

## Realismo, antirrealismo y progreso de la Física

*Miguel Boyer*

---

Arbor CLVII, 620 (Agosto 1997), 347-376 pp.

*Algunos filósofos mantienen que los debates de las últimas tres décadas entre el realismo y los antirrealismos relativistas e instrumentalistas han terminado sin vencedor, pero con las tesis de cada tendencia destruidas por sus oponentes. En este artículo se mantiene que, por el contrario, el realismo convergente de Putnam, Boyd, Krajewski, Psillos y otros, ha encontrado una Teoría de la Referencia por descripción parcial y un concepto de aproximación a la verdad basado en el principio de correspondencia que usan los físicos y en la preservación, pese al cambio científico, de elementos ontológicos que son sostenibles y están apoyados por la Historia de la Ciencia. Por otra parte, el relativismo no ha conseguido presentar casos reales de inconmensurabilidad, frente a los abundantes que existen de comparación entre teorías básicas competitivas. Y el empirismo constructivo de Van Fraassen descansa en una dicotomía tajante observable/no observable —que da una importancia pre-copernicana a los órganos sensoriales humanos, que no está justificada por la Física—, en una tesis de la subdeterminación de las teorías no justificada por la Historia y en distinciones arbitrarias entre unas y otras generalizaciones científicas.*

---

### 1. Introducción

Con la decadencia del positivismo y del empirismo lógico —principalmente por las dificultades puestas de relieve por los mismos que

se esforzaron por desarrollar su programa— pareció triunfar, tardíamente, el realismo popperiano. Sin embargo, hacia 1960, el realismo recibió, a su vez, un fuerte —y, por tanto, estimulante ataque— por parte de filósofos de orientación wittgensteiniana, como Hanson, y también por los relativistas Kuhn y Feyerabend. Como pocas ideas interesantes mueren definitivamente en la Historia de la Filosofía, en las décadas siguientes renació, con buena salud, el empirismo, en la forma «constructiva» de Van Fraassen, lo que amplió muy profundamente el debate entre realismo y antirrealismo. En él participaron, muy destacadamente, por el lado realista, Putnam, Boyd, Niiniluoto, Newton-Smith, Glymour, Leplin y McMullin y, en el antirrealista, además del mencionado Van Fraassen, también Larry Laudan y Arthur Fine.

¿Dónde ha llegado, después de más de treinta años, el debate entre realismo y el antirrealismo o, mejor, entre los realismos y los antirrealismos relativistas o empiristas?

Recientemente, André Kukla<sup>1</sup> escribía que tanto los filósofos realistas como los antirrealistas han tenido éxito en sus argumentos contra las posiciones de sus oponentes, pero no han conseguido justificar convincentemente las propias. Ello, según Kukla, ha producido un debilitamiento paulatino de las tesis de ambos bandos y ha dejado el terreno «devastado». El año pasado, durante el *Simposio de Filosofía de la Biología* en Vigo, Elliot Sober me decía: «La gente está cansada del debate, pero la verdad es que los problemas siguen ahí, sin estar resueltos».

En este trabajo he intentado sacudir el cansancio general —explicable después de tan largas polémicas—, procurando hacer una síntesis histórico-crítica y un balance provisional. Como el campo a cubrir es inmenso, para verlo en perspectiva me obligaré a ser esquemático y a utilizar un hilo conductor: el problema del progreso de la Ciencia. En este problema se reflejan, de una manera muy aguda, tanto los principios básicos de las diferentes Filosofías realistas, empiristas e instrumentalistas, como la importancia intelectual de lo que está en juego: saber si la Ciencia progresa objetivamente o no, y, en caso de que progrese, si eso significa una aproximación cada vez mayor a la verdad —tesis realista—, o bien si ese progreso es meramente instrumental. Esto último es lo que creen los empiristas y los pragmatistas, pues consideran que los entes inobservables directamente que aparecen en nuestras teorías científicas —tales como electrones, genes o bacterias— son ficciones útiles para establecer reglas con las que predecir y manipular cada vez mejor los fenómenos observables —la única realidad segura— de nuestro entorno.

En la parte 2 de la exposición he agrupado los desafíos relativistas que se dirigen contra la creencia de que hay progreso científico en un sentido objetivo y, en la parte 3, los argumentos de quienes admiten que la Ciencia progresa objetivamente, pero piensan que ello no consiste en que obtiene una imagen que corresponde cada vez más exactamente a la realidad física, sino en que la Ciencia es cada vez más adecuada para predecir los hechos empíricos, para basar la Tecnología o para resolver problemas de varios tipos.

## **2. Desafíos relativistas a la creencia en la objetividad del progreso científico**

El hecho de que la Ciencia progresa es —para quienes lo aceptan— el dato epistemológico más seguro e importante que poseemos. Desde el siglo XVII, las controversias entre las Teorías del mundo no se eternizan inconcluyentemente —como ocurría en la época de los presocráticos o de la escolástica medieval— sino que los científicos van sustituyendo unas teorías por otras que consideran mejores, porque sus enunciados generales —aplicados a condiciones iniciales adecuadas— conducen a predecir los hechos cada vez con mayor exactitud y, al mismo tiempo, las regularidades que se postulan cubren un dominio de fenómenos cada vez más amplio, con menos excepciones y conceptualmente mejor unificado. En este sentido, desde Galileo, Kepler, Huygens y Newton, la Física Matemática ha alcanzado un éxito tras otro, hasta el punto de que un escepticismo, como el pirrónico entre los griegos, parece ya para siempre un pesimismo inverosímil, no justificado por los hechos de la Historia de la Ciencia.

A diferencia de los cartesianos o de los empiristas británicos, que intentaban fundamentar filosóficamente la Ciencia, Kant fue el primero en tomar como el hecho bruto más seguro del que puede partir la Epistemología, la constatación irresistible de que la Ciencia progresa y de que cada vez sabemos más sobre los fenómenos. El conocimiento científico es más seguro que el filosófico, y la tarea de este último no es justificar el primero sino, partiendo de la aceptación de su éxito, explicar cómo es posible semejante cosa. La modernidad de este tipo de razonamientos es muy obvia por su proximidad a los llamados argumentos «abductivos» o en favor de la mejor explicación, como el argumento del éxito no milagroso de la Ciencia de Putnam. Además habría una salida al problema creado por Hume al identificar «conocimiento justificado» con lo que puede *deducirse* estrictamente a partir

de los hechos, con lo cual, al ser manifiesto que los científicos adoptan hipótesis explicativas que van más lejos de lo que la Lógica puede extraer de la experiencia, resultaría que el conocimiento científico no está justificado. De ahí la importancia de la inversión kantiana: el éxito progresivo de la Ciencia es la evidencia más segura y el problema es explicarlo, no justificarlo. Por ello, ha sido una sorpresa muy estimulante que, en el siglo de Einstein, de la Mecánica cuántica, de los modelos cosmológicos que pretenden describir el Universo hasta  $10^{43}$  segundos después del origen de todo, que es también el siglo de la Tecnología electrónica, nuclear o de la Ingeniería genética, un grupo muy influyente de filósofos pusiera en duda, de nuevo, que haya progreso objetivo en la Física y en la Ciencia Natural en general o que, si hay progreso, ello quiera decir que tenemos una visión del mundo que corresponde cada vez más exactamente a la realidad.

Después de Quine y de Hanson, Kuhn y Feysabend defendieron puntos de vista claramente relativistas —calificativo que el segundo aceptaba sin complejos, pero contra el cual el primero protestaba— e incluso un racionalista como Lakatos llegó a dar —en un momento asombroso de alegría anarquista metodológica— una de las formulaciones más espectaculares del relativismo:

«Una escuela brillante de intelectuales (apoyada por una sociedad rica que financie tests bien planeados) puede tener éxito en impulsar un programa, por absurdo que sea o, alternativamente, si se siente inclinada a ello, puede derribar cualquier pilar fundamental del conocimiento establecido, arbitrariamente elegido»<sup>2</sup>.

### 2.1. Tesis de Kuhn

En su libro *La estructura de las revoluciones científicas* (1962), Kuhn pretendió que, de una lectura sin prejuicios ni anteojeras de la Historia, se deducen las siguientes tesis:

#### A) Tesis de la inconmensurabilidad (INC)

Las teorías pertenecientes a paradigmas distintos son incomparables ya que:

a) de acuerdo con la Teoría holista del Significado, se refieren a entes distintos, definidos por verificar propiedades y leyes distintas. Así, las masas de la teoría de Einstein no son las de la teoría de Newton, ni el electrón de Dirac es el de Bohr, ni el de Lorentz. Ello

hace que, por ejemplo, la teoría de la relatividad sea incomparable con la teoría de Newton.

b) No hay algoritmo o regla mecánica y objetiva que permita, con sólo la Lógica y la experimentación, decidir entre teorías.

c) Los patrones para evaluar teorías y determinar los problemas que éstas deben resolver, cambian con el paradigma y son autojustificativos del mismo. Si esto no fuera así y las reglas de decisión estuvieran objetivamente fundadas, habría sido resuelto el problema de la inducción, esto es, el problema de inferir válidamente de nuestras limitadas experiencias empíricas, teorías que tienen un contenido empírico mucho más amplio. Esta inferencia ampliativa sería mucho más potente que la inferencia deductiva, en la cual la conclusión no puede tener más contenido que las premisas.

