

# EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XVI JORNADAS

VOLUMEN 12 (2006)

José Ahumada  
Marzio Pantalone  
Víctor Rodríguez  
Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



## Debates en torno al realismo estructural

Susana Lucero y Ricardo Orzeszko\*

### 1

En las últimas décadas se han elaborado diversas concepciones del realismo científico. Una versión especialmente atractiva es la propuesta por John Worrall, conocida como *realismo estructural* (Worrall 1989). En ella se intenta superar dos movimientos en tensión. el pragmatismo con sus variantes (instrumentalismo y empirismo constructivo) y el realismo conjetural de Popper, que es un realismo tan débil que resulta prácticamente indistinguible de algunas formas de antirrealismo. El propósito de Worrall es elaborar una forma de realismo que no admita ser identificada con ninguna variante del antirrealismo.

Para ello considera conciliar dos argumentos opuestos: el primero es la metainducción pesimista (MIP), que sostiene que en la historia de la ciencia las teorías resultan finalmente falsas y son reemplazadas por otras mejores, de donde podemos suponer que las teorías actuales seguirán el mismo destino y nunca podemos saber si son verdaderas o ni siquiera aproximadamente verdaderas. En esta línea se destacan las críticas de Larry Laudan (1981). El segundo es el argumento del no-milagro (ANM) —el *locus* preferido de los realistas—, el cual sostiene que sería un milagro, una muy improbable coincidencia cósmica, que las teorías exitosas de la ciencia no reflejaran la realidad; pero dado que el espíritu racional no admite milagros, se debe aceptar como la mejor explicación de ese éxito el que las teorías sean aproximadamente verdaderas y, por tanto, que sus términos teóricos fundamentales posean referencia fáctica.

Sin embargo, como señala Worrall, la tesis realista depende de que —al menos en las ciencias maduras— el cambio científico sea acumulativo y haya en él una conservación de contenido teórico y observacional en el pasaje de una teoría a otra. De allí que, frente a la meta-inducción pesimista de los antirrealistas, Worrall considera que en el cambio de teorías se conservan no solamente las consecuencias empíricas verdaderas, sino también su estructura teórica, expresada en las ecuaciones matemáticas. Al postular que la estructura matemática es lo único que se retiene a nivel teórico, Worrall se distancia de formas del realismo científico tradicional como el de S. Psillos, quien piensa que junto con la estructura hay retención de ciertas porciones correspondientes a la interpretación teórica de las ecuaciones matemáticas.

Como en el planteo de Worrall es esencial poder ofrecer un concepto consistente de “ciencia madura”, con espíritu lakatosiano la definirá como aquella cuyas teorías han logrado formular predicciones genuinas, es decir predicciones de hechos completamente nuevos posteriormente corroborados por la experiencia, como la predicción de la existencia del planeta Neptuno en la teoría newtoniana.

El objetivo del presente trabajo consiste en explorar los recursos con que cuenta el realismo estructural para hacer frente a las críticas de antirrealistas como Larry Laudan y de otros realistas científicos como Stathis Psillos.

---

\* UBA

*Epistemología e Historia de la Ciencia*, Volumen 12 (2006)

## 2

En su propósito de articular una concepción convincente del realismo científico, Worrall descarta el realismo conjetural de Popper porque resulta prácticamente indistinguible de ciertas versiones del antirrealismo. Por otra parte, este realismo no hace ninguna concesión al argumento MIP, en tanto que Worrall está dispuesto a admitir su verdad histórica. En cambio, encuentra una posición válida en las concepciones de Henry Poincaré y P. Duhem. En efecto, en *La ciencia y la hipótesis* (1905), Poincaré había anticipado el núcleo del argumento MIP bajo el nombre de la “*bancarrota de la ciencia*”, pero contrarrestó el escepticismo que implicaba este argumento proponiendo una primera versión del realismo estructural.

