

¿QUÉ ES EL REALISMO CIENTÍFICO?

El *realismo científico* dice que las entidades, los estados y los procesos descritos por teorías correctas realmente existen. Los protones, los fotones, los campos de fuerza y los hoyos negros son tan reales como las uñas de los pies, las turbinas, los remolinos de una corriente y los volcanes. Las interacciones débiles de la física de partículas elementales son tan reales como enamorarse. Las teorías acerca de la estructura de las moléculas que transportan el material genético son o bien verdaderas o bien falsas, y una teoría genuinamente correcta sería una teoría verdadera.

Aun cuando nuestras ciencias no pueden considerarse totalmente correctas, el realista sostiene que nos aproximamos a la verdad. Nuestro objetivo es el descubrimiento de la constitución interna de las cosas y el conocimiento de lo que habita los más distantes confines del universo. No tenemos por qué ser modestos. Ya hemos avanzado bastante.

El *antirrealismo* nos dice lo opuesto: no hay cosas tales como electrones. Seguramente hay fenómenos eléctricos y de herencia, pero lo que hacemos es construir teorías acerca de estados, procesos y entidades diminutas, únicamente para tener la capacidad de predecir y producir sucesos que nos interesan. Los electrones son ficticios. Las teorías acerca de ellos son herramientas del pensamiento. Las teorías son adecuadas o útiles o admisibles o aplicables, pero no importa qué tanto admiremos los triunfos especulativos y tecnológicos de las ciencias naturales, no deberíamos considerar verdaderas ni siquiera sus teorías más reveladoras. Algunos antirrealistas vacilan porque creen que las teorías son herramientas intelectuales que no pueden entenderse como enunciados literales acerca de cómo es el mundo. Otros dicen que las teorías deben aceptarse literalmente —no hay otra manera de entenderlas. Pero no importa qué tanto utilicemos las teorías, arguyen estos antirrealistas, no tenemos razones suficientes para creer que son correctas. Del mismo modo, los antirrealistas de las dos categorías no incluyen entidades teóricas entre los tipos de cosas que realmente existen en el mundo: turbinas sí, pero fotones no.

De acuerdo con el antirrealista, hemos intentado dominar muchas cosas en la naturaleza. La ingeniería genética se está volviendo algo tan habitual como la manufactura del acero, pero no nos engañemos. No pensemos que largas cadenas de moléculas están realmente allí para ser partidas. Los biólogos pueden pensar más claramente acerca de un aminoácido si construyen un modelo molecular con alambres y bolas coloreadas. El modelo puede ayudarnos a ordenar los fenómenos en nuestras mentes. Puede sugerir nueva microtecnología, pero no es una representación literal de cómo son las cosas en la realidad. Yo podría hacer un modelo de la economía a partir de poleas, palancas y bolas de cojinetes y pesos. Cada disminución en el peso M (el "suministro de dinero") produce una disminución en el ángulo I (la "tasa de inflación") y un incremento en el número de bolas en la bandeja (el número de trabajadores desempleados). Obtenemos los insumos y productos correctos, pero nadie pensaría que este modelo es lo que la economía es.

SI PUEDEN ROCIARSE, ENTONCES SON REALES

Por mi parte, yo nunca reflexioné sobre el realismo científico hasta que un amigo me mencionó un experimento que se estaba llevando a cabo para detectar la existencia de cargas eléctricas fraccionarias. Estas cargas fraccionarias se llaman quarks. Pero no fueron los quarks los que me hicieron realista, sino los electrones. Permítanme contar la historia. No tiene por qué ser una historia simple, sino realista, que conecte con la investigación científica cotidiana. Empecemos con un viejo experimento con electrones.