B) *Tesis de la conversión súbita a otra visión del mundo (GS)*

Al ser inconmensurables las teorías de paradigmas distintos, el abandonar uno y adoptar otro es un cambio súbito en la visión del mundo (un *Gestalt switch*), como si los científicos pasaran a vivir en un mundo distinto. Así, Galileo veía una cosa completamente distinta que Aristóteles al ver caer un peso u oscilar un péndulo, y la puesta de Sol para Copérnico pertenecía a un mundo distinto que la puesta de Sol para Tolomeo.

El cambio de paradigma se parece a las revoluciones políticas: se decide apelando a la propaganda y al prestigio de cada bando, en vez de apelar a las normas constitucionales (esto es a las reglas del método científico de un paradigma), que no son aceptadas ya por todos.

C) *Tesis de la pérdida inevitable de contenidos en el cambio de paradigmas (KL)*

No hay progreso objetivo independiente del paradigma (aunque sí dentro de un mismo paradigma). Los vencedores intelectuales creen siempre que su victoria está justificada y que supone un progreso objetivo, pero:

a) ningún paradigma resuelve todos los problemas del paradigma anterior y algunos más (tesis del «Kuhnian Loss»); y

b) el concepto de «verdad» como correspondencia con los hechos es relativo al paradigma y dependiente de él, no pudiendo reconstruirse de manera invariante respecto al cambio de paradigma (tesis no realista o NREAL).

A Kuhn se le reprochó inmediatamente y, a mi juicio, con justicia:

- *el sesgo idealista* implícito en su tesis GS;
- *su relativismo* al abandonar la Teoría de la Verdad como correspondencia con los hechos;
- *el irracionalismo*<sup>3</sup> o, al menos, el arracionalismo de su versión del cambio de paradigma que, por sus tesis INC, GS y KL pasa a ser una cuestión de propaganda «política» y de Psicología de masas (*mob psychology*, dijo Lakatos).

En su *Postscript* de 1969 a la segunda edición de *La Estructura de las revoluciones científicas*, Kuhn retrocedió respecto a las fuertes tesis de la primera, que contenía desafíos tan interesantes y estimulantes. Kuhn protestaba contra las acusaciones de que sus tesis fueran relativistas o idealistas, porque:

1) *la incomparabilidad entre teorías de paradigmas distintos no es total y sus defensores pueden comunicarse parcialmente* y discutir sobre la base de los criterios comúnmente aceptados para que una teoría sea preferible a otra: consistencia lógica, sencillez, campo de aplicación más amplio, capacidad predictiva. Pero estos criterios o «valores» pueden ser aplicados de modo diferente por los distintos investigadores y no pueden ser decisivos en casos concretos.

2) *Nunca había negado que haya progreso objetivo en la Física, sino sólo que ese progreso fuera acumulativo o progreso en el sentido realista de aproximación a la verdad*, concepto este último que no se conserva de un paradigma a otro. «Las teorías posteriores son mejores que las anteriores para resolver rompecabezas en los entornos muy diferentes a los que son aplicadas».

Como se ve, en su segunda etapa, Kuhn se opone al realismo pero ya no, aparentemente, al concepto instrumentalista de progreso objetivo en la Física<sup>4</sup>. Hay que observar que, a partir de 1970, el interesante desafío inicial de Kuhn entró en una fase que podemos denominar, utilizando la terminología de Lakatos, como «programa degenerativo de investigación». En vez de aportar argumentos nuevos y más sólidos en favor de sus posiciones de 1962, Kuhn pasó a decir que había sido mal comprendido, a debilitar sus tesis frente a las críticas, a inventar una nueva terminología y, en suma, se dedicó a explicarse a sí mismo en vez de explicar la evolución de la Ciencia.

## 2.2. Críticas a las tesis fundamentales de Kuhn

Como dice Newton-Smith, las tesis de la primera etapa de Kuhn son dignas de ser tomadas en serio —más de lo que lo hizo Kuhn

en su segunda etapa— y de ser examinadas con rigor, por el fuerte desafío que suponen para el racionalismo y para el realismo científicos.

### 2.2.1. Críticas a la tesis de la inconmensurabilidad

#### A) *Consideraciones sobre la Teoría holista del Significado (HS)*

La argumentación de Kuhn en favor de la tesis INC deriva:

— *del criterio holista de significado*, tomado tal cual de los positivistas lógicos y de la versión más exagerada de Quine; y

— *la tesis de la indeterminación de la traducción de Quine*, que deriva, a su vez, de la conjunción del anterior criterio HS y de la subdeterminación de las teorías por los hechos: si el conjunto teórico no está unívocamente determinado por la experiencia y es este conjunto teórico el que confiere significado a los términos no observables, entonces el significado de éstos tampoco está determinado por la experiencia. Por tanto, también en esta argumentación HS es la base de INC.

El criterio HS —esto es, que el significado conferido por la teoría a sus términos determina la referencia— es inevitable en la Matemática pura desarrollada axiomáticamente: así, por ejemplo, los puntos, rectas y planos son cualquier cosa que verifique los axiomas de Hilbert para la Geometría.

Pero este concepto de *referencia* de las Matemáticas no es el de las Ciencias Naturales, que no parten de una definición o caracterización completa y exacta de los entes que estudian, sino sólo de algunos rasgos particularmente inmediatos de ellos y luego proceden a ampliar el conocimiento sobre esos entes, añadiendo nuevas propiedades y abandonando o corrigiendo otras.

Este concepto de determinación de la referencia, que permite mantener que nos referimos a la misma cosa aunque sólo algunas de sus propiedades se conserven con el progreso de las teorías, es la que de hecho vienen utilizando los estudiosos de la Naturaleza desde los griegos. Recientemente, Kripke y Putnam la han resucitado contra la Teoría holista del Significado. Es posible que los aspectos formales de su Teoría de la Referencia no hayan llegado a estar todavía completamente perfeccionados. Pero este *criterio* de referencia por descripción parcial y provisional tiene a su favor dos buenos factores, derivados de la práctica científica:

— En primer lugar, es el criterio que, de hecho, se usa en la Física (nadie en la práctica científica duda de que Lorentz, Bohr y Dirac se referían al mismo ente cuando hablaban del electrón, aunque lo fueran

describiendo sucesivamente dentro del formalismo maxwelliano, semi-cuántico o cuántico relativista).

— En segundo lugar, la inconmensurabilidad de las teorías —que no se observa en la Historia de la Ciencia—, al ser consecuencia de HS, es una excelente reducción al absurdo de esta tesis, que parecía a primera vista razonable.

B) *La tesis de la inconmensurabilidad no está ni mínimamente apoyada por la Historia de la Ciencia*

Esto es tan evidente, que produce especial sorpresa que la tesis INC haya sido mantenida por un historiador tan competente como Kuhn que, además, pretende que su visión de la actividad científica deriva directamente de la mera contemplación, sin prejuicios, de la evolución de la Ciencia.

Por el contrario, creo que lo que salta a la vista —antes y más allá de cualquier tesis filosófica— es que, por ejemplo:

— Galileo y Pascal comparaban, en cada ocasión, las consecuencias de sus teorías con las de Aristóteles. ¿Caen los cuerpos de mayor peso con mayor velocidad, como decía Aristóteles, o a igual velocidad? La columna de mercurio en tubo invertido ¿se sostiene por el horror al vacío aristotélico o por la presión atmosférica? En el primer caso, su altura sería la misma en lo alto de una montaña que a nivel del mar.

— Lo mismo hacía Newton comparando las consecuencias de sus teorías con las teorías cartesianas de los vórtices que pretendían explicar el movimiento de los planetas.

— Lo mismo hacía Einstein respecto a Newton: variación o no de la masa de una partícula en movimiento, diferente magnitud del avance del perihelio de Mercurio, desviación o no desviación de la luz por las masas de los cuerpos celestes.

— Igualmente Planck y Bohr en sus teorías de la radiación del cuerpo negro o de los espectros atómicos, hacían continuas comparaciones con las consecuencias extraídas del electromagnetismo de Maxwell y de Lorentz por Rayleigh y Jeans.

Los científicos no han considerado nunca que estas teorías eran incomparables, sino que son incompatibles<sup>5</sup> y, por tanto, que no hay diferencias importantes para traducir las consecuencias de unas y de otras a un mismo lenguaje. El propio Kuhn escribió dos libros excelentes de Historia de la Ciencia —*La revolución copernicana*, de 1957, y *La radiación del cuerpo negro y la discontinuidad cuántica*, de 1978—,



por cierto sin utilizar el concepto de paradigma explícitamente, pero —como parece inevitable— recordando a cada paso las comparaciones que se han hecho históricamente entre distintas teorías astronómicas y físicas.