Sobre ese antecedente, Worrall desarrolló la postura que afirma la existencia de una continuidad a lo largo del cambio científico, no en el nivel de la interpretación conceptual de las teorías, sino de sus ecuaciones matemáticas. La preservación de la estructura puede ir acompañada de un cambio en la ontología postulada por la teoría sucesora e inclusive en sus principios y mecanismos teóricos. Se introduce además un “*principio de correspondencia*” que establece una continuidad aproximada de la estructura, y según el cual las ecuaciones matemáticas de la antigua teoría reaparecen en forma idéntica o como casos límite en las ecuaciones de la nueva.

Worrall declara que esta concepción del realismo estructural recoge “*lo mejor de los dos mundos*”: las intuiciones subyacentes en el argumento del no milagro y los resultados de la historia de la ciencia.

El caso paradigmático analizado por Worrall es el cambio —en el siglo XIX— de la teoría ondulatoria de la luz de Fresnel por la teoría electromagnética de Maxwell. De la primera no se puede afirmar que es una teoría verdadera o aproximadamente verdadera, porque sus términos y mecanismos teóricos fundamentales no refieren y no son retenidos en la teoría sucesora. Pero, aunque Fresnel se equivocó al describir la naturaleza de la luz como perturbaciones periódicas que se transmiten en un medio elástico sólido, el éter, de todos modos su teoría tuvo un éxito empírico asombroso al capturar correctamente las relaciones matemáticas de los fenómenos ópticos. Sus ecuaciones reaparecen en la teoría de Maxwell, aunque ahora la luz consista en vibraciones que se propagan en un campo electromagnético. En ambas teorías, el desplazamiento de la perturbación obedece a las mismas leyes matemáticas y esta continuidad formal o de estructura permite hacer frente a las consecuencias negativas del argumento MIP. Sin embargo, el ejemplo elegido, en el cual las ecuaciones matemáticas se conservan *intactas* a través del pasaje de una teoría a otra, no es representativo del cambio científico en general y Worrall mismo reconoce que “*las viejas y las nuevas ecuaciones son estrictamente inconsistentes, pero las nuevas tienden hacia las viejas como una cantidad tiende hacia un límite*”<sup>1</sup>

## 3

El realismo estructural ha sido objeto de críticas tanto por parte de sus adversarios tradicionales, los antirrealistas, como de otros realistas científicos. A título de ejemplo, examinaremos primero algunas objeciones formuladas por S. Psillos desde la vertiente del realismo tradicional, y luego de L. Laudan desde el campo antirrealista.

De acuerdo con Psillos, el realismo estructural debe suponer que sólo las ecuaciones, sin ningún acompañamiento teórico, explican el éxito empírico de la teoría. La objeción que este autor plantea al respecto es que la pura estructura es estéril, de ella sola no puede derivarse predicción alguna, exitosa o no. Así, pues, el éxito de una predicción no corresponde por entero a las ecuaciones, sino también al contenido teórico de las ecuaciones y a las asunciones auxiliares.<sup>2</sup>

Una segunda objeción es que, para Worrall, dada una entidad o proceso, se pueden distinguir en ellos una estructura que queda apresada en las ecuaciones de la teoría y una naturaleza "*que subyace de algún modo más allá*" de lo descrito cuantitativamente.<sup>3</sup> Psillos atacará esa contraposición negando que sólo podamos conocer estructuras sin saber nada acerca de la naturaleza de las entidades implicadas; porque "*la 'naturaleza' de una entidad forma un continuo con su 'estructura', y [.] conocer una envuelve e implica conocer la otra*". En su práctica, el científico considera la naturaleza de una entidad o proceso como el conjunto tanto de sus "*propiedades*" como de sus "*relaciones básicas*", describiendo, mediante ecuaciones, las leyes que rigen su comportamiento o —lo que es lo mismo— su estructura.<sup>4</sup> De allí que considerar la naturaleza de las cosas como totalmente separada de su "*descripción estructural (física y matemática)*" equivale a convertirlas en formas ocultas o sustancias misteriosas, similares a las que poblaban el discurso medieval.<sup>5</sup>

