

# E. Mach y P. Duhem: El significado filosófico de la historia de la ciencia

Mariano Artigas

Publicado en *Física y religión en perspectiva*. Rialp 1991, pp. 99-119.

Ernst Mach (1838-1916) y Pierre Duhem (1861-1916) pueden ser considerados como figuras paralelas. Ambos vivieron en la misma época, murieron en el mismo año, fueron físicos destacados, realizaron investigaciones acerca de la historia de la ciencia, y relacionaron esos trabajos con sus ideas sobre la filosofía de la ciencia. Por si esto no bastara, ambos afirmaron que las teorías científicas no son ni verdaderas ni falsas. No puede extrañar, por tanto, que sus nombres se encuentren habitualmente asociados en la literatura epistemológica y que sean presentados como destacados representantes del convencionalismo.

Sin embargo, existen importantes diferencias entre ellos. Las ideas de Mach se encuentran estrechamente relacionadas con una perspectiva evolucionista y empirista, donde la ciencia representa una herramienta útil para la supervivencia y no hay lugar para la metafísica; la influencia de Mach se prolongó, de modo natural, en el neopositivismo del Círculo de Viena. Por el contrario, Duhem armonizó su epistemología con una perspectiva filosófica realista, destacó en sus investigaciones históricas la importancia del cristianismo en el nacimiento de la ciencia moderna, y afirmó la coherencia entre la ciencia, la filosofía y el cristianismo.

Mach es uno de los principales autores empiristas de todas las épocas. Desde el comienzo de su carrera como físico, su interés estuvo polarizado en torno a los problemas psico-físicos, que consideraba fundamentales para determinar el valor del conocimiento en general y de la ciencia en particular. Después de haber trabajado en Viena en su primera época (1860-1864), en Graz durante 3 años (1864-1867) y en Praga durante 28 años (1867-1895), en 1895 volvió a Viena para ocupar una cátedra de filosofía, con el título de profesor de historia y teoría de las ciencias inductivas, cargo del que se retiró en 1901. Su influencia se dejó sentir hasta que apareció en el mismo escenario Moritz Schlick, promotor del Círculo de Viena, quien dio un fuerte impulso a la moderna filosofía de la ciencia en una dirección netamente empirista y anti-metafísica. La Asociación Ernst Mach sirvió como plataforma para la constitución del Círculo, cuyas ideas se inspiraron en las de Mach.

El Círculo de Viena consideró como una de sus principales tareas la reconstrucción de la ciencia según los patrones empiristas; o sea, las ideas científicas deberían limitarse a expresar las informaciones procedentes de la experiencia sensible. Sobre esa base, el Círculo declaró que carecían de sentido todas las proposiciones que no pudiesen ser formuladas y verificadas de acuerdo con las exigencias empiristas. Como es bien sabido, este criterio de significación fue objeto de numerosas críticas y, a pesar de ser sometido a sucesivas reelaboraciones, nunca llegó a ser formulado de modo aceptable. Las tesis anti-metafísicas del Círculo quedaban, en tales circunstancias, privadas de base.

Puede sorprender a primera vista que la trayectoria de estas ideas pueda tener algún punto de comunicación con Duhem, bien conocido por sus ideas católicas. Sin embargo, fue el propio Mach quien subrayó su afinidad con la epistemología de Duhem. Y lo hizo con palabras inequívocas, expresadas en circunstancias muy significativas. El libro *La teoría física*, donde Duhem expuso sus principales ideas epistemológicas, se publicó en alemán en 1908 con un prefacio de Mach, lo cual contribuyó no poco a marcar a Duhem con el calificativo de positivista. Además, Mach ya se había referido al libro de Duhem en una de sus propias obras.

