el realismo es verdadero. Van Fraassen la denomina el “argumento final” (*ultimate argument*).

En otro lugar he intentado defender al realista de esta crítica (cf. Diéguez (1998), cap. 4). Creo, no obstante, que si se admite que la explicación realista del éxito es la mejor de las propuestas, dicha explicación merece ser aceptada de forma tentativa, incluso aunque suspendamos el juicio acerca de la verdad del realismo. Es decir, puede concederse que el realismo cuenta con la mejor explicación del éxito de la ciencia, y al mismo tiempo considerar que eso no prueba que sea verdadero. Procediendo de este modo se evita la circularidad de la que se acusa al argumento realista, pues no se presupondría que la mejor explicación de un fenómeno ha de ser aceptada por ser verdadera. Ha de ser aceptada (provisionalmente) sólo porque es la mejor, y en tanto siga siendo la mejor.

De igual manera puede eludirse la objeción de que podríamos estar ante la mejor de un conjunto de malas explicaciones y, por tanto, ante una mala explicación en definitiva, sin merecimientos para ser creída (cf. van Fraassen (1989), pp. 142-3 y Ladyman, Douven, Horsten y van Fraassen (1997)). En efecto, suponiendo que la explicación realista del éxito de la ciencia es mejor que sus rivales, quedaría aún para el antirrealista una cuestión por resolver: ¿es ella lo suficientemente buena como para ser aceptada? Porque muy bien podría ser éste un caso parecido al del éter electromagnético, que fue considerado por muchos físicos del pasado siglo como la mejor explicación de la transmisión de las ondas electromagnéticas y, sin embargo, después se descartó su existencia.

Es evidente que el realista no tiene en su mano el ofrecer una garantía total de que lo que una vez ha sido estimado como una buena explicación no será considerado falso en un futuro. Aún así, hay ocasiones (cuando las opciones parecen limitadas y se ha sido lo más exhaustivo posible en el análisis) en que merece la pena apostar tentativamente por explicaciones que son mejores que sus rivales. Incluso corriendo el riesgo de que se trate de la mejor explicación dentro de un mal lote. En caso contrario tendríamos que permanecer en una constante suspensión del juicio. Un precio demasiado alto para evitar el peligro de un desmentido en el futuro. No se puede tener una seguridad total acerca de cuándo estamos ante una de esas ocasiones en que merece la pena apostar, pero para el realista, la explicación dada del éxito de la ciencia es una de ellas.

El argumento de van Fraassen se basa en que la *mera posibilidad* de que la explicación sea la mejor de un mal lote es suficiente para invalidar la inferencia de la mejor explicación, ya que para creer en la explicación seleccionada como la mejor habría que añadir la creencia previa en que la verdad se encuentra en el lote de explicaciones del que se parte. Ahora bien, como máximo esto debería llevar a no aceptar *como verdadera* una explicación que es mejor que sus rivales mientras no se sepa que una de ellas tiene que ser la verdadera. Es decir, a no aceptar la inferencia de la mejor explicación como un procedimiento *justificativo* de la verdad de una hipótesis. Pero el argumento no muestra que sea desaconsejable aceptar a modo de *hipótesis plausible* la mejor explicación de un lote de explicaciones del cual se desconoce si alguna de ellas es verdadera.¹⁰ Para desaconsejar

¹⁰ En realidad, podría decirse que con su argumento van Fraassen está limitando sólo el grado de confianza que podemos atribuirle a la conclusión de una inferencia abductiva. Así, en el trabajo colectivo previamente citado, leemos lo siguiente: “[...] [L]os argumentos de van Fraassen están dirigidos contra la IME [inferencia de la mejor explicación] entendida como

esto el antirrealista debería hacer algo más que remitirse a una mera posibilidad de error. Si no se debe aceptar la explicación realista ni siquiera de forma tentativa bajo la excusa de que pudiera ser sólo la mejor de un mal lote, debería mostrar qué razones hay para pensar que de hecho lo es y que está invalidada para ser aceptada en modo alguno.

Nótese finalmente que, en lo que a su explicación del éxito se refiere, es decir, en la inferencia abductiva que parte del éxito de la ciencia para llegar a la conclusión de que las teorías son verosímiles, el realista no emplea ningún tipo de razonamiento que no emplee también el antirrealista. Cuando pasa de ahí a concluir la verdad del realismo, su posición es más débil, ya que la conclusión abductiva no le permite más que presentarlo como una hipótesis muy plausible. Pero si se muestra que el realismo es mejor que sus rivales en la explicación del éxito de la ciencia, eso debe bastar como argumento en su favor.