La tesis INC no ha preocupado ni paralizado jamás a los físicos, y todos ellos han considerado que la teoría de Newton es válida como aproximación de la relativista en un subdominio de velocidades pequeñas respecto a la de la luz, o que es una aproximación de óptica geométrica de la Mecánica ondulatoria, cuando la constante  $h$  de Planck y la longitud de onda asociada de las partículas pueden tomarse como nulas. Si Kuhn quería sostener la tesis INC, podía hacerlo esgrimiendo el holismo semántico pero no, desde luego, amparándose en la Historia de la práctica científica. Treinta años después de *La estructura de las revoluciones científicas*, ni Kuhn ni sus seguidores han podido presentar ningún ejemplo histórico serio de INC. Esta tesis es, evidentemente, un embrollo y una auto-trampa en la que cayeron los filósofos que partían de una Teoría del Significado y de la Referencia inadecuada para la Ciencia Natural. Lo cierto es que el desafío de la incomensurabilidad —que algunos han calificado de «aterrador»— permanece desconocido y olímpicamente ignorado por los físicos, los biólogos y los científicos en general.

### 2.2.2. Críticas a la tesis de la conversión súbita a un nuevo paradigma (*gestalt switch*)

Como el rechazo de un paradigma y la adopción de otro no puede decidirse sólo por la Lógica y la experimentación, Kuhn lo explica, además de por la intervención de factores «externos» (prestigio y capacidad propagandística de los defensores del nuevo paradigma, irradiación de los centros académicos donde trabajan, atractivo de lo nuevo para los jóvenes), por un proceso súbito en que cambia la visión del mundo de los científicos.

El capítulo *Revolutions as Changes in World Views* —el X de la *Estructura* de Kuhn— es una pieza retórica wittgensteiniana de gran belleza. No se afirma en él nada fuerte que no sea edulcorado en el párrafo siguiente, y no se demuestra nada, sino que se sugieren tesis interpretando multitud de casos históricos de cambio de paradigma.

¿Cuál es la *impresión* que saca el lector del capítulo?

a) El historiador se siente «tentado a» decir (p. 176) —y el «principio de economía exige» (p. 187)— que, *con el cambio de paradigma, el mundo cambia*: Lavoisier, después de descubrir el oxígeno «trabajó en un mundo diferente» (p. 187). O también: «En un sentido —que no soy capaz de explicar mejor— los proponentes de paradigmas en competencia practican su oficio en mundos diferentes (...). En uno las disoluciones son compuestos [químicos], en otro mezclas. Uno está inmerso en un espacio plano, otro en una estructura curva. Al practicar en mundos distintos, los científicos ven cosas distintas cuando miran, desde el mismo punto en la misma dirección» (p. 150).

b) Con el cambio de paradigma y de visión, *anomalías experimentales e incoherencias teóricas que parecían menores, ahora se evalúan como experimentos cruciales y como fallos mortales; no ha habido experimentos más precisos, ni razonamientos más perfectos, sino mera revaluación súbita de lo ya conocido. Galileo no necesitó observaciones más exactas que las que tenían los aristotélicos: sólo dio una nueva interpretación, de acuerdo con su nueva versión* (p. 188).

c) *El cambio de visión es súbito, como una «iluminación repentina» o «vendajes que se caen de los ojos»* (p. 192; p. 186); como en los experimentos de Psicología de la forma (*gestalt Psychologie*), donde antes veíamos un pato, ahora vemos un conejo (p. 180), sin que nada haya cambiado más que nuestra manera de mirar.

d) El cambio de visión no puede considerarse como tradicionalmente lo hicieron los cartesianos o los newtonianos, esto es, como una reinterpretación de hechos objetivos; esta idea «no es completamente falsa, ni una simple equivocación (p. 190), *pero lo que sucede en una revolución no puede reducirse a reinterpretación de datos estables* (p. 191); *no hay hechos estables expresables en un lenguaje observacional independiente del paradigma* (p. 191); *las operaciones y mediciones están determinadas por el paradigma*» (p. 198); en cierto sentido, *el paradigma es constitutivo del mundo: hace el mundo, moldea el mundo*.

En primer lugar hay que señalar que (a)-(d) constituye una imponente masa de confusiones entre experiencias psicológicas de los investigadores —que, por estar parcialmente acertadas, parecen hacer verosímiles las tesis de Kuhn— con las cuestiones epistemológicas objetivas o intersubjetivas de la investigación. Respecto a (c), por ejemplo, basta recordar lo que ocurre cuando, estancado ante un problema de Geometría, un estudiante tiene súbitamente lo que llama «una feliz idea»: en vez de empeñarse en considerar un conjunto dado de puntos y rectas y sus relaciones, pasa a considerar otro conjunto y a cambiar la línea de razonamiento. Psicológicamente, el estudiante «ve» el pro-

blema con un nuevo enfoque, pero sería absurdo pretender que el mundo constituido por el enunciado del problema y por los entes y figuras geométricas ha cambiado realmente.

La metáfora «donde antes veíamos un pato, ahora vemos un conejo», está traída a colación por Kuhn —como bien dice Newton-Smith<sup>6</sup>— para sugerir e intentar fundamentar la tesis de la incomparabilidad de las teorías: como no podemos ver, simultáneamente, el pato y el conejo, sino uno u otro, no podemos ver simultáneamente la teoría del viejo paradigma y la del nuevo, ni, por tanto, compararlas.

Que la *descripción* de los hechos físicos es diferente según la lengua, el sistema de coordenadas o la teoría física, es un tópico del cual no se deduce que no haya una realidad física única. Como ocurre con el principio básico de invariancia de la teoría de la relatividad de Einstein (que debería haberse llamado, según él mismo, «teoría de la invariancia de las leyes físicas fundamentales»), o con la formulación de la Mecánica cuántica de Dirac y von Neumann (neutra entre el formalismo ondulatorio de Schrödinger y el matricial de Heisenberg), es posible encontrar maneras de describir los hechos que no cambian con el punto de vista. Por eso, resultan tan útiles en la Física el cálculo vectorial y el cálculo tensorial, que permiten describir las leyes físicas independientemente del sistema de referencia que utilice cada observador.

A pesar de la abundancia con que Kuhn aduce hechos históricos y de la maestría retórica con que los trata, me parece que *La estructura de las revoluciones científicas* da una impresión de los grandes cambios en las teorías fundamentales de la Física que no coincide con la que se obtiene de los libros de Historia escritos por él mismo. *La estructura* es, llanamente, un falseamiento de la práctica científica que pretende describir.

En efecto, *nada es más contrario a la realidad histórica que presentar como un cambio súbito de visión —ante una impotencia de la observación, de la experimentación y del razonamiento matemático para resolver las controversias— procesos como el triunfo del sistema de Copérnico y Kepler sobre el de Tolomeo, el del newtonianismo sobre el cartesianismo o el de la teoría ondulatoria de la luz sobre la teoría corpuscular* (¡que, al final, se saldó con una síntesis!).

El sistema heliocéntrico tardó en triunfar más de cien años (de 1543 hasta 1630-40 o, incluso, hasta los *Principia* de Newton de 1687), y no lo hizo por una experiencia de nueva *visión* de hechos conocidos, sino que triunfó sólo después de que:

— Galileo desarrollase como base de la Mecánica un principio de la inercia, según el cual cuerpos que participan de movimientos

iguales en un espacio dado, interaccionan entre sí como si estuvieran en reposo.

— Galileo deshiciera el empate cinemático entre Tolomeo y Copérnico *con las observaciones físicas nuevas* (con el telescopio) *sobre las fases de Venus*.

— Kepler llevase a un grado extraordinario de precisión el cálculo de las órbitas planetarias, que luego fue deducido y mejorado por Newton; etc.<sup>7</sup>.

Fue éste un proceso muy racionalista —entre los astrónomos y físicos, no por parte de las autoridades religiosas— de decisión sobre teorías, en el que los nuevos instrumentos (el telescopio), las nuevas medidas (Tycho Brahe, Kepler) y las nuevas Matemáticas, hundieron la teoría de Tolomeo, luego la de Tycho Brahe, y corrigieron, primero, a Copérnico y luego a Kepler.

Otro tanto puede decirse del lento triunfo (más de 50 años: de 1687 a 1740) de la Mecánica newtoniana sobre las concepciones físicas cartesianas, cuando la primera triunfó de tres tests experimentales, considerados cruciales por ambos bandos (sin dificultades de traducción, ni inconmensurabilidades):

— demostración de que la forma de la Tierra era la de un elipsoide, aplastado en la dirección del eje de rotación y no en la opuesta;

— solución aproximada del problema de los tres cuerpos y del movimiento de la Luna; y

— predicción (con menos de un mes de error) de la vuelta del cometa Halley.