Durante mucho tiempo se pensó que la unidad fundamental de carga era el electrón. En 1908, J.A. Millikan ideó un bello experimento para medir esta cantidad. Una gota minúscula de aceite cargada negativamente se suspende entre dos placas cargadas eléctricamente. Primero se permite que caiga con el campo eléctrico desactivado. Entonces se aplica el campo para apresurar la velocidad de la caída. Las dos velocidades terminales de la gotita observadas se combinan con el coeficiente de viscosidad del aire y las densidades del aire y del aceite. Éstas, junto con el valor conocido de la gravedad y del campo eléctrico, nos permiten computar la carga de la gotita. En una serie de experimentos, las cargas de estas gotas son pequeños múltiplos enteros de una cantidad definida. Esto se toma como la carga mínima, es decir, como la carga de los electrones. Como en todo experimento, éste hace suposiciones que tan sólo son aproximadamente correctas: que las gotas son esféricas, por ejemplo. Millikan al principio ignoró el hecho

de que las gotas, comparadas con la trayectoria media de las moléculas de aire, no son grandes, así que las gotas reciben uno que otro choque en su camino. Pero la idea del experimento es definitiva.

Durante mucho tiempo, el electrón fue considerado la unidad de carga. Utilizamos e como el nombre de esta carga. La física de partículas pequeñas, sin embargo, sugiere cada vez más una entidad, el quark, que tiene una carga de $1/3e$. Nada de la teoría sugiere que los quarks tengan existencia independiente; si éstos llegan a existir efectivamente, la teoría implica que reaccionan y desaparecen de inmediato. Esto no ha desanimado un ingenioso experimento iniciado por LaRue, Fairbank y Hebard en Stanford. Ellos están a la caza de quarks "libres" utilizando la idea básica de Millikan.

Puesto que los quarks pueden ser raros o de muy corta duración, es útil tener una gota grande en lugar de una gota pequeña, pues así hay una probabilidad más alta de que un quark se le adhiera. La gota usada, aunque pesa menos de 10^{-4} gramos, es 107 veces más pesada que las gotas de Millikan. Si estuviera hecha de aceite caería casi como una piedra. En vez de eso está hecha de una sustancia llamada niobio, a la que se enfría por debajo de su temperatura de transición superconductiva de $9^\circ K$. Una vez que una carga eléctrica se pone a darle vueltas a esta bola tan fría, sigue dándole vueltas sin parar. Así, la gota puede mantenerse flotando en un campo magnético, y de hecho ser llevada de arriba para abajo variando el campo. Uno puede también usar un magnetómetro para saber exactamente dónde está la gota y qué tan rápido se está moviendo.

La carga inicial colocada en la gota se cambia gradualmente, y aplicando nuestra tecnología actual a la manera de Millikan, uno determina si el paso de la carga positiva a la negativa ocurre en cero o en $\pm 1/3e$. Si sucede esto último, entonces seguramente debe haber un quark suelto en la gota. En su escrito inédito más reciente, Fairbank y sus asociados informan de cuatro cargas fraccionales compatibles con $+1/3e$, cuatro con $-1/3e$ y 13 con cero.

Ahora bien, ¿cómo alteramos la carga de la bola de niobio? Pues bien, "en este estadio", dijo mi amigo, "la rociamos con positrones para aumentar la carga o con electrones para disminuir la carga". A partir de ese día he sido un realista científico. *Hasta donde a mí concierne, si se puede rociar algo con ellos, entonces son reales.*

Las cargas fraccionarias de más larga vida son un tema controvertido. No son los quarks los que me convencieron del realismo. Quizás yo no me hubiera convencido acerca de los electrones en 1908. Había siempre tantas otras cosas que el escéptico podía encontrar: había aquella duda tremenda acerca de las fuerzas intermoleculares que actuaban en las gotas

de aceite. ¿Podría ser eso lo que Millikan medía? ¿De modo que sus cifras no probaban absolutamente nada acerca de los llamados electrones? De ser así, Millikan no avanza ni un paso para probar la realidad de los electrones. ¿Puede haber cargas eléctricas mínimas, pero no electrones? En nuestro ejemplo de los quarks encontramos el mismo tipo de dudas. Marinelli y Morpurgo, en un escrito inédito reciente, sugieren que lo que el grupo de Fairbank mide es una nueva fuerza electromagnética, no los quarks. Lo que me convenció del realismo no tiene nada que ver con ellos. Es el hecho de que ahora hay emisores estandarizados con los que podemos rociar electrones y positrones —y es precisamente eso lo que hacemos con ellos. Entendemos los efectos, entendemos las causas, y las utilizamos para averiguar algo más. Desde luego, lo mismo vale para otras herramientas de la profesión, los mecanismos para obtener el circuito en la bola de niobio superenfriada y en muchas otras manipulaciones casi interminables de lo “teórico”.