Psillos ilustra esta crítica con la evolución de la noción de "masa", que pasó de ser la "*cantidad de substancia poseída por un cuerpo*" a ser —luego de la revolución científica moderna— "masa inercial", es decir una "*propiedad estructural*", que se manifiesta cuando el cuerpo entra en relación con una fuerza exterior a la cual se resiste, y que es susceptible de expresarse mediante ecuaciones. Desde esta perspectiva, cuanto más conocemos las propiedades estructurales de un cuerpo, más conocemos su naturaleza, o sea, lo que la masa "es", y viceversa.<sup>6</sup> Con posterioridad, Einstein estableció que la masa inercial es igual a la masa gravitacional y descubrió así una nueva relación (en este caso, de igualdad entre dos propiedades), con lo cual reveló algo más sobre la estructura de la masa o, lo que es lo mismo, sobre su naturaleza.<sup>7</sup> En definitiva, para Psillos, "*conocer lo que la masa ES implica conocer qué clase de propiedades ella tiene, a qué leyes obedece y, en particular, las ecuaciones que satisface dentro de una teoría científica*"<sup>8</sup>

De todo esto resulta que para Psillos, la distinción fundamental que hay que hacer para explicar el éxito empírico de una teoría no debe buscarse en la dicotomía "*estructura (ecuaciones matemáticas) contra naturaleza (contenido teórico)*", sino entre contenidos teóricos correctos y equivocados.<sup>9</sup> Y aplicando este criterio a la teoría de Fresnel, se puede decir que, respecto de la luz, era correcto que está constituida por perturbaciones transversales que requieren un medio, y en cambio era incorrecto concebirla como desplazamientos moleculares de un medio material con propiedades mecánicas.<sup>10</sup>

Vayamos ahora a la arena del antirrealismo. En su artículo "A Confutation of Convergent Realism", Laudan realiza críticas al realismo científico en general, que son extensivas al "realismo epistemológico estructural". Esta última posición puede resumirse así: "Tenemos buenas razones para sostener que las teorías actuales empíricamente exitosas de las ciencias maduras son aproximada o esencialmente verdaderas". Las críticas se basan en el argumento

MIP y atacan a 1) la referencialidad de los términos teóricos, 2) la noción de aproximación a la verdad, 3) la idea de ciencia madura y finalmente 4) la convergencia de teorías sucesivas.

Respecto de la tesis realista de la *referencia*, según la cual el éxito de una teoría revela el hecho de que sus términos centrales refieren, Laudan cita contraejemplos históricos que operan en una doble dirección: a) numerosas teorías, cuyos términos presuntamente refieren (según el realismo), no fueron exitosas en su momento, por ejemplo las teorías químicas del átomo en el siglo XVIII, la teoría de Proust acerca de los pesos atómicos en el siglo XIX, la teoría de la deriva continental de Wegener antes de 1960; todas ellas carecieron de éxito y algunas debieron enfrentar incluso importantes refutaciones. b) numerosas teorías cuyos términos centrales hoy se sabe que no refieren fueron muy exitosas en su época, entre ellas, la teoría del flogisto, del fluido eléctrico, etc. En conclusión, la conexión entre referencia y éxito científico es "*extremadamente tenue*"<sup>11</sup>

Respecto de la tesis de la verosimilitud, el realismo sostiene la existencia de una conexión entre "aproximación a la verdad" y éxito empírico, de modo que si una teoría es aproximadamente verdadera entonces es explicativa y predictivamente exitosa. Pero, aun dejando de lado los problemas que ha acarreado la elucidación de la noción de "aproximación a la verdad" –problemas aún no resueltos–, no es sencillo probar la existencia de esa conexión. Es evidente que la referencialidad de los términos teóricos es una condición necesaria para que una teoría sea considerada aproximadamente verdadera, pero se acaba de ver que no hay conexión segura entre referencia y éxito empírico en una teoría y, por lo tanto tampoco la hay entre "aproximación a la verdad" y éxito empírico.