El cambio de visión no fue la *causa* de la aceptación de los nuevos paradigmas, sino la *consecuencia* de éstos, cuando su éxito para deducir, con un rigor matemático nuevo, las viejas y las nuevas observaciones, los hizo triunfar.

### 2.2.3. Críticas a la tesis de la pérdida inevitable de contenidos en el cambio de paradigma (*Kuhnian Loss*)

Según Kuhn, en las revoluciones científicas hay tanto pérdidas de contenido y de poder explicativo como ganancias, aunque los científicos tienden a no ver las primeras<sup>8</sup>. Kuhn usa esta tesis para rechazar intentos como los de Popper y Lakatos de establecer el «exceso de contenido empírico corroborado» como criterio para preferir una teoría a otra, con lo cual se tendría un criterio objetivo de progreso empírico

(si la tesis fuera correcta, tampoco el empirismo constructivo de Van Fraassen podría hablar de progreso objetivo).

A primera vista resulta sorprendente —como señala Laudan<sup>9</sup>— que esta tesis KL se mantenga simultáneamente a INC, ya que parecen contradictorias. En efecto, es paradójico que las teorías:

— *sean inconmensurables* como para poder afirmar que  $T'$  y  $T''$  coinciden o discrepan en ciertas explicaciones de los hechos;

— *no sean inconmensurables* cuando se trata de afirmar que hay explicaciones que se pierden siempre al pasar de  $T'$  a  $T''$ .

El sesgo de Kuhn es obvio:  $T'$  y  $T''$  son comparables para afirmar que siempre hay pérdidas, pero no para afirmar que hay ganancias de poder explicativo.

Pero aunque esta dificultad parece grave para la Filosofía de Kuhn, la tesis KL es importante en sí misma contra cualquier concepto de progreso acumulativo y la han sostenido otros filósofos que rechazan el relativismo, como Laudan y Grünbaum.

A su vez, Laudan<sup>10</sup>, en su modelo de progreso científico en sentido instrumentalista, que es una versión edulcorada del de Kuhn, ha añadido otros ejemplos de «pérdidas kuhnianas», como el siguiente:

3) la teoría de los vórtices de Descartes, explicaba *por qué los planetas giran alrededor del Sol todos en el mismo sentido*, mientras que la teoría de Newton no lo explicaba (hasta que Laplace la complementó con su hipótesis nebular): algunos científicos consideraron que esto contaba contra la teoría de Newton, y tenían razón.

Otro análisis de supuestos casos de KL, es el dado por Grünbaum<sup>11</sup>, que está respaldado por tener este filósofo claras tendencias antirrelativistas. En su trabajo, Grünbaum pretendía rebatir la afirmación de Popper<sup>12</sup>, según la cual para toda pregunta contestada por la teoría de Newton, la teoría de la relatividad de Einstein tiene una respuesta por lo menos igual de precisa. Señaló que hay preguntas que pueden plantearse y que tienen respuesta definida en la teoría de Newton —abreviadamente N— y que o no pueden plantearse o no tienen respuesta definida, sino indeterminada en la teoría de Einstein (E). Así:

4) ¿Es euclídea la Geometría física del espacio donde opera la ley de la gravitación? La respuesta en N es sí; pero en E, hay respuestas diferentes —Geometría euclídea o no euclídea— según el sistema de coordenadas que se adopte para el universo.

5) ¿Son simultáneos necesariamente o no dos sucesos cuya separación espacial es invariante respecto a la transformación de coordenadas entre referenciales de inercia? En N la respuesta es afirmativa; en E la pregunta es autocontradictoria, porque con las transformaciones

de Lorentz es imposible que dos sucesos tengan una separación espacial invariante.

6) ¿Cuánto tiempo se requiere para que una fuerza constante  $F$  acelere una partícula de masa  $m$  hasta el doble  $2c$  de la velocidad de la luz en el vacío? En la teoría  $N$  la respuesta es  $t=2mc/F$ ; en  $E$  no hay intervalo de tiempo —ni siquiera infinito— capaz de hacer que la velocidad de una partícula supere la velocidad  $c$ .

En mi opinión, todos los casos anteriores y otros más de «pérdida kuhniana» de poder explicativo no son reales, sino sólo aparentes, pues caen dentro de una de las categorías siguientes:

A) *Desaparición de problemas (y de soluciones a ellos) que se consideraban propios de la Física en la etapa proto o precientífica, anterior al siglo XVII, pero que se vio que no podían ser tratados por métodos científicos:*

- *búsqueda de causas finales* al estilo de Aristóteles;
- *intentos de mezclar cuestiones científicas con cuestiones relativas a los valores éticos o estéticos.*

Desde la aparición de la Ciencia moderna o madura, *ningún* paradigma ha pretendido que esos problemas eran científicos, ni aceptado que las soluciones anteriores lo eran.

B) *Rechazo de pretendidas soluciones a problemas realmente científicos, pero que no alcanzaban los estándares de rigor deductivo (lógico y matemático) de las etapas posteriores de la Ciencia:*

Es el caso del ejemplo aducido por Laudan, de la «pérdida» de la explicación cartesiana del movimiento de todos los planetas alrededor del Sol, con un mismo sentido de giro, cuando se pasó a la Mecánica celeste newtoniana. En efecto la «solución» cartesiana:

- no era capaz de predecir que las órbitas planetarias eran, aproximadamente, elipses con el Sol en uno de sus focos, cosa ya bien conocida en la época de Descartes, gracias a Kepler; y

- postulaba condiciones iniciales *ad hoc* (existencia de un éter, agitado por un movimiento de rotación en sentido contrario al de las agujas del reloj, el mismo para todos los planetas y capaz de arrastrarlos, pese a ser imponderable e imperceptible), semejantes —pero menos verosímiles— a las que podían adjuntarse a la teoría de Newton —como luego hizo Laplace— para dar el resultado pretendido.

Este es también el caso —predilecto de Kuhn— de la «explicación» por la teoría del flogisto del parecido de todos los metales entre sí: están compuestos de su cal particular y de cierta cantidad de flogisto (elemento común). Parece excesivo llamar «explicación», ya en el siglo XVIII, a:

— una deducción meramente intuitiva y sin ningún rigor lógico: del hecho de que el metal X esté compuesto de cal de X y de flogisto, no se sigue que se deba parecer al metal Y, compuesto de cal de Y más flogisto: todos los cuerpos combustibles (carbón, aceite, etc.) están compuestos, en gran parte, de flogisto y no se parecen entre ellos (hoy sabemos que todos los elementos químicos están compuestos por protones, neutrones y electrones y, sin embargo, son muy distintos);

— la teoría del flogisto recurría, de manera absolutamente *ad hoc*, a flogisto de peso positivo y a flogisto ¡de peso negativo! Este concepto (parecido al aristotélico de «levedad» del aire o del fuego) era ya inverosímil en el siglo XVIII, e hizo que la teoría se considerase con gran recelo.

C) *Problemas que pueden plantearse y tienen solución definida en la teoría  $T_1$  pero no en la  $T_2$ , aunque sí pueden plantearse y resolverse aproximadamente en el subdominio de  $T_2$  que es isomorfo a  $T_1$ .*

Es el caso del problema (Oa) de Grünbaum: para el caso de pequeños valores de  $v/c$ , la pregunta (Oa) puede formularse y tener la misma solución que en la teoría de Newton, con solamente introducir: «aproximadamente igual a» en las condiciones.

D) *Problemas y sus soluciones planteados por la parte errónea de la Ontología de una teoría superada.*

Son los problemas planteados, por ejemplo, por las propiedades mecánicas del éter electromagnético y que aduce Grünbaum para fundamentar su versión de la tesis KL.

E) *Soluciones al problema X dadas por una teoría  $T_1$  que son reconocidas como falsas por una teoría  $T_2$ , considerada mejor que  $T_1$  en otros muchos aspectos distintos del X.*

Son varios de los casos citados por Grünbaum: la teoría de Newton responde *erróneamente* que la ley de la gravedad implica una Geometría euclídea, o que el tiempo  $t=2mc/F$  sea suficiente para acelerar la masa  $m$  a la velocidad  $2c$ .

Es poco plausible considerar que hay pérdida real de poder explicativo, cuando una teoría mejor hace ver que las soluciones anteriores eran falsas y explica por qué lo eran y cuál es una formulación más adecuada del problema.

El aspecto más importante de todo esto, contra la tesis de la pérdida de contenido explicativo de Kuhn, es que *el rechazo o la disolución de problemas y de respuestas de las teorías anteriores no es arbitrario o ad hoc, como una autojustificación de un nuevo paradigma*: resultan, como consecuencias naturales, de una formulación más potente, *no diseñada para eliminar problemas y soluciones anteriores*.

### 3. Objeciones empiristas e instrumentalistas

Con la retirada del propio Kuhn a posiciones más blandas que las de 1962, en las que dijo aceptar el carácter objetivo del progreso científico, el debate ha tendido a centrarse en las objeciones de los varios instrumentalismos a que ese progreso pueda ser interpretado —según la tesis realista— como una aproximación, cada vez mayor, a los hechos de la realidad física.

#### 3.1. Intentos realistas de definir la aproximación a la verdad

##### 3.1.1. Esfuerzos popperianos fallidos

La dificultad principal con que ha tropezado la Filosofía realista ha sido la de encontrar una formulación de su tesis básica que sea suficientemente precisa y que, al mismo tiempo, sea compatible con los cambios profundos de teorías que registra la Historia de la Ciencia.

Hablar de «verdad» —por ejemplo, para explicar este concepto como correspondencia con los hechos— volvió a ser respetable cuando en los años treinta Tarski desarrolló su Semántica y superó el rígido esquema de Sintaxis lógica de los primeros positivistas de Viena. Tarski hizo una gran impresión sobre Popper y éste recurrió a su Semántica cuando, en 1960-63, intentó definir la «verosimilitud», esto es, el grado de aproximación a la verdad de una teoría.

Popper utilizó para ello lo que Tarski había definido como «contenido verdadero  $A_T$ » y «contenido falso  $A_F$ » de una teoría, que son el conjunto de sus consecuencias verdaderas y el conjunto de sus consecuencias falsas. Una teoría es más «verosímil» que otra si tiene más consecuencias verdaderas y no más consecuencias falsas, o si tiene no menos consecuencias verdaderas y menos falsas.

Independientemente de varias objeciones que pueden hacerse a esta solución e, incluso, a este enfoque, el golpe mortal se lo asestaron Tichy y Miller al demostrar, en 1974, que si dos teorías A y B: a) tienen algunas consecuencias falsas; b) son distintas; y c) son comparables (en sentido de que las consecuencias de una son consecuencias de la otra), entonces no puede decirse que A sea más verosímil que B, ni que B sea más verosímil que A.

Popper dirigió entonces su esfuerzo a definir un concepto más general que el de «contenido verdadero neto»: fue su concepto de teoría que



responde más preguntas que otra y que fue criticado por Grünbaum, como antes he señalado.

Niiniluoto (1984) hizo un esfuerzo emparentado con los de Popper, para construir una métrica que permita decir que una teoría se aproxima más a la verdad que otra y que las teorías convergen hacia la verdad. Ese intento tampoco ha sido considerado exitoso. Dudo que ese enfoque, que recuerda los esfuerzos de Carnap y de Hintikka para desarrollar una Teoría de la confirmación, pueda tener resultado. Me parece más acertado el enfoque de Putnam, Boyd y, recientemente, de Stasis Psillos (con un vigoroso análisis de casos históricos), que es el del llamado *realismo convergente*.

### 3.1.2. El realismo convergente: un enfoque prometedor

Richard Boyd expone el núcleo del llamado realismo convergente de la siguiente manera:

B<sub>1</sub>) Los *términos* que aparecen en la Ciencia madura *se refieren a entes* (electrones, genes, bacterias) *que existen verdaderamente*. La Ciencia madura acierta, en general, en sus compromisos ontológicos.

B<sub>2</sub>) Las *leyes de una teoría* perteneciente a la Ciencia madura *son, en general, aproximadamente verdaderas*.

A partir de estas tesis Boyd argumentó que:

— la práctica científica es como es porque *los científicos creen que B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub> son verdaderas*: por ello procuran incorporar a las nuevas teorías referentes y leyes de las teorías anteriores, ya que tienen elementos verdaderos en su Ontología y en su Nomología; y

— la estrategia de los científicos *tiene éxito porque B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub> son verdaderas*.

Es evidente que las tesis de Boyd no pueden sostenerse si el holismo semántico es válido. En este caso, los relativistas tendrían razón cuando dicen que el electrón de Lorentz —que verificaba el Electromagnetismo maxwelliano— es un ente distinto que el de Dirac, sujeto a la teoría cuántica de campos. La teoría de Lorentz, vista por los holistas semánticos de hoy, no acertaba en su Ontología y no se refería genuinamente a nada.

Pero como observa Putnam <sup>13</sup>, aunque no existe un ente que satisfaga exactamente la descripción de Lorentz del electrón o la de Rutherford-Bohr, hay *partículas que verifican aproximadamente esta descripción* (tienen, por ejemplo, la carga y la masa correctas) y *son responsables de los efectos* que Lorentz, Rutherford y Bohr explicaban en términos

de sus conceptos de electrón. Lo que Putnam llama «principio del beneficio de la duda» nos hace decir que esos tres físicos se referían a la misma cosa al hablar de «electrón».

Putnam está mezclando aquí, sin distinguirlas, dos Teorías de la Referencia en las teorías científicas, que son compatibles pero distintas y que, por ello, pueden sostenerse independientemente:

*(REF<sub>1</sub>) Teoría causal de la Referencia:*

Los referentes de las teorías científicas están determinados como *causas* de unos fenómenos dados, que son explicados cada vez mejor por las sucesivas teorías. Los fluidos eléctricos de Nollet o de Franklin, la ecuación de continuidad de la corriente de Maxwell, los electrones en movimiento de Lorentz, se referían todos a los mismos entes, determinados por ser las causas que están detrás de las atracciones y repulsiones de los cuerpos «electrizados», o detrás del desprendimiento de calor en un conductor recorrido por una corriente.

*(REF<sub>2</sub>) Teoría de la Referencia por descripción parcial invariante con el cambio de teoría:*

Algunas características de los entes postulados por las teorías del pasado que tuvieron algún éxito explicativo y predictivo, *se conservan en las teorías posteriores y mejores*, mientras que otras características son abandonadas. Estas características invariantes —a las que se puede atribuir el éxito parcial de las teorías del pasado— *son suficientes para identificar a los entes del mundo físico a que se refieren las teorías*, y para poder decir, por ejemplo, que el electrón de J. J. Thomson, el de Lorentz y el de Dirac son la misma cosa. Puede sostenerse, pues, que la Física madura va identificando correctamente los entes que componen el mundo y conociendo cada vez mejor sus propiedades.

Reconozco mi preferencia por REF<sub>2</sub> —si puede mostrarse que está apoyada por la Historia de la Ciencia—, respecto a la Teoría causal REF<sub>1</sub>, ya que:

a) *la noción de causalidad física dista mucho de estar aclarada* (y menos aún desde que se sabe que las teorías básicas son estadísticas) y su utilización complica excesivamente la Teoría de la Referencia;

b) *la identificación de unos mismos fenómenos, que serían causados por los mismos entes, sólo es clara si nos estamos refiriendo a fenómenos descriptibles en un lenguaje observacional, y ello nos devuelve a los problemas de la dicotomía observable/teórico.*

Por otra parte, el demostrar que REF<sub>2</sub> es adecuada constituye un programa de investigación interesante, abordado por Psillos en su análisis de la teoría del calórico<sup>14</sup>.

¿Cómo pueden rechazarse estas tesis?

Hay, en principio, dos maneras:

- i) manteniendo una Teoría holista del Significado;
- ii) negando que la Historia de la Ciencia muestre que se conservan algunos rasgos de los entes y de las leyes referentes a ellos a pesar del cambio de teorías.

Ya he dicho por qué creo que (i) no es aceptable. Trataré la cuestión (ii) en el apartado 3.3.

### 3.2. *La tesis de la subdeterminación de la teoría por la evidencia empírica*

#### 3.2.1. El empirismo constructivo de Van Fraassen

Una de las dificultades mayores para el realismo a lo largo del siglo ha sido la tesis de la subdeterminación de las teorías, establecida por Duhem en 1904, en uno de los análisis de Filosofía de la Ciencia más esclarecedores y trascendentales que se han hecho nunca.

Según la tesis de Duhem, las teorías no se confrontan aisladas con la evidencia empírica, sino que, para ser contrastadas, necesitan estar en conjunción con otras teorías, bien básicas o bien auxiliares, así como con enunciados de condiciones iniciales y de contorno. Llamaremos a un conjunto como éste, «conjunto teórico articulado», queriendo significar que en él las teorías básicas están complementadas o «articuladas» por las hipótesis auxiliares y las condiciones iniciales necesarias para que tengan consecuencias contrastables empíricamente.

Por tanto, en caso de choque entre una consecuencia de un conjunto teórico articulado y la evidencia empírica, sabremos que algo falla, pero no cuál es ese algo. Y entonces cabe pensar que hay un margen de elección amplio para retocar el conjunto teórico y hacerlo coincidir con los hechos. Esto implica que la teoría está subdeterminada por los hechos y, en algunas versiones exageradas —como la de Quine, de la que más tarde se retractó—, que una teoría siempre puede mantenerse frente a cualesquiera hechos.

Partiendo de esta posibilidad de que una pluralidad de teorías distintas concuerde con los hechos observables, Van Fraassen formuló una versión edulcorada del empirismo, que llamó «empirismo constructivo», cuyas afirmaciones centrales son:

EC1) *Hay una distinción epistemológica significativa entre lo observable y lo no observable.* Tenemos buenas razones para creer lo que la Ciencia nos dice sobre lo observable, pero no podemos ser otra

cosa que agnósticos respecto a las generalizaciones científicas sobre entes inobservables.

EC2) El objetivo de la Ciencia es desarrollar teorías empíricamente adecuadas, esto es, que predigan correctamente los hechos observados. Entre dos teorías empíricamente equivalentes (que predigan igualmente bien los hechos) no podemos elegir con justificación epistemológica, puesto que sólo los hechos empíricos cuentan a la hora de evaluar teorías (tesis empirista estricta). Cualquier criterio como la sencillez, la homogeneidad conceptual, o la amplitud en el dominio de aplicación, es meramente subjetivo o pragmático.

Si fuera cierto que siempre hay una pluralidad de teorías que explican los hechos y si nada más que la adecuación empírica cuenta, es evidente que el realismo no estaría justificado.

Putnam, en 1974, había lanzado un argumento, muy fuerte, en favor del realismo: el llamado *argumento del éxito no milagroso de la Ciencia o argumento del milagro*. Es este: «La hipótesis realista es la única que permite explicar por qué la Ciencia ha tenido éxito. Si la Ciencia no acertara en su Ontología y en las leyes que postula, en el sentido de que corresponden aproximadamente a la realidad física, el éxito de la Ciencia sería un milagro inexplicable».

Desde el enfoque empirista, se ha contestado a este argumento por Van Fraassen, Arthur Fine y Elliot Sober. Según Van Fraassen, hay una explicación del éxito de la Ciencia que no apela al realismo, y que guarda analogía con la selección natural darwiniana: como los científicos seleccionan las teorías que predicen bien los hechos, no tiene nada de extraño que las teorías que van pasando cada vez más tests empíricos, tengan cada vez más éxito predictivo. Fine, por su parte, considera que el argumento del milagro de Putnam no es válido para los empiristas, porque es un argumento abductivo en favor de la mejor explicación y los empiristas —que aceptan este tipo de argumentos cuando se refieren a propiedades de entes observables— no tienen por qué aceptarlos cuando se refieren a generalizaciones sobre entes no observables.

Elliot Sober ha discrepado de A. Fine, en cuanto a que un empirista pueda rechazar argumentos abductivos sobre inobservables, ya que toda generalización como:

«(Vx)» (x es una esmeralda implica que x es duro y verde) que, aparentemente, es sobre observables (esmeraldas y cosas duras y verdes), en realidad está cuantificada sobre *todos* los objetos del mundo, ya sean observables o *no observables*. Pero Sober critica el argumento del milagro no por ser un argumento abductivo, sino «por ser un argumento abductivo muy débil».

Según él, un argumento en favor de la mejor explicación debe comparar siempre las explicaciones disponibles y, en este caso, tenemos dos:

Explicación realista (I): «La teoría T tiene éxito empírico porque es verdadera».

Explicación realista (II): «La teoría T tiene éxito empírico porque es empíricamente adecuada, aunque sea falsa».

Junto a estas explicaciones, tenemos el hecho:

(O): «La teoría T predice bien». Aplicando el teorema de Bayes:

$$\Pr(I/O) = \Pr(I) \times \frac{\Pr(O/I)}{\Pr(O)}$$

$$\Pr(II/O) = \Pr(II) \times \frac{\Pr(O/II)}{\Pr(O)} \quad (A)$$

Y, puesto que tanto (I) como (II) implican (O), será

$$\Pr(O/I) = 1, \Pr(O/II) = 1 \quad (B)$$

y resultará que:

$$\Pr(I/O) > \Pr(II/O)$$

sólo será verdadera si

$$\Pr(I) > \Pr(II) \quad (C)$$

esto es, si la probabilidad *a priori* de la hipótesis realista (I) es mayor que la probabilidad *a priori* de la hipótesis empirista (II).

Concluye Sober que, además de que no tenemos base para afirmar (C), si lo hiciéramos, el argumento de Putnam, que pretendía ser a posteriori, se convertiría en un argumento a priori.

### 3.2.2. Crítica de las tesis empiristas y de sus objeciones al realismo

#### 1) *Sobre la distinción entre observable y no observable (o teórico)*

Van Fraassen ha resucitado esta distinción, cuya puesta en duda fundamental fue una de las causas del abandono del empirismo lógico a partir de los años sesenta. Allan Musgrave, en *Realism Versus Contrastive Empiricism* (1985), hizo una crítica muy profunda del uso de esta distinción por Van Fraassen:

a) da una importancia epistemológica excesiva e injustificada por la Física a los sentidos humanos;

b) no está justificado preferir toda inferencia relativa a observables a toda inferencia relativa a inobservables: es más seguro que los electrones producen los efectos eléctricos que, por ejemplo, el que hubiera una conspiración para asesinar a J. F. Kennedy;

c) Van Fraassen es incoherente al basarse en la Física para decidir que algo es inobservable para los humanos, pues con ello acepta como verdadera una afirmación de la teoría física sobre inobservables, tal como: «los sentidos humanos no pueden percibir ondas gravitacionales».

Añadiré, por mi parte, que Van Fraassen acepta, por ejemplo, que los satélites de Júpiter son observables y que lo que la Astronomía dice sobre ellos es verdadero, no porque los veamos a través del telescopio (ya que para él «observable» quiere decir «observable a simple vista, sin instrumentos») sino porque, como son macroscópicos, un astronauta que pasara cerca podría verlos a simple vista.

Esto pone en evidencia lo arbitrario y paradójico de la distinción O/T de Van Fraassen:

— cuando vemos objetos a través del telescopio, si son de dimensiones comparables a las del cuerpo humano, podemos creer verdadero lo que la Física dice de ellos;

— si fuéramos aumentando de tamaño el telescopio y llegásemos a ver bacterias en los satélites de Júpiter, no podríamos creer en ellas, porque un astronauta cercano no podría verlas a simple vista, *¡pese a que las leyes de la Física del telescopio que explican las imágenes que con él se obtienen son las mismas en un caso que en otro!*

2) *Sobre la existencia de una pluralidad de teorías empíricamente equivalentes, pero ontológicamente distintas.*

Si no hay una distinción observable/no observable tajante y justificada, y aceptamos lo que nos dice la Física sobre que nuestros ojos y nuestros oídos obedecen las mismas leyes que los telescopios y los microscopios ópticos, el radar, el microscopio electrónico, etc., no es posible creer que hay una diferencia *esencial o de principio* entre los entes observables a simple vista y las partículas detectadas o «vistas» a través del detector de un acelerador del CERN, o los genes y bacterias que «vemos» a través del microscopio. Se puede sostener que lo que vemos con instrumentos es menos seguro que lo que vemos sin ellos, porque se infiere más indirectamente o, por el contrario, sostener como Musgrave, que es más seguro en muchos casos, pero estaremos ante una *diferencia de grado y no de naturaleza*. Si ello es así, entonces el progreso de la experimentación tiene que ir forzosamente detectando los entes que constituyen el universo y *no es posible que convivan*

*establemente teorías empíricamente adecuadas y con Ontologías contradictorias. Mejores instrumentos desharán el empate.*

Además del razonamiento anterior, *la Historia de la Ciencia no muestra que dispongamos establemente de teorías básicas con Ontologías y leyes diferentes y que resulten igualmente adecuadas desde el punto de vista empírico.* La subdeterminación de las teorías por los hechos es un mito, sin realidad histórica.

Hace treinta años ha surgido un caso interesante: una Mecánica cuántica de variables ocultas propuesta por David Bohm, que parece poder mantenerse como una alternativa ontológicamente diferente, pero empíricamente equivalente, a la Mecánica cuántica ortodoxa de la Escuela de Copenhague.

La teoría de Bohm está todavía comenzando su desarrollo. Propongo una apuesta: *si las dos teorías son tan ontológicamente dispares como parecen, acabarán descubriéndose consecuencias observables de una contradictorias con las de la otra.* Es lo que hacen entrever experimentos como el de Aspect, Grangier y Dalibard, que inauguraron lo que se ha llamado justamente «Metafísica experimental»: experimentos capaces de refutar Ontologías.

3) *Sobre las críticas empiristas al argumento del milagro de Putnam*

En mi opinión, el argumento de Van Fraassen contra Putnam es semejante a las caricaturas tautológicas de la teoría de Darwin, que dicen:

«Sobreviven los más aptos»  
y «los más aptos son los que sobreviven»

sin tomarse el trabajo de explicar por qué, por ejemplo, en el contexto del Mesozoico los dinosaurios estaban mejor adaptados que los mamíferos, pero en el entorno de la transición al Cenozoico, ocurría lo contrario.

Es también semejante a los casos de pseudo-explicación que parecen cumplir el modelo nomológico-deductivo, tales como:

«Esta manzana es roja porque la he cogido de una  
cesta donde sólo se habían puesto manzanas rojas»

Pero esta explicación es espuria, porque no es causal. Una verdadera explicación de por qué una manzana determinada es roja exige hablar de pigmentos, semillas, entornos ecológicos, etc.

Por ello el contraargumento de Sober —que tiene razón al reconocer como válidos e inevitables en la práctica científica las abducciones sobre inobservables— encierra, sin embargo, una utilización del modelo

nomológico-deductivo del concepto de explicación como si fuera una condición necesaria y suficiente para que (II) —que implica a (O)— fuera una explicación de (O). Que (II) implique a (O) es una condición necesaria, pero no suficiente para que (II) sea una explicación de (O) comparable a (I).

### 3.3. *La «inducción pesimista» de Laudan contra el argumento del éxito no milagroso de la Ciencia de Putnam*

Ya he señalado cómo fue atacado el argumento del milagro de Putnam por Van Fraassen, A. Fine y E. Sober y qué contrarréplicas pueden hacerse a estos ataques. Una objeción de naturaleza diferente —muy importante— fue la «inducción pesimista» de Laudan<sup>15</sup>, en realidad una metainducción basada en la Historia de las teorías científicas.

El realismo de Boyd<sup>16</sup> —y quizá de Putnam, en 1984<sup>17</sup>— sostiene que, en su fase de madurez, las teorías sucesivas van acertando cada vez más en su Ontología y en sus generalizaciones nomológicas: cada vez describen mejor las propiedades y las interacciones de los entes del mundo físico. Por ello, hay convergencia en el sentido de que las propiedades y leyes de una teoría  $T_n$  preservan alguna parte de la Ontología y de las leyes las teorías anteriores  $T_1, T_2, \dots, T_{n-1}$ .

El jaque de Laudan al realismo convergente y al argumento del milagro consiste en negar que esta convergencia y preservación de elementos se haya dado históricamente, y en negar que pueda servir para explicar el éxito de la Ciencia. Según Laudan:

$L_1$ ) *Teorías con Ontologías acertadas* (según nuestro criterio actual) *n o fueron exitosas desde el punto de vista predictivo*. Es el caso de la:

- teoría atómica del siglo XVIII (anterior a Dalton); y la
- hipótesis de Prout (todos los átomos están compuestos de hidrógeno).

$L_2$ ) *Teorías con Ontología equivocadas fueron éxitos, desde el punto de vista predictivo*:

- teoría del flogisto
- teoría del calórico
- teorías del éter luminífero

$L_3$ ) *Teorías con leyes equivocadas tuvieron éxito para la predicción empírica*: es el caso de las citadas en  $L_2$ , cuyas leyes eran equivocadas, puesto que se referían a entes inexistentes (flogisto, calórico, éter, ...).



Por tanto, (L<sub>1</sub>), (L<sub>2</sub>), y (L<sub>3</sub>) demuestran:

L<sub>4</sub>) Que una teoría tenga una Ontología acertada o unas leyes aproximadamente válidas no implica que tenga éxito predictivo, ni a la inversa: *el acierto ontológico y nomológico no es una condición ni necesaria ni suficiente para la adecuación empírica y el éxito predictivo. Por tanto, la hipótesis realista de la convergencia o aproximación a la verdad no puede ser una explicación del éxito de la Ciencia.* En la formulación bayesiana de Sober, podríamos decir que es falso que  $\Pr(O/I) = 1$ .

Además, Laudan sostiene que:

L<sub>5</sub>) *Los realistas no han sido capaces de definir un concepto de aproximación a la verdad o verosimilitud que haya podido sobrevivir a la crítica y que sea suficientemente precisa como para fundamentar que una teoría aproximadamente verdadera implique el éxito predictivo (que una teoría verdadera lo implica es obvio).*

*Contraataque a Laudan*

1) Contrariamente a (L<sub>1</sub>) – (L<sub>5</sub>), dice Psillos<sup>18</sup>:

«Si los componentes teóricos que fueron responsables del éxito de las teorías pasadas han sido retenidos en las teorías subsiguientes, entonces esto da una razón para ser optimista respecto a su aproximación a la verdad. (...) Los realistas pueden seguir a Kitcher (1993) y decir que la mejor manera de defender el realismo es utilizar la generación de elementos estables e invariantes en la evolución de la imagen científica —del mundo—».

En este sentido no es muy difícil señalar elementos correctos en la caracterización de los entes de teorías superadas, que han sido preservados por las teorías posteriores:

- i) en la *teoría del calórico* se suponía:
  - a) que éste era un fluido que se *conservaba*; y
  - b) que se *transmitía de un cuerpo caliente a otro frío*.
 Este concepto de calor ha sido sustituido por:
  - a') el calor es un forma de energía —agitación de las partículas— y, por tanto, entra en una *ley de conservación* más general; y
  - b') la energía cinética de las partículas se *transmite de un cuerpo caliente a otro frío* (por conducción o por convección).
- ii) el *éter óptico* era un medio:
  - a) *imponderable*, pero rígido; y
  - b) *capaz de vibrar u oscilar y de propagar ondulatoriamente esa vibración transversal* según la *ecuación de ondas de D'Alembert*; y ha sido sustituido por un ente que es:
    - a') un *campo electromagnético sin sustrato material* en el vacío;

b') capaz de *oscilar y de propagar ondas transversales, según la ecuación de D'Alembert*. Etc.

2) Laudan niega la permanencia de entes estables con el cambio teórico porque *utiliza el (rechazable) holismo semántico de los relativistas*, en vez de una Teoría de la Referencia por descripción parcial.

3) *Muchos de los rasgos ontológicos desechados de teorías antiguas no eran realmente utilizados o necesarios en la deducción o inferencia de las regularidades científicas que se han conservado*: la actitud de los científicos respecto a ellos era meramente especulativa y su compromiso ontológico con ellos era débil.

Así el *calórico* no era necesario para el segundo principio de la Termodinámica y Sadi Carnot, que había utilizado heurísticamente la analogía calórico/fluido para enunciar el principio, lo había abandonado poco antes de su prematura muerte.

En el caso del *éter luminífero*, no se postulaban las propiedades de un medio mecánico y se deducían de ellas las leyes de la Óptica ondulatoria sino que, a la inversa, partiendo de éstas, los físicos se devanaban los sesos para imaginar qué ente podría sustentar las leyes. Lo esencial era que existiese algo que pudiera vibrar y propagar vibraciones transversales. Lo demás eran hipótesis de trabajo, cuyas propiedades contradictorias (medio imponderable, pero enormemente rígido) impedían un compromiso ontológico serio con ellos.

#### 4. Conclusiones

Como conclusión, diré que me parece que el realismo puede haber ganado el debate, no por K.O., sino por puntos, como debe ser en una *controversia* intelectual profunda. Las tesis relativistas, que pretendían estar basadas rigurosamente en la Historia de la Ciencia, no han encontrado ejemplos históricos auténticos de inconmensurabilidad, ni de «pérdidas kuhnianas» reales y duraderas. Estas concepciones sólo pueden derivarse de una Teoría holista del Significado, extraña por completo a la práctica viva de la Ciencia, y auténtica trampa que la Filosofía de la Ciencia se tendió a sí misma sin que los científicos hayan percibido nunca un problema de este tipo. Con el tiempo, el programa de Kuhn ha tenido que ir retrocediendo en sus tesis fuertes de 1962, negadoras del progreso científico objetivo, para convertirse en un programa de investigación «degenerativo», en el que Kuhn y sus discípulos no aportan nuevos ejemplos que iluminen la Historia de la Ciencia, sino que se dedican a explicarse a sí mismos y a decir

que sus oponentes les han malentendido y a inventar nuevas terminologías. Sin embargo, debe reconocérseles el efecto estimulante de su reto, así como el haber atraído la atención sobre la Historia y la dinámica de las teorías y, sobre todo, un útil trabajo de limpieza, al haber reducido al absurdo la Teoría holista del Significado —trasladada inconvenientemente de las Matemáticas y del logicismo a la Ciencia Natural—, que parecía razonable *prima facie* (Newton-Smith).

Por el lado de las nuevas versiones del empirismo y del instrumentalismo, si bien se ha abandonado el intento de eliminar los términos teóricos —sin explicar por qué son imprescindibles—, se sigue manteniendo la tesis holista del significado, en claro retroceso respecto al último Carnap (según el cual los términos teóricos adquieren una interpretación parcial mediante las reglas de correspondencia). Pero lo que debilita aún más básicamente una Filosofía como la de Van Fraassen es que se funda en una distinción epistemológica tajante entre lo observable y lo no observable, lo cual da una importancia pre-copernicana a los órganos sensoriales humanos, no justificada por la Física. Esta dicotomía tajante que ya había sido desechada con el ocaso del empirismo lógico, hace que Van Fraassen acepte arbitrariamente unas generalizaciones científicas (sobre «observables») y no otras (sobre entes «teóricos»). Por otra parte, la tesis de la subdeterminación de las teorías por la experiencia, además de exigir la distinción radical —que me parece rechazable— entre lo observable y lo no observable, es históricamente insostenible. No hemos visto en la Historia de la Ciencia que compitan por largo tiempo teorías empíricamente equivalentes, ni que tengamos en todo momento teorías distintas que predigan los hechos igualmente bien y entre las que podamos elegir según nuestras preferencias metafísicas.

Frente a estas debilidades —que creo letales— de los antirrealismos, pienso que el realismo científico se ha fortalecido con el debate. Gracias a Putnam, Boyd, Niiniluoto, Newton-Smith, Kitcher, Krajewski y Psillos, se ha encontrado una Teoría sostenible de la Referencia por descripción parcial y un concepto de aproximación a la verdad basado en el principio de correspondencia que usan los físicos y en la preservación parcial de elementos ontológicos y nomológicos, observada en el cambio histórico de teorías fundamentales.

En segundo lugar, el argumento de Putnam que considera que la tesis realista es la única que explica el éxito de la Ciencia, ha resistido los esfuerzos de demolición de A. Fine, E. Sober y otros. Como observa Boyd, un argumento abductivo válido en favor de una hipótesis que explica un hecho empírico-histórico, es semejante a las inferencias que

se practican habitualmente por los científicos. Aceptar éstas y rechazar el argumento abductivo del milagro, como hace Van Fraassen, es arbitrario y sin justificación, salvo rechazando a priori toda generalización sobre el mundo, es decir, desde el empirismo radical (solipsismo del momento). Pero nadie cree verdaderamente en él.

Otro argumento de Putnam<sup>19</sup> me parece, también, muy sólido. Es el llamado «argumento conjuntivo». Si las teorías científicas  $T_1, T_2, \dots, T_n$  son sólo empíricamente adecuadas, pero no verdaderas, no hay justificación para afirmar una conjunción  $T_1 \wedge T_2 \wedge \dots \wedge T_n$  de ellas —como hacen habitualmente los científicos—, ya que la adecuación empírica no goza de las propiedades lógicas de la verdad. Es sabido que Van Fraassen trató de escapar de este argumento antiempirista con las jugadas desesperadas de o bien negar que los científicos usan conjunciones de teorías, o bien afirmar que el empirismo constructivo es una interpretación sólo aplicable a la última y definitiva Teoría de Todo.

En mis argumentos y ejemplos sólo he considerado la Ciencia Física, por una parte, porque soy partidario de un reduccionismo fiscalista —en la base de los fenómenos del Universo que nos rodea no hay otra cosa que procesos físicos—, y, por otra parte, porque es la Ciencia más madura y exitosa de todas. Si para la Física fueran falsas las tesis realistas, con mayor razón lo serán para las otras Ciencias Naturales. Y si esas tesis son válidas para la Física, estoy convencido de que lo son también, con mayor razón, para la Cosmología, la Química y la Biología.

## Notas

<sup>1</sup> KUKLA, A. (1995), p. 433.

<sup>2</sup> En LAKATOS, I. y MUSGRAVE, A. (eds), (1970): *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 187-188.

<sup>3</sup> SHAPERE, D. (1966).

<sup>4</sup> Aunque hay que recalcar que este progreso no es ya relativo al paradigma pero sí al «entorno en que se aplica», Kuhn parece echar mano aquí a una analogía con la evolución biológica, en la que no existe progreso general sino sólo local (relativo a un entorno o nicho ecológico). Pero el «entorno» a que se aplica la Ciencia es siempre el mismo: el Universo.

<sup>5</sup> NEWTON-SMITH, W. H. (1981).

<sup>6</sup> NEWTON-SMITH, W. H. (1981), p. 117.

<sup>7</sup> Véase la lista de problemas que tuvo que ser resuelta para que se desechara la teoría geocéntrica en FINOCCHIARO, M. A. (1989), pp. 17-24, así como el lento proceso

mental de Galileo —todo lo contrario a una conversión súbita—, en William A. WALLACE, (1984).

<sup>8</sup> KUHN, T. S. (1962), pp. 257-258. Adujo varios ejemplos, KUHN, T. S. (1962), pp. 230-231.

<sup>9</sup> LAUDAN, L. (1996), p. 10.

<sup>10</sup> LAUDAN, L. (1977), p. 29.

<sup>11</sup> GRÜNBAUM, A. (1976).

<sup>12</sup> POPPER, K. R. (1972), pp. 52-53.

<sup>13</sup> PUTNAM, H. en LEPLIN, J. (1984), p. 145.

<sup>14</sup> PSILLOS, S. (1994).

<sup>15</sup> LAUDAN, L. (1981).

<sup>16</sup> BOYD, R. (1984): «The Current Status of the Realism Debate», en LEPLIN, J. (1984).

<sup>17</sup> PUTNAM, H. (1984): «What Is Realism?».

<sup>18</sup> PSILLOS, S. (1996), «Scientific Realism and Pessimistic Induction», p. S 308.

<sup>19</sup> PUTNAM, H. (1975).

### Bibliografía citada

CHURCHLAND, P. M. y HOOKER, C. A. (eds), (1985): *Images of Science*. University of Chicago Press, Chicago.

BOYD, R. N. (1984): «The Current Status of Scientific Realism», en LEPLIN, J. (ed): *Scientific Realism*. University of California Press, Berkeley.

DUHEM, P. (1906): *L'Object et la Structure de la Théorie Physique*. Vrin, París.

FINE, A. (1984): «The Natural Ontological Attitude», en LEPLIN, J. (ed): *Scientific Realism*. University of California Press, Berkeley.

FINOCCHIARO, M. A. (1989): *The Galileo Affair*. University of California Press, Berkeley.

GRÜNBAUM, A. (1976): «Can A Theory Answer More Questions Than One Of Its Rivals?», *British Journal for the Philosophy of Science*, v 27, n. 1, pp. 1-23.

KITCHER, P. (1993): *The Advancement of Science*. Oxford University Press, Oxford.

KUKLA, D. (1995): «The Two Antirealisms of Bas Van Fraassen», *Studies of History and Philosophy of Science*, Septiembre, 1995.

KRAJEWSKI, W. (1977): *Correspondence Principle and Growth of Science*. Reidel, Dordrecht.

KUHN, Th. S. (1962): *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press, Chicago (citas de la edición española del Fondo de Cultura Económica, México, 1975).

LAKATOS, I. y MUSGRAVE, A. (eds.), (1970): *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press, Cambridge.

LAUDAN, L. (1977): *Progress and Its Problems*. University of California Press, Berkeley.

LAUDAN, L. (1981): «A Confutation of Convergent Realism», *Philosophy of Science*, v. 48, (1981), pp. 19-49.

LAUDAN, L. (1996): *Beyond Positivism and Relativism*. Westview Press, Boulder (Co.).

LEPLIN, J. (ed.), (1984): *Scientific Realism*. University of California Press, Berkeley.

NEWTON-SMITH, W. H. (1981): *The Rationality of Science*. Routledge, Londres.

NIINILUOTO, I. (1984): *Is Science Progressive?* Reidel, Dordrecht.

- NINILUOTO, I. (1987): *Truthlikeness*. Reidel, Dordrecht.
- PAPINEAU, D. (1996): *The Philosophy of Science*. Oxford University Press, Oxford.
- POPPER, K. (1972): *Objective Knowledge*. Clarendon Press, Oxford.
- PUTNAM, H. (1975): *Mind, Language and Reality, Philosophical Papers, vol 2*. Cambridge University Press, Cambridge.
- PUTNAM, H. (1984): «What Is Realism?», en LEPLIN, J. (ed.): *Scientific Realism*. University of California Press, Berkeley.
- PSILLOS, S. (1994): «A Philosophical Study of the Transition from the Caloric Theory of Heat to Thermodynamics», *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 25, n. 2.
- PSILLOS, S. (1996): «Scientific Realism and the 'Pessimistic Induction'», *Philosophy of Science*, Sup. vol. 63, n. 3, pp. 306-314.
- SHAPERE, D. (1966): «Meaning and Scientific Change», en COLODNY, R. G. (ed): *Mind and Cosmos*. University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1966, pp. 41-85.
- SOBER, E. (1994): *From a Biological Point of View*. Cambridge University Press, Cambridge.
- TICHY, P. (1974): «On Popper Definitions of Verisimilitude», *British Journal for the Philosophy of Science*, v 25, pp. 155-160.
- VAN FRAASSEN, B. (1980): *The Scientific Image*. Clarendon Press, Oxford.
- VAN FRAASSEN, B. (1985): «Empiricism in the Philosophy of Science», en CHURCHLAND, P. M. y HOOKER, C. A. (eds): *Images of Science*. University of Chicago Press, Chicago.
- VAN FRAASSEN, B. (1989): *Laws and Symmetry*. Clarendon Press, Oxford.
- WALLACE, W. A. (1984): *Galileo and His Sources*. Princeton University Press, Princeton.