¿EN QUÉ CONSISTE EL ARGUMENTO?

La persona práctica dice: considere lo que usted usa para hacer lo que hace. Si uno rocía electrones, entonces son reales. Ésta es una reacción sana, pero desafortunadamente los problemas no pueden descartarse tan fácilmente. Los antirrealistas pueden parecerle necios al experimentalista, pero las preguntas acerca del realismo son recurrentes en la historia del conocimiento. Además de las serias dificultades verbales sobre el significado de “verdadero” y “real”, hay cuestiones sustantivas. Algunas surgen del entrelazamiento del realismo con otras filosofías. Por ejemplo, históricamente el realismo se ha mezclado con el materialismo, que en una de sus versiones nos dice que todo lo que existe está compuesto de pequeños bloques materiales. Tal materialismo sería realista acerca de los átomos, pero podría ser antimaterialista acerca de los campos “inmateriales” de fuerza. El materialismo dialéctico de algunos marxistas les dio malos ratos a muchas entidades teóricas modernas. Lysenko rechazó la genética mendeliana en parte porque dudaba de la realidad de los “genes” postulados.

El realismo también va en contra de algunas teorías de la causalidad. Es común que a las entidades teóricas se les atribuyan poderes causales: los electrones neutralizan las cargas positivas de las bolas de niobio. Los primeros positivistas del siglo diecinueve querían hacer ciencia sin hablar nunca de “causas”, por lo que también tendieron a rechazar las entidades teóricas. Este tipo de antirrealismo está actualmente en boga.

El antirrealismo también se nutre de ciertas concepciones del conocimiento. A veces surge de la doctrina de que sólo podemos realmente conocer lo que está sujeto a la experiencia sensible. Incluso problemas fundamentales de la lógica están implicados. Hay un antirrealismo que pone en cuestión qué es para una teoría ser verdadera o falsa.

Problemas específicos de las ciencias particulares también han echado leña al fuego. Los astrónomos anticuados no querían adoptar la actitud realista de Copérnico. La idea de un sistema solar podría ayudar en los cálculos, pero no dice cómo es realmente el mundo, puesto que es la Tierra, no el Sol, insistían, el centro del universo. Una vez más, ¿deberíamos ser realistas acerca de la mecánica cuántica? ¿Deberíamos decir con el realista que las partículas tienen una posición y un impulso definido, si bien difícil de determinar? O en el otro extremo, ¿deberíamos decir que el “colapso del paquete de ondas” que ocurre durante una medición microfísica es una interacción con la mente humana?

No sólo se encuentran problemas realistas en las ciencias naturales particulares. Las ciencias sociales dan lugar a una discusión incluso más intensa. Puede haber problemas acerca de la libido, el superyó y la transferencia, sobre los que escribe Freud. ¿Podría uno utilizar el psicoanálisis para tratar de entenderse a uno mismo o a otra persona y pensar cínicamente que no hay nada que corresponda a la red de términos que figuran en la teoría? ¿Qué decir de la suposición de Durkheim de que hay procesos sociales reales, aunque en lo absoluto claramente distintos, que actúan sobre nosotros tan inexorablemente como la ley de la gravedad y, además, que existen por derecho propio, por encima de las propiedades de los individuos que componen la sociedad? ¿Podría uno coherentemente ser un realista en sociología y un antirrealista en la física, o viceversa?