La última objeción de Laudan apunta hacia la tesis de la convergencia (acumulación o correspondencia) que el realismo invoca para dar cuenta del desarrollo progresivo de las teorías de las ciencias maduras. Ella establece que las nuevas teorías retienen porciones apropiadas de las leyes y mecanismos teóricos precedentes. En este sentido, la nueva teoría  $T_2$  se halla en una relación de correspondencia con la antigua  $T_1$  o, dicho de otra manera,  $T_1$  es un caso límite de  $T_2$ .

Laudan apela nuevamente a la historia de la ciencia: salvo algunas excepciones provenientes de la Mecánica, el principio de correspondencia casi nunca se cumple. La teoría ondulatoria de la luz, por ejemplo, fue aceptada, aunque no preservaba los principios teóricos de la anterior teoría corpuscular. Del mismo modo, la teoría de Darwin tampoco retenía muchos de los mecanismos de la teoría evolucionista de Lamarck. Por otra parte, el principio de correspondencia no puede funcionar como una guía heurística, porque al tratar de conservar las leyes y mecanismos de las teorías precedentes, se limitaría la creatividad de los científicos.<sup>12</sup> En resumen, el fenómeno de la convergencia que el realista invoca es tanto históricamente falso como normativamente inapropiado.

#### 4

Examinemos ahora en qué medida las críticas expuestas de Laudan y Psillos pueden afectar al realismo estructural y qué medios podría arbitrar este último para sostener su posición. Comencemos con las objeciones de Psillos. Es cierto que, para que la estructura de una teoría pueda implicar predicciones concretas y ser así contrastada, se le deben agregar

interpretaciones teóricas y condiciones iniciales a fin de derivar las consecuencias observacionales. Pero esto no significa que esas interpretaciones se correspondan, en última instancia, con la realidad; y la prueba de ellos es justamente su caducidad, que queda al descubierto con el argumento de la meta-inducción pesimista.

Es decir, Worrall puede admitir perfectamente que la estructura matemática deba recibir sucesivas investiduras formadas por interpretaciones teóricas más condiciones iniciales a fin de poder efectuar predicciones y manifestar su éxito empírico. Pero la caducidad de esas investiduras, por una parte, y la permanencia de la estructura por otra, ofrecen razones para creer que sólo la estructura refleja la realidad y, por ello, es lo único verdaderamente cognoscible. Es cierto que una teoría no se puede reducir a un manajo de ecuaciones; para volverse fértil la teoría necesita de contenidos teóricos y empíricos que se unen a la estructura otorgándole un significado concreto; pero la parte teórica siempre perece y la empírica no constituye por sí misma auténtica ciencia, de modo que sólo quedan las ecuaciones como las mejores candidatas para reflejar las relaciones reales entre entidades inobservables.

Una segunda objeción de Psillos parece tener mayor asidero, detengámonos en ella. Lo que Worrall llama la "naturaleza" de un ente o proceso puede entenderse como sus disposiciones ocultas; por el contrario, lo que se manifiesta es su "estructura", ya sea en las relaciones que mantiene cuando entra en contacto con otros entes, ya sea en las relaciones internas entre los elementos que lo componen. La estructura de un ente es, pues, el conjunto de sus manifestaciones, de sus relaciones externas e internas. Como vemos, el punto de partida y criterio de la distinción entre "naturaleza" y "estructura" es de orden puramente epistémico.