Encontramos esas referencias en el prólogo a la segunda edición de (Mach [1905], XXXV-XXXVI). La primera edición, de 1905, se agotó rápidamente. En 1906 apareció una segunda edición casi idéntica a la primera. En el prólogo, Mach señala que ha añadido algunas referencias, en forma de notas, a obras que tienen relación con la suya y que se han publicado al mismo tiempo o poco después. Tras mencionar brevemente dos de ellas, dedica el resto del prólogo, que constituye casi la mitad del mismo, al libro de Duhem, publicado en ese mismo año. Dice de él que su lectura le ha proporcionado gran placer; que no esperaba encontrar tan pronto un acuerdo tan amplio con ningún físico; que valora especialmente el acuerdo con Duhem, porque ambos han llegado a las mismas conclusiones por caminos independientes; y añade que Duhem arroja nueva luz sobre las relaciones entre el conocimiento ordinario y el científico, por lo cual recomienda la obra de Duhem como un complemento e iluminación de su propio libro.

¿Cuáles son las coincidencias que tan gratamente sorprendieron a Mach? En ese prólogo menciona las siguientes: Duhem rechaza cualquier interpretación metafísica de los problemas de la física; considera que el objetivo de la física es determinar los hechos de modo conceptualmente económico; y afirma que el método genético e histórico de presentar las teorías físicas es el único correcto y el más efectivo desde el punto de vista pedagógico. Mach añade a continuación que él ha sostenido esas mismas ideas durante los 30 años precedentes.

Si dejamos el prólogo y examinamos las notas sobre Duhem, añadidas por Mach en esa segunda edición de *Conocimiento y Error*, encontramos que no arrojan mucha luz sobre las coincidencias entre los dos físicos. Se trata de ocho notas. En dos de ellas, Mach señala diferencias de opinión con respecto a Duhem (Mach [1905], 133 y 329). Otras cuatro se refieren a cuestiones más bien secundarias (Mach [1905], 146, 202, 224 y 362). Sólo quedan dos que, además de señalar coincidencias de Mach con Duhem, se refieren a temas importantes. En la primera de ellas (Mach [1905], 161), se afirma que un experimento sin teoría sería ininteligible. Y la segunda (Mach [1905], 184) se refiere a la famosa tesis de Duhem según la cual un experimento crucial no puede ser incompatible con hipótesis aisladas, y sólo puede contradecir a todo un conjunto de hipótesis.

Si unimos estas dos últimas observaciones con las razones expuestas en el prólogo, podemos concluir que la simpatía de Mach hacia las ideas de Duhem se refiere a cuestiones particulares que, si bien tienen su importancia, poco afectan a la imagen global de la ciencia y al marco en el que se encuadra. Para Mach, la ciencia cumple una función meramente pragmática dentro de una perspectiva biológica, y Mach es tan hostil a la metafísica dentro de la ciencia como a la metafísica en general. Por el contrario, Duhem afirma que el progreso de la ciencia tiene como resultado que ésta se aproxime cada vez más a un orden natural realmente existente, y es un decidido

partidario de las dimensiones espirituales que sobrepasan el ámbito de lo biológico e incluso de la naturaleza en su conjunto.

Aunque también existen diferencias muy notables en los aspectos metodológicos y en sus consecuencias, las diferencias entre Mach y Duhem afectan a cuestiones básicas. Duhem fundamenta su epistemología sobre el análisis lógico de las teorías de la física, y contempla la perspectiva científica como un aspecto de la racionalidad humana, que en modo alguno se agota en la ciencia. En cambio, Mach afronta el problema de la validez del conocimiento de acuerdo con un psicologismo en el cual las sensaciones constituyen el último punto de referencia, y critica como ilusoria toda pretensión de conocimiento que no responda a sus cánones empiristas.

Las divergencias entre Mach y Duhem por lo que respecta a la historia de la ciencia y a su significación no son menos llamativas. Desde luego, ambos pretenden confirmar sus ideas apelando a la historia, y se encuentran en sus obras constantes referencias a ejemplos históricos concretos. Y no puede negarse que, respecto a cuestiones metodológicas, existen no pocas coincidencias. Sin embargo, Mach ve la historia como ejemplificada por el comportamiento de los principales científicos, atribuyendo a ese comportamiento un carácter paradigmático, mientras que Duhem realizó sus principales investigaciones históricas en un sentido muy diferente.

En efecto, las investigaciones acerca de los orígenes de la física llevaron a Duhem cada vez más atrás en el tiempo. Y cuando comenzó a descubrir materiales medievales inéditos, se zambulló en aquel mundo nuevo e inexplorado. El cliché estereotipado presentaba la Edad Media como una época oscurantista que, a lo más, y tal como opinaba Mach, pudo estimular tímidamente a la ciencia a través del estudio de sutilezas lógicas, que, sin embargo, se aplicaban a problemas carentes de sentido. Duhem descubrió una realidad completamente diferente. Su trabajo personal con los manuscritos medievales le llevó al convencimiento de que la Edad Media, especialmente en la Universidad de París pero también en otros centros intelectuales, fue una época en la que paulatinamente se fueron desarrollando los conceptos que permitieron el nacimiento sistemático de la ciencia moderna en el siglo XVII.

Las tesis históricas de Duhem constituyen materia de debates que, en ocasiones, llegan a ser apasionados y polémicos. Por ejemplo, afirmar con Duhem que el 7 de marzo de 1277 fue la fecha fundacional de la ciencia moderna, puede fácilmente ser objeto de discusión. Sin embargo, es indudable que la historiografía de la ciencia medieval, muy desarrollada en las décadas posteriores a Duhem, tiene en él su punto básico de arranque.

Igualmente indudable es que las conclusiones históricas de Mach y Duhem presentan algunas coincidencias que, sin embargo, comparadas con sus discrepancias, son más bien superficiales. La perspectiva instrumentalista tiene un alcance muy diferente en los dos autores. Según el instrumentalismo de Mach, la ciencia tiene una función de adaptación biológica en la que no hay lugar para reflexiones acerca de la verdad en sentido fuerte. En cambio, la epistemología de Duhem sólo es instrumentalista, y no digamos positivista, en un sentido muy especial.

Lo que Duhem subraya es que el análisis lógico de las teorías de la física no permite establecer que esas teorías tengan por sí mismas un alcance realista. Mach se encuentra

de acuerdo en la conclusión, y parece entusiasmarse con su aparente aire anti-metafísico. Pero, propiamente hablando, allí no hay nada anti-metafísico. La idea de Duhem es importante y válida, y además es perfectamente compatible con una actitud metafísica. Más aún, esa compatibilidad constituye una parte esencial de las ideas de Duhem. Y que nada hay de anti-metafísico en Duhem, también en el plano epistemológico, es patente cuando se considera su afirmación, poco desarrollada pero inequívoca, de que existe una gradual aproximación de la ciencia al orden natural real.

La epistemología, según Mach, al igual que la ciencia, sólo podría ser una descripción, y no propiamente una explicación. Sin embargo, al llegar a este punto parece inevitable toparse con algunas contradicciones. En efecto, lo que Mach niega por una parte, lo afirma por otra. Propone una explicación que viene disfrazada de descripción. Su epistemología, para ser fiel a sus propios preceptos, debería reflejar la conducta real de los científicos. Sin embargo, más bien parece suceder lo contrario.

Que la epistemología de Mach se encuentre en contradicción con el progreso científico real es un tema debatido. Difícilmente se podrá dar por concluido de modo definitivo ese debate, si se tiene en cuenta que el propio Einstein afirmó expresamente ser deudor intelectual de Mach, y que la interpretación ortodoxa de la mecánica cuántica con frecuencia se ha presentado como afín a una filosofía fenomenista o, cuando menos, ha utilizado expresiones que parecen situarse en esa dirección.

Por otra parte, los partidarios de Mach se ven obligados a justificar por qué se opuso a la teoría atómica, y parece difícil que lleguen a hacer compatible el fenomenismo de Mach con la dosis mínima del realismo que parece necesario adjudicar a las entidades subatómicas, que han proliferado extraordinariamente desde hace bastantes décadas. Incluso han de explicar la oposición de Mach a la teoría de la relatividad, de la cual presuntamente sería un precursor.

Las hipótesis sobre átomos y moléculas eran consideradas por Mach como ayudas intelectuales que podían tener un cierto valor para conseguir objetivos concretos, y que no deberían despreciarse en su función de economía del pensamiento; pero comparaba su valor realista con el de los símbolos del álgebra, y añadía que no podemos esperar de ellas más de lo que nosotros mismos ponemos en ellas, y ciertamente, no más de lo que podemos conseguir mediante la experiencia (Mach [1886], 311).

Es posible defender la actitud de Mach ante la teoría atómica distinguiendo las diferentes formulaciones e implicaciones de esa teoría durante el siglo XIX (Brush [1968]), y subrayando que la teoría fue aumentando en progresividad, poder explicativo y contrastabilidad, de manera que los científicos fueron convenciéndose de la realidad de los átomos (Gardner [1979]). Ciertamente, Mach no fue el único científico de la época que mostró recelos ante esa teoría. Pero, incluso en ese caso, parece forzoso admitir que, para Mach, la irrealidad de los átomos o de cualquier otra entidad que no estuviera sujeta a la observación sensible era un axioma básico (Brush [1968], 210). Esto es, sin duda, compatible con la admisión de la teoría atómica como una hipótesis de trabajo. Sin embargo, no es suficiente para presentar a Mach en la línea del desarrollo posterior de la física, y menos aún como precursor de ese desarrollo.

No faltan estudiosos que sugieren que la oposición de Mach a los átomos y a la teoría cinética de Boltzmann es justificable científicamente (Clark [1976]; Gardner [1979];

Feyerabend [1980]). Otros sostienen lo contrario. En este contexto, Blackmore afirma: "es comprensible que a los filósofos les cueste admitir que el progreso científico pueda chocar en su camino con ideas filosóficas, supuestos previos o prejuicios, pero a veces la evidencia es demasiado fuerte como para ser fácilmente contra-argumentada o dejada de lado", y concluye que "la oposición de Mach tanto a la realidad de los átomos como a la teoría cinética de los gases de Boltzmann era filosófica, y ni siquiera iba acompañada por una argumentación científica seria contra ninguna de las dos" (Blackmore [1985], 299 y 303-304).

Por su parte, Capek afirma que "Mach estaba convencido de que el proceso de ajuste de las funciones cognitivas humanas estaba básicamente completado y que, aparte de modificaciones de poca monta, no hacía falta ninguna revisión básica de la imagen de la realidad del siglo XIX", añadiendo que, por este motivo, Mach se opuso a la teoría de la relatividad, ya que no sospechaba la enorme ampliación del ámbito de nuestra experiencia y la consiguiente transformación de nuestra imagen del mundo que podía proporcionar la ciencia, y su fenomenismo le impedía ver la posibilidad de que el mundo fuera muy diferente de lo que se manifiesta a nuestra experiencia sensorial (Capek [1968], 188-189).

Sobre Mach y la teoría de la relatividad, se ha afirmado que la epistemología de Mach desempeñó una función significativa en la génesis de esa teoría, enlazando esta afirmación con otra más general, según la cual el positivismo habría estimulado la revolución científica moderna (Schaffner [1974]). Sin embargo, estas afirmaciones han de tomarse, como mínimo, con serias reservas. Por ejemplo, se ha podido argumentar que Einstein, al formular su teoría especial de la relatividad, violó principios cardinales de la filosofía de Mach, y que si no lo hubiera hecho, nunca hubiera formulado esa teoría, añadiendo, en la misma línea, que la epistemología de Mach fue irrelevante para el desarrollo de la física (Zahar [1977]).

Que Mach se opuso a la relatividad es un hecho. Y no resulta muy convincente justificarlo, como lo hace Feyerabend, recurriendo a unas palabras un tanto enigmáticas de Mach, quien menciona el carácter cada vez más dogmático que, en su opinión, estaba adquiriendo la teoría, y alude a razones particulares, que no explicita, para explicar su rechazo (Feyerabend [1980]).

Estas polémicas no se limitan a aspectos puntuales. Por el contrario, afectan a cuestiones básicas acerca de la posibilidad y el sentido de la investigación científica. Incluso si se admitiera que es posible justificar de algún modo la aversión de Mach a la teoría atómica y a la relatividad, parece necesario señalar que su imagen de la ciencia está demasiado polarizada hacia una psicología de las sensaciones que estaba en función de la adaptación biológica, y que de ahí resulta una concepción en la cual no es fácil encontrar un sitio para la comprensión del orden natural y ni siquiera para la actividad del individuo que pone en juego sus capacidades en vistas a conseguir un conocimiento verdadero de la naturaleza (Cohen [1968]).

Muy distinta es la perspectiva de Duhem. Su presunto positivismo va de la mano con la aceptación del valor de la metafísica. Duhem está convencido de que existe un orden natural objetivo, de que tenemos la capacidad de conocerlo, y de que ese conocimiento es la meta hacia la cual se dirige el progreso científico. Los estudios recientes coinciden en la afirmación del realismo de Duhem (Artigas [1987]; Ramoni [1989]). Se ha llegado

a afirmar, tras un examen de las motivaciones científicas y epistemológicas de Duhem, estudiadas en relación con su historiografía científica, que "la ambición de construir una imagen adecuada de la realidad -condición de posibilidad para cualquier proyecto científico que quiera presentarse como tal- abandona así un lugar marginal, confinado en los pliegues de la historia de la ciencia, para revelarse como un factor constitutivo de la entera teoría metodológica de Pierre Duhem" (Ramoni [1989], 58).

Lo que Duhem subraya es el carácter específico de los procedimientos científicos. La física matemática no nos proporciona un conocimiento de la naturaleza al modo de una imagen fotográfica o especular. En este sentido afirma que "la teoría física es una construcción puramente ideal, cuyos elementos no tienen ninguna relación de naturaleza con los objetos concretos... La física busca sólo construir, por medio de nociones tomadas de las matemáticas, un sistema lógico que proporciona una imagen aproximada de las leyes relativas a los cuerpos" (Duhem [1911], 12-13). Estas afirmaciones, en las que se subraya el aspecto constructivo de la física matemática, corresponden a las características reales de la ciencia, y concuerdan con lo que muestra el progreso científico más reciente.

Duhem afirmó sin ambages que ser positivista es admitir que no existe otro método lógico sino el de las ciencias, y que todo lo que no puede ser alcanzado por este método es absolutamente incognoscible. Es lógico, por tanto, dar la razón a Jaki cuando afirma, en su excelente monografía sobre la vida y obra de Duhem, que el positivismo de Duhem era una simple técnica y no aquel credo filosófico que elimina la metafísica (Jaki [1984], 325). En definitiva, alinear a Duhem dentro de la epistemología positivista, si se entiende el positivismo en su acepción usual, es una equivocación. Sin duda, esa equivocación ha sido favorecida por juicios, como el del propio Mach, que se han repetido en el contexto de la epistemología contemporánea; pero tales juicios sólo reflejan algunos aspectos parciales, que se interpretan fuera de su contexto propio, de la posición de Duhem.

Lo que Duhem subraya es el carácter constructivo, simbólico y aproximado de las leyes científicas. En este sentido afirma que las leyes no son verdaderas ni falsas, y que siempre son relativas a contextos históricos concretos (Duhem [1906], 260). En cuanto a las teorías, señala que no tienen una función explicativa en sentido metafísico, y añade que, a través de sus sucesivos perfeccionamientos, tienden a sintetizar las leyes de acuerdo con un orden que es cada vez más análogo al orden real, de manera que la teoría física se encamina gradualmente hacia su forma límite que es la de una clasificación natural (Duhem [1906], 450).

La epistemología contemporánea coincide con las apreciaciones de Duhem. No tiene sentido acusarle, tal como ya se hizo mientras vivía y se ha repetido posteriormente, de defender un instrumentalismo científico por motivos apologéticos, o sea, para dejar campo libre a la metafísica y a las creencias religiosas. El mismo Duhem aclaró vigorosamente su pensamiento al respecto. En realidad, Duhem no es instrumentalista ni positivista; simplemente, señala los límites que provienen del método específico de la ciencia matemática de la naturaleza, pero está muy lejos de privar a esta ciencia de su alcance cognoscitivo real.

Mayor aún es el distanciamiento de Duhem respecto al positivismo si se consideran el ámbito de la historia. Dedicó miles de páginas a mostrar la continuidad del progreso

científico, especialmente durante la época medieval (Duhem [1906-1913] y [1913-1959]). Jaki, quien ha dedicado amplia atención a esos estudios y los ha continuado con trabajos originales, admite que es posible argumentar que Duhem atribuyera, en algunos aspectos, demasiada importancia a Buridan, Oresme y otros medievales, pero que, sin embargo, no es posible ignorar que los trabajos de Duhem pusieron de manifiesto aspectos cruciales del desarrollo de la ciencia; y añade que, si esas perspectivas no son útiles sólo para la historiografía de la ciencia, sino también para la apologética cristiana, esto sólo podría molestar a quienes buscan en la historia de la ciencia un arma para combatir el cristianismo (Jaki [1978b], 67-68).

La temática tratada por Mach y Duhem continúa viva en la actualidad. En la epistemología actual, el debate en torno al instrumentalismo y el realismo ha alcanzado nuevas cotas. Se han formulado fuertes defensas de las perspectivas instrumentalista y pragmatista, que sido objeto de no menos severas críticas. No es posible entrar aquí en los detalles de estas controversias. Bastará señalar que es posible aceptar una versión débil del instrumentalismo, que consiste en afirmar que la adecuación empírica es una condición necesaria para la aceptabilidad científica, pero que no es suficiente para afirmar la existencia real de los referentes de las teorías.

En esta línea se sitúa la epistemología de Duhem. Subraya que las teorías científicas, por sí mismas, buscan *salvar los fenómenos*, y pretende justificar esta idea mostrando su desarrollo desde la antigüedad (Duhem [1908]). En cuanto al problema del realismo, se limita a apuntar la tendencia realista del progreso científico, sin explicar cómo se produce la aproximación entre las teorías y la realidad.

Esta perspectiva puede ser completada, mostrando que es legítimo admitir la existencia de una verdad científica que es contextual, parcial y auténtica (Artigas [1989], 209-307). La adecuación empírica es una condición necesaria o requisito mínimo que han de cumplir las construcciones científicas, pero no agota su significación. Ciertamente, esas construcciones tienen un carácter muy abstracto, y esto es especialmente manifiesto cuando se estudian aspectos de la realidad que se encuentran muy alejados de nuestras posibilidades de observación inmediata. El nivel abstracto y formal alcanzado por la física actual hubiera satisfecho enormemente a Duhem, ya que coincide con la línea de sus trabajos científicos y con sus ideas epistemológicas. Sin embargo, es posible mostrar que, a través de construcciones altamente abstractas y sofisticadas, nos referimos a la realidad y, de hecho, la conocemos cada vez mejor. Aunque esto sólo queda apuntado en los trabajos de Duhem, corresponde a sus ideas básicas.

Muy diferente es el caso de Mach. Su intención fundamental, encaminada a construir una psico-física donde las construcciones científicas remiten a los fenómenos observables por medio de las experiencias sensoriales, está muy alejada de los resultados de la ciencia contemporánea. Las conexiones episódicas entre el programa de Mach y algunas realizaciones científicas como la relatividad y la mecánica cuántica, son superficiales y no alcanzan el verdadero núcleo del problema. Y el desarrollo de la epistemología actual poco tiene que ver con las propuestas de Mach.

No es difícil individuar el motivo de estas discrepancias. La epistemología de Duhem, precisamente porque se encuadra en una perspectiva general en la cual la ciencia coexiste pacíficamente con la metafísica y la religión, es una epistemología realista y abierta, que puede ser fácilmente completada con los oportunos desarrollos de un

realismo científico que Duhem solamente insinúa. En cambio, la epistemología de Mach considera el conocimiento científico, y todo el conocimiento humano en general, simplemente como un instrumento útil para la adaptación biológica. Por este motivo, la epistemología de Mach no admite complementos realistas, a no ser que se cambie su intención fundamental. Se trata de una epistemología cerrada, donde el alcance de la ciencia queda inevitablemente reducido a una función mucho menos importante de la que realmente posee, y donde no es fácil encontrar lugar para reconocer la legitimidad de las perspectivas metafísicas y religiosas.

Resulta paradójico que estas apreciaciones deban enfrentarse a una dificultad, proveniente de la idiosincrasia de los respectivos autores. Duhem fue polémico y tajante en sus apreciaciones, tanto en el terreno científico como en los demás, hasta el punto de que, desde los comienzos de su carrera científica, no hizo nada por evitar el choque con las opiniones de otros científicos, lo cual influyó negativamente en su estatus profesional y en la apreciación de su obra. Por el contrario, Mach aparece como un temperamento abierto, y esto es reconocido incluso por quienes subrayan negativamente su oposición a líneas de trabajo científico progresivo.

Una posible respuesta a esta dificultad consiste en distinguir entre el temperamento de la persona y el valor de sus ideas. Sin duda, se trata de una respuesta válida. El retrato psíquico de una persona puede ayudar a comprender sus ideas, situándolas en su contexto propio, pero de poco sirve si intentamos valorar las ideas en sí mismas. Sin embargo, hay que añadir algo más. Las críticas que Mach opone a las ideas contrarias a las suyas no son menos severas que las de Duhem. Y sobre todo, el realismo de Duhem está relacionado con su convencimiento de que podemos alcanzar la verdad, mientras que el instrumentalismo de Mach parece corresponder a un escepticismo acerca del alcance de nuestro conocimiento. Por tanto, si se califica el pensamiento de Mach como abierto en comparación con el de Duhem, ello puede deberse a la afinidad de las ideas de quien emite ese juicio con el escepticismo de Mach.

Desde una perspectiva objetiva, tanto en referencia a la ciencia como a las demás modalidades del conocimiento, el pensamiento de Duhem se muestra como abierto e integrador, y el de Mach como cerrado y exclusivista. Esto es compatible con que algunas ideas de Mach puedan resultar útiles tanto en el ámbito científico como en el filosófico, y con que Mach tuviera razón al señalar que los conceptos científicos deben estar siempre abiertos a los resultados de la contrastación con la experiencia (Mach [1883], 289-290).

El análisis comparativo de la obra de Mach y Duhem llevan de la mano hacia dos reflexiones de carácter general acerca de las relaciones entre ciencia, metafísica y religión.

La primera se refiere a las limitaciones del positivismo. El trabajo de Duhem acerca de la ciencia medieval pudo estar movido por preocupaciones religiosas, incluso de tipo apologético. Pero, aparte de que esa intención es en sí misma legítima, ese trabajo, ha contribuido decisivamente a mostrar la falsedad de los clichés históricos del positivismo. Muestra que el cristianismo desempeñó una función importante en el desarrollo progresivo de las ideas que condujeron al nacimiento sistemático de la ciencia moderna.

La prosecución de esa línea de trabajo, llevada a cabo posteriormente por investigadores de las más variadas tendencias, no ha hecho más que confirmar la inadecuación del positivismo. Jaki ha extendido esta perspectiva, examinando los sucesivos abortos que la ciencia experimentó en las culturas antiguas y analizando el nacimiento de la ciencia moderna en el ámbito de una matriz cultural cristiana, que proporcionó sólidas convicciones acerca de la racionalidad del mundo, creado por un Dios personal e infinitamente inteligente, y acerca de la capacidad cognoscitiva del hombre, creado por Dios a su imagen y semejanza. Y ha mostrado que el realismo ontológico y gnoseológico, que constituye uno de los supuestos de la ciencia natural y fue alimentado históricamente por el cristianismo, continúa siendo, también en la actualidad, una de las condiciones básicas de toda ciencia verdaderamente creativa (Jaki [1974] y [1978a]).

De aquí arranca la segunda reflexión, que se refiere al realismo científico. La ciencia es una empresa que se encuadra dentro de la racionalidad humana general. Por tanto, la idea que se tenga acerca de las capacidades cognoscitivas humanas, forzosamente influirá en la solución del problema del realismo. Es patente que el cristianismo como tal no garantiza que se consiga una perspectiva científica adecuada. Pero también lo es que el cristianismo implica una imagen del mundo y del hombre que, siendo compatible con perspectivas muy variadas, tiene un claro acento realista.

En este contexto, se comprende que la investigación científica de la naturaleza, que no tendría sentido sin una dosis mínima de realismo, fuese estimulada por una cultura cristiana. Y también se comprende que el realismo epistemológico comparta un destino semejante. Desde luego, no es difícil encontrar ejemplos de cristianos fenomenistas o de agnósticos realistas, pero, en ambos casos, se trata de planteamientos que de alguna manera pueden ser calificados como internamente inconsistentes.

La epistemología actual ofrece claros ejemplos de tales inconsistencias. Por ejemplo, la epistemología popperiana subraya acertadamente la intención realista de la investigación científica, pero tropieza con serias dificultades cuando intenta fundamentar ese realismo. Su desarrollo más coherente es la epistemología evolucionista, pero ésta, en su expresión más genuina, acentúa las coincidencias entre el conocimiento animal y el humano, y contempla a la ciencia como un logro de la adaptación biológica, precisamente en la línea de Mach (Mach [1905], 361). Sobre esa base, suele admitirse un cierto realismo que es patente desde un punto de vista fenomenológico, pero que difícilmente puede formularse de modo coherente en una perspectiva que, si bien afirma que el conocimiento humano tiene rasgos específicos distintivos, al mismo tiempo subraya con énfasis la semejanza básica de los procesos del conocimiento desde la ameba hasta Einstein.

Otras perspectivas epistemológicas actuales son aún más refractarias al realismo. Pero, probablemente, son más coherentes, si se parte de una imagen naturalista de la ciencia, de la epistemología y, en definitiva, del hombre. No es difícil mostrar que el instrumentalismo y el relativismo conducen una y otra vez a callejones sin salida. Pero la construcción de una alternativa realista, que sea fiel a lo que la ciencia realmente es, requiere planteamientos más profundos. En esta línea, Duhem se limitó a señalar algunos aspectos teóricos y a vivir coherentemente sus implicaciones prácticas. Pero sus indicaciones resultan importantes cuando se intenta compaginar el análisis lógico de la ciencia con los supuestos y las implicaciones realistas del conocimiento científico.

## Referencias

Artigas, M. [1987] "Pierre Duhem: The Philosophical Meaning of Two Historical Theses". *Epistemologia*, 10 (1987), pp. 89-98.

Artigas, M. [1989] *Filosofía de la ciencia experimental