También hay metaproblemas. Tal vez el realismo sea un ejemplo, tan bueno como podría desearse, de la fútil trivialidad de las reflexiones filosóficas básicas. Las preguntas que surgieron por primera vez en la antigüedad eran bastante serias. No tiene nada de malo preguntarse, en cierto momento, si los átomos son reales. Pero continuar la discusión acerca de esa pregunta puede ser, simplemente, un sucedáneo débil en lugar de un pensamiento serio acerca del mundo físico.

Esa preocupación es cinismo antifilosófico. También existe la antifilosofía filosófica. Esto sugiere que la familia completa de problemas acerca del realismo y el antirrealismo es un castillo de naipes, basado en un prototipo que ha perseguido a nuestra civilización, una idea del conocimiento como “representación” de la realidad. Cuando la idea de la correspondencia entre el pensamiento y el mundo se ponga en su lugar apropiado —a saber, la

tumba—, me pregunto si no seguirán rápidamente ese camino el realismo y el antirrealismo.

MOVIMIENTOS, NO DOCTRINAS

Las definiciones de “realismo científico” sólo señalan el camino. Es más bien una actitud que una doctrina claramente formulada. Es una manera de pensar acerca del contenido de la ciencia natural. La literatura y el arte pueden servirnos como puntos de comparación, ya que la palabra “realismo” no solamente ha recogido una serie de connotaciones filosóficas: también designa varios movimientos artísticos. Durante el siglo XIX muchos pintores trataron de escapar a las convenciones que los constreñían a pintar temas idealizados, románticos, históricos o religiosos en enormes lienzos. Estos pintores se decidieron a pintar escenas de la vida diaria. Rechazaban la “estetización” de la escena. Aceptaban material que fuera trivial o banal. Se negaban a elevarlo o idealizarlo: no trataban ni siquiera de hacer “pintorescas” sus pinturas. Los novelistas adoptaron esta actitud realista, a consecuencia de lo cual tenemos la gran tradición en literatura francesa que pasa por Flaubert y que culmina en las atormentadas descripciones de la Europa industrial de Zola. Para citar una definición desdeñosa de hace tiempo, “realista es aquel que deliberadamente evita la selección de sus temas de entre lo armonioso o lo bello y, especialmente, describe cosas feas y destaca detalles ofensivos”.

Tales movimientos no carecen de doctrinas. Muchos publicaron manifiestos. Todos estaban imbuidos de las sensibilidades filosóficas de la época y contribuyeron a ellas. En la literatura, un realismo tardío fue llamado positivismo. Pero hablamos de movimientos más que de doctrinas. Hablamos de un trabajo creativo que comparte una familia de motivaciones, y que en parte se define a sí mismo en oposición a otras maneras de pensamiento. El realismo científico y el antirrealismo son así: ellos también son movimientos. Podemos entrar en la discusión armados con un par de definiciones de un párrafo de extensión, pero una vez adentro encontraremos una serie de opiniones rivales y divergentes que abarcan la filosofía de la ciencia moderna en su agitado estado actual.

LA VERDAD Y LA EXISTENCIA REAL

Con brevedad engañosa, emplearé el término "entidad teórica" como palabra gancho para todas aquellas cosas postuladas por teorías pero que no podemos observar. Esto incluye, entre otras cosas, partículas, campos, procesos, estructuras, estados, etc. Hay dos tipos de realismo científico, uno para teorías, y uno para entidades.

El problema con respecto a las teorías es si son verdaderas, o si son verdaderas-o-falsas, o candidatas a ser verdaderas, o si aspiran a la verdad.

El problema con respecto a las entidades es si existen o no.