Sin ninguna duda, la terminología adoptada por Worrall es especialmente desafortunada, porque "estructura" y "naturaleza" remiten inmediatamente a características ónticas y están, además, saturadas con una serie de sentidos provenientes de la tradición filosófica. Con esto, no negamos que el realismo estructural no pueda tener proyecciones interesantes en el plano metafísico, sino que el punto de partida natural de la distinción de Worrall es epistémico y a él debió atenerse Psillos en su crítica. Confundido por esta poco feliz terminología, Psillos perdió de vista el enfoque epistémico de la distinción; de este modo comienza a hablar de "estructura" y "naturaleza" como dos aspectos del ente. Tal desplazamiento se hace patente cuando afirma "*hablar de la naturaleza de un agente causal por encima y más allá de su descripción estructural (física o matemática) es retroceder al discurso medieval de "formas" y "substancias"*".<sup>13</sup> Sin embargo la distinción entre naturaleza y estructura supuesta por Worrall no es de carácter ontológico –como ya se dijo– sino epistémico.

Ahora bien, cuando defiende su propia posición, Psillos adopta claramente un punto de vista epistemológico. Así, aclara que puede ocurrir que estemos equivocados sobre algunas propiedades de las cosas o que haya otras que nos son desconocidas o inexpresables en términos matemáticos. Asienta entonces dos tesis: 1) naturaleza y estructura forman un *continuum*, y 2) la naturaleza de una entidad no es menos cognoscible que su estructura. En otras palabras, estructura y naturaleza son en realidad lo mismo y, por ende, la distinción queda reducida a una cuestión terminológica. Pero si esto es así, entonces la propuesta del realismo estructural pierde todo su atractivo y pasa a ser nada más que otra manera de presentación del

realismo científico tradicional; esta conclusión es probablemente la que Psillos desea demostrar.

Sin embargo, la crítica de Psillos a la que nos hemos referido como la primera objeción muestra que éste no es el caso. Dicha objeción apuntaba al hecho de que la pura estructura es insuficiente para derivar predicciones y, en efecto, el realismo estructural supone que las ecuaciones describen la estructura de las entidades y procesos mientras que la interpretación reflejaría las propiedades intrínsecas que son las que se desvanecen en el pasaje de una teoría a otra (por ejemplo lo que la luz realmente es). Ciertamente Psillos también asume esta distinción pues sostiene que en la explicación del cambio exitoso, además de las ecuaciones "*debemos incluir algunas aserciones teóricas concernientes a ciertas propiedades sustantivas así como el comportamiento legaliforme de las entidades y mecanismos postulados por la teoría*"<sup>14</sup> Parece evidente entonces que Psillos reconoce un paralelismo entre estructura y relaciones, por una parte, y naturaleza y propiedades sustantivas por la otra, de modo que la distinción no sería simplemente terminológica.

Nuestra conclusión es que la ambigüedad en el modo de argumentar de Psillos desvirtúa su crítica y le hace perder gran parte de su fuerza inicial. Además si se aceptara la sugerencia de garantizar juntamente con las ecuaciones matemáticas las interpretaciones teóricas, sobre la base de que ellas son necesarias para derivar predicciones, el realismo estructural quedaría reducido simplemente a una versión elaborada del realismo científico tradicional, al costo de perder lo que aquella concepción tiene de más característico y peculiar, o lisa y llanamente de perder su rasgo definitorio.

Analicemos ahora las objeciones de Laudan a fin de comprobar si afectan al realismo estructural en la misma medida que al realismo epistemológico tradicional. En primer lugar, el realismo estructural no es una teoría referencialista, no asume que los términos teóricos de la ciencia madura denoten entidades del mundo. Apoyándose en Poincaré, Worrall sostiene que es un error pensar que podemos develar la naturaleza de los objetos que pueblan el universo, las teorías exitosas más bien deberían tomar sus conceptos básicos como primitivos. Esto es lo que ocurrió con la noción de acción a distancia de Newton o la de estados cuánticos de la mecánica cuántica.

En segundo lugar, el realismo estructural no se compromete con la tesis de la verosimilitud, pues ¿cómo podría afirmarse que una estructura matemática es verosímil si se han dejado completamente de lado la interpretación conceptual de los principios y las leyes, y la referencia de sus términos clave?