Bibliografía

- Boyd, R. (1996/1990), "Realism, Approximate Truth and Philosophical Method", en D. Papineau (ed.) (1996), pp. 215-255.
- Brown, J. R. (1994), *Smoke and Mirrors. How Science Reflects Reality*, London: Routledge.
- Brush, S. G. (1994), "Dynamics of Theory Change: The Role of Predictions", en D. Hull, M. Forbes & R. M. Burian (eds.), *PSA 1994*, vol. 2, East Lansing, Michigan: Philosophy of Science Association, pp. 133-145.
- Cummiskey, D. (1992), "Reference Failure and Scientific Realism: a Response to the Meta-induction", *Brit. J. Phil. Sci.*, 43, pp. 21-40.
- Devitt, M. (1984), *Realism and Truth*, Oxford: Blackwell.
- Diéguez, A. (1998), *Realismo científico*, Málaga: Universidad de Málaga.
- Feyerabend, P. K. (1975), *Against Method*, London: New Left Books.
- (1978), *Science in a Free Society*, London: Verso.
- (1999), *Ambigüedad y armonía*, (trad. A. Beltrán y J. Romo), Barcelona: Paidós.
- Hanson, N. R. (1985), *Constelaciones y conjeturas*, (trad. C. Solís), Madrid: Alianza.
- Hardin, C. L. & A. Rosenberg (1982), "In Defense of Convergent Realism", *Philosophy of Science*, 49, pp. 604-615.
- Iranzo, V. (1999), "Verdad y éxito empírico", en J. L. Falguera, U. Rivas y J. M. Sagüillo (eds.), *Actas del Congreso "La Filosofía Analítica en en Cambio de Milenio"*, Santiago de Compostela: Servicio de Publicacions da Universidade de Santiago de Compostela, pp. 355-365.
- Ladyman, J., I. Douven, L. Horsten & B. van Fraassen (1997), "A Defense of van Fraassen's Critique of Abductive Inference: Reply to Psillos", *The Philosophical Quarterly*, vol 47, nº 188, pp. 305-321.
- Latour, B. (1991), *Nous n' avons jamais été modernes*, Paris: La découverte.
- Latour, B. & S. Woolgar (1986), *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*, Princeton, N. J.: Princeton University Press. (1º ed. 1979).

- Laudan, L. (1984), "Explaining the Success of Science: Beyond Epistemic Realism and Relativism", en J. T. Cushing, C. F. Delaney & G. M. Gutting (eds.), *Science and Reality: Recent Work in the Philosophy of Science*, Notre Dame, Ind.: University of Notre Dame Press, pp. 83-105.
- (1996/1981), "A Confutation of Convergent Realism", en D. Papineau (ed.) (1996), pp. 107-138.
- Leplin, J. (1997), *A Novel Defense of Scientific Realism*, Oxford: Oxford University Press.
- Levin, M. (1984), "What Kind of Explanation is Truth?", en J. Leplin (ed.), *Scientific Realism*, Berkeley: University of California Press, pp. 124-139.
- Lipton, P. (1991), *Inference to the Best Explanation*, London: Routledge.
- McAllister, J. W. (1993), "Scientific Realism and the Criteria for Theory-Choice", en *Erkenntnis*, 38, pp. 203-222.
- McMullin, E. (1984), "A Case of Scientific Realism", en J. Leplin (ed.), *Scientific Realism*, Berkeley: University of California Press, pp. 8-40.
- Musgrave, A. (1985), "Realism versus Constructive Empiricism", en P. M. Churchland y C. A. Hooker (eds.), *Images of Science*, Chicago: The University of Chicago Press, pp. 197-221.
- (1988), "The Ultimate Argument for Scientific Realism", en R. Nola (ed.), *Relativism and Realism in Science*, Dordrecht: Kluwer, pp. 229-252.
- Niiniluoto, I. (1984), *Is Science Progressive?*, Dordrecht: Reidel.
- (1999), *Critical Scientific Realism*, Oxford: Oxford University Press.
- Papineau, D. (ed.) (1996), *The Philosophy of Science*, Oxford: Oxford University Press.
- Popper, K. R. (1972), *Objective Knowledge*, Oxford: Oxford University Press.
- Psillos, S. (1994), "A Philosophical Study of the Transition from the Caloric Theory of Heat to Thermodynamics: Resisting the Pessimistic Meta-Induction", *Stud. Hist. Phil. Sci.*, vol. 25, n° 2, pp. 159-190.
- (1996), "Scientific Realism and the 'Pessimistic Induction'", *Philosophy of Science*, 63, pp. 306-314.
- Resnik, D. B. (1992), "Convergent Realism and Approximate Truth", *PSA 1992*, vol 1. pp. 421-434.
- Rorty, R. (1991), *Objectivity, Relativism, and Truth*, Cambridge: Cambridge University Press.
- van Fraassen, B. (1980), *The Scientific Image*, Oxford: Clarendon Press.
- (1989), *Laws and Symmetry*, Oxford: Clarendon Press.
- Worrall, J. (1996/1989), "Structural Realism: The Best of Both World", en D. Papineau (ed.) (1996), pp. 139-165.

Antonio Diéguez Lucena
 Dpto. de Filosofía
 Facultad de Filosofía y Letras
 Universidad de Málaga
 Campus de Teatinos
 29071 Málaga
 E-mail: dieguez@uma.es