La mayoría de los filósofos recientes se preocupan sobre todo por las teorías y por la verdad. Puede parecer que si uno cree que una teoría es verdadera, entonces uno, automáticamente, cree que las entidades de la teoría existen. ¿Pues qué significa decir que una teoría acerca de los quarks es verdadera, si negamos la existencia de los quarks? Hace tiempo Bertrand Russell nos mostró cómo se podía hacer esto. En ese tiempo él no estaba preocupado por la verdad de las teorías, sino que estaba preocupado por las entidades no observables. Pensó que debíamos usar la lógica para reescribir una teoría, de tal manera que las supuestas entidades aparecieran como construcciones lógicas. El término "quark" no se referiría a quarks, sino que sería una abreviatura, por medio de la lógica, de una expresión compleja que sólo haría referencia a los fenómenos observados. Russell, pues, era un realista acerca de las teorías, pero un antirrealista acerca de las entidades.

Es también posible ser un realista acerca de las entidades y un antirrealista acerca de las teorías. Muchos padres de la Iglesia pueden servirnos de ejemplo. Ellos creían que Dios existe, pero también creían que era en principio imposible formular una teoría positiva verdadera e inteligible acerca de Dios. Uno podría, cuando mucho, dar una lista de lo que Dios no es —no es finito, no es limitado, etcétera. La versión de esto para las entidades científicas nos dice que tenemos buenas razones para suponer que los electrones existen, aunque ninguna descripción completa de los electrones tiene posibilidades de ser verdadera. Nuestras teorías están en revisión constante; para propósitos diferentes utilizamos modelos diferentes e incompatibles de los electrones que no se toman como literalmente verdaderos, pero, no obstante, hay electrones.

DOS REALISMOS

El realismo acerca de las entidades nos dice que muchas entidades teóricas realmente existen. El antirrealismo niega esto, y dice que son ficciones, construcciones lógicas, o partes de un instrumento intelectual para razonar acerca del mundo. Menos dogmáticamente, puede decirse que no tenemos ninguna razón, y no podemos tener ninguna razón, para suponer que no son ficciones. Pueden existir, pero no necesitamos esta suposición para entender el mundo.

El realismo acerca de las teorías nos dice que las teorías científicas son verdaderas o falsas independientemente de lo que sabemos: la ciencia cuando menos aspira a la verdad, y la verdad es como es el mundo. El antirrealismo nos dice que las teorías son a lo mucho legítimas, adecuadas, buenos instrumentos de trabajo, aceptables pero increíbles, o qué sé yo.

SUBDIVISIONES

He introducido paralelamente una tesis acerca de la realidad y una tesis acerca de lo que sabemos. Mi realismo acerca de las entidades implica que una entidad teórica satisfactoria sería una que existiera (y que no fuera meramente una útil herramienta intelectual). Ésta es una tesis acerca de las entidades y la realidad. También implica que efectivamente sabemos, o tenemos buenas razones para creer, que por lo menos algunas entidades de este tipo están presentes en la ciencia. Ésta es una tesis acerca del conocimiento.

He introducido juntos la realidad y el conocimiento porque el problema se esfumaría si no hubiera *ahora* algunas entidades que algunos de nosotros creemos que realmente existen. Si estuviéramos hablando de una utopía científica futura, me retiraría de la discusión. Las dos corrientes que trato juntas pueden fácilmente separarse, como en el siguiente esquema de W. Newton-Smith.¹ Él hace notar tres ingredientes del realismo científico:

1. Un ingrediente *ontológico*: las teorías científicas son o bien verdaderas o bien falsas, y lo que es una teoría lo es en virtud de cómo es el mundo.
2. Un ingrediente *causal*: si una teoría es verdadera, los términos teóricos de la teoría denotan entidades teóricas que son causalmente responsables de los fenómenos observables.

¹ W. Newton-Smith, "The Undetermination of Theory by Data", *Proceedings of the Aristotelian Society*, volumen suplementario no. 52, 1978, p. 72.

3. Un ingrediente *epistemológico*: podemos tener creencias justificadas en teorías o en entidades (al menos en principio).

A grandes rasgos, los ingredientes causales y epistemológicos de Newton-Smith corresponden a mi realismo acerca de las entidades. Puesto que hay dos ingredientes, puede haber dos tipos de antirrealismo. Uno rechaza (1) y el otro rechaza (3).

Uno puede negar el ingrediente ontológico. Se puede negar que las teorías deban entenderse literalmente; no son o bien verdaderas o bien falsas; son herramientas intelectuales para la predicción de fenómenos; son reglas para averiguar qué pasará en casos particulares. Hay muchas versiones de esta idea. Una idea de este tipo es a menudo llamada *instrumentalismo* porque dice que las teorías son solamente instrumentos.

El instrumentalismo niega (1). Uno puede alternativamente negar (3). Un ejemplo es Bas van Fraassen en su libro *La imagen científica* (1980).² Él piensa que las teorías deben tomarse literalmente —no hay otra manera de entenderlas. Son verdaderas o falsas, y lo que son depende del mundo —no hay una semántica alternativa. Sin embargo, no tenemos ninguna garantía o necesidad de creer en alguna teoría acerca de lo no observable para darle sentido a la ciencia. Esto es, él niega el ingrediente epistemológico.

Mi realismo acerca de las teorías es, pues, más o menos (1) y (3), pero mi realismo acerca de las entidades no es exactamente (2) y (3). El ingrediente causal de Newton-Smith dice que si la teoría es una teoría verdadera, entonces los términos teóricos denotan entidades que son causalmente responsables de lo que observamos. Implica que la creencia en tales entidades depende de la creencia en una teoría en la que están inmersas. Pero uno puede creer en algunas entidades sin creer en ninguna teoría particular en la que estas entidades estén inmersas. Uno puede incluso sostener que no puede haber una teoría general verdadera acerca de las entidades, puesto que no hay tal verdad. Nancy Cartwright explica esta idea en su libro *How the Laws of Physics Lie* (1983). Ella quiere que tomemos el título literalmente. Las leyes son engañosas. Sólo las leyes fenomenológicas son posiblemente verdaderas, pero de todas maneras podemos llegar a saber de entidades teóricas causalmente efectivas.

Naturalmente, todas estas ideas complicadas van a ser ventiladas en lo que sigue. A van Fraassen se lo menciona en varios lugares, especialmente en el capítulo III. Cartwright aparece en los capítulos II y XII. La tendencia general del libro es apartarse de un realismo acerca de las teorías e ir

² Versión en castellano: *La imagen científica*, trad. Sergio Martínez, UNAM-Paidós, México, 1996. *Van Fraassen*

hacia un realismo acerca de las entidades que pueden usarse en el trabajo experimental. Esto es, una tendencia a alejarse de representar, y acercarse a intervenir.

LA METAFÍSICA Y LAS CIENCIAS PARTICULARES

Deberíamos también distinguir un realismo-en-general de un realismo-en-particular.

Podemos utilizar un ejemplo de Nancy Cartwright. A partir del trabajo de Einstein sobre el efecto fotoeléctrico, el fotón ha sido una parte integral de nuestra comprensión de lo que es la luz. No obstante, hay investigadores serios de la óptica, como Willis y Lamb y sus asociados, que dudan de la realidad de los fotones y que suponen que una teoría más profunda mostraría que el fotón es un mero artefacto de nuestras teorías presentes. Lamb no está diciendo que la teoría presente de la luz sea simplemente falsa. Una teoría más profunda conservaría la mayor parte de lo que sabemos acerca de la luz, pero mostraría que los efectos asociados con los fotones conducen, en el análisis, a un aspecto diferente de la naturaleza. Un científico tal bien podría ser un realista en general, pero un antirrealista acerca de los fotones en particular.

Tal antirrealismo localizado es un problema de la óptica, no de la filosofía. N.R. Hanson ha hecho ver una característica curiosa de las nuevas tendencias de las ciencias naturales. Primero una idea se propone como una herramienta para calcular, no como una representación de cómo son las cosas. Las generaciones futuras llegan a tratar la teoría y sus entidades de manera más realista. (Lamb es un escéptico en la dirección opuesta.) Con frecuencia, los primeros autores son ambivalentes acerca de sus entidades. Así, James Clerk Maxwell, uno de los creadores de la mecánica estadística, al principio era renuente a decir si un gas realmente es compuesto de pequeñas bolas elásticas que producen los efectos de la temperatura y la presión. Comenzó por considerar su explicación un "mero" modelo, que afortunadamente organiza cada vez más fenómenos macroscópicos. Se fue volviendo cada vez más realista. Las generaciones posteriores aparentemente piensan que la teoría cinética es un buen esbozo de cómo son realmente las cosas. Es bastante común en la ciencia que el antirrealismo acerca de una teoría particular o de sus entidades abra paso al realismo.

La precaución de Maxwell acerca de las moléculas de un gas era parte de una desconfianza generalizada hacia el atomismo. Sólo en nuestro siglo llegó la comunidad de físicos y químicos a convencerse totalmente de la

realidad de los átomos. Michael Gardner resume bien algunas de las corrientes que forman parte de esta historia.³ Esto terminó, tal vez, cuando el movimiento browniano fue totalmente analizado en términos de trayectorias moleculares. Este hecho fue importante no sólo porque indicó en detalle cómo las moléculas estaban chocando con granos de polen, creando el movimiento observable. El verdadero logro fue una nueva manera de determinar el número de Avogadro, utilizando el análisis de Einstein del movimiento browniano y las técnicas experimentales de Jean Perrin.

Éste fue, por supuesto, un descubrimiento “científico”, no “filosófico”. Sin embargo, el realismo acerca de los átomos y las moléculas fue en algún momento el problema principal de la filosofía de la ciencia. Muy lejos de ser sólo un problema local acerca de un tipo de entidad, los átomos y las moléculas eran los candidatos principales a entidades teóricas reales (o meramente ficticias). Muchas de nuestras posiciones actuales en el debate acerca del realismo científico fueron desarrolladas entonces. Incluso el nombre mismo de “realismo científico” empezó a usarse en esa época.

El realismo-en-general se debe, pues, distinguir del realismo-en-particular, con la advertencia de que el realismo-en-particular puede llegar a dominar la discusión de tal forma que determine el curso del realismo-en-general. Un problema de un realismo-en-particular se resuelve por medio de la investigación y el desarrollo de una ciencia particular. Al final, un escéptico acerca de los fotones o los hoyos negros tiene que seguir la corriente o callarse. El realismo-en-general reverbera con la vieja metafísica y la nueva filosofía del lenguaje. Es muchísimo menos dependiente de hechos naturales que cualquier realismo-en-particular. Aun así, los dos no son del todo separables y, a menudo, en estadios formativos de nuestro pasado, han estado íntimamente combinados.

REPRESENTACIÓN E INTERVENCIÓN

Se dice que la ciencia tiene dos objetivos: la teoría y el experimento. Las teorías tratan de decir cómo es el mundo. La experimentación y las tecnologías subsecuentes lo cambian. Representamos e intervenimos. Representamos para intervenir, e intervenimos a la luz de representaciones. La mayor parte del debate contemporáneo acerca del realismo científico se da en términos de teoría, representación y verdad. Estas discusiones son iluminadoras pero

³ M. Gardner, “Realism and Instrumentalism in 19th Century Atomism”, *Philosophy of Science*, no. 46, 1979, pp. 1-34.

no decisivas. Esto se debe en parte a que están infectadas de una metafísica intratable. Sospecho que no puede haber ningún argumento decisivo en favor o en contra del realismo en el nivel de la representación. Cuando pasamos de la representación a la intervención, a rociar bolas de niobio con positrones, el antirrealismo tiene menos fuerza. En los capítulos siguientes comienzo con un interés acerca del realismo de entidades pasado de moda. Esto pronto nos llevará a los principales estudios modernos sobre la verdad y la representación, al realismo y al antirrealismo acerca de teorías. Al final volveré al tema de la intervención, el experimento y las entidades.

El árbitro final en filosofía no es lo que pensamos, sino lo que hacemos.