En tercer lugar Worrall ha brindado un criterio independiente y preciso para identificar las teorías de la ciencia madura que parece más estricto que el adoptado por Laudan. De modo que con respecto a las tres primeras objeciones, el realismo estructural está en condiciones de responder satisfactoriamente los desafíos del antirrealista.

La tesis de la convergencia en cambio, desde nuestro punto de vista, corre otra suerte. En este caso, Worrall no ofrece un análisis filosófico esclarecedor a favor de la tesis de la convergencia; se limita a ejemplificar el punto con una referencia a las teorías de Newton y Einstein: "*Innegablemente las ecuaciones de Einstein se aproximan a las de Newton en ciertos casos límites especiales. En este sentido hay continuidad aproximada de la estructura.*"<sup>15</sup> A

menos que Worrall elabore una definición más precisa de lo que entiende por “*continuidad aproximada de la estructura*”, la noción aparece tan problemática y oscura como la de “aproximación a la verdad”.

Por otra parte, Worrall no analiza el fenómeno de las revoluciones científicas desde el punto de vista del realismo estructural. Dado el papel fundamental que tiene en esta posición la idea de que el cambio teórico es, en algún sentido, esencialmente acumulativo, el caso de las revoluciones científicas merece un tratamiento especial, en particular porque Worrall suscribe explícitamente la idea de que los cambios revolucionarios han ocurrido efectivamente en la evolución de la ciencia. Nuestra pregunta es “¿es compatible el realismo estructural con la existencia de cambios revolucionarios?”; y en caso afirmativo “¿cómo se justifican?”.

Teniendo en cuenta que su propuesta es programática, se debería conceder que el camino para los ajustes y articulaciones conceptuales que debe realizar el realismo estructural se halla indefinidamente abierto, aunque sin olvidar –desde luego– la agudísima sugerencia de Laudan en el sentido de que los desafíos que un realista científico debe afrontar suponen distinguir con claridad entre lo que desea fervientemente creer y el hecho de si tiene buenas razones para creerlo.

---

## Notas

<sup>1</sup> Worrall, “Structural Realism. The Best of Both Worlds?”, p. 160.

<sup>2</sup> Psillos, *Scientific Realism*, cap 7, pp. 153-54.

<sup>3</sup> Psillos, *op. cit.*, cap 7, pp. 146-47; 155

<sup>4</sup> Psillos, *op. cit.*, cap. 7, p. 155.

<sup>5</sup> Psillos, *op. cit.*, cap. 7, pp. 155-56.

<sup>6</sup> Psillos, *op. cit.*, cap 7, p. 156.

<sup>7</sup> Psillos, *op. cit.*, cap 7, p. 156.

<sup>8</sup> Psillos, *op. cit.*, cap 7, p. 156.

<sup>9</sup> Psillos, *op. cit.*, cap. 7, p. 155

<sup>10</sup> Psillos, *op. cit.*, cap. 7, p. 159

<sup>11</sup> Laudan, “A Confutation of Convergent Realism”, p. 114.

<sup>12</sup> Laudan, *op. cit.*, pp 126-127

<sup>13</sup> Psillos, *op. cit.*, pp. 155-156.

<sup>14</sup> Psillos, p. 154 (el subrayado nos pertenece).

<sup>15</sup> Worrall, *op. cit.*, p.160.

## Bibliografía

Ladyman, J [1998] “What is Structural Realism?”, *Stud. Hist. Phil. Sci.*, Vol. 29, Nº 3, pp 409-424.

Laudan, L. [1981] “A Confutation of Convergent Realism”, en Papineau, D. *The Philosophy of Science*, New York, Oxford University Press, 1997

Psillos, S [1999] *Scientific Realism*, London, Routledge, cap. 7

Saunders, S. [2003] “Structural Realism, Again”, *Synthese* 136, pp 127-133

Worrall, J [1989] “Structural Realism: The Best of Both Worlds?” en Papineau, D. *The Philosophy of Science*, New York, Oxford University Press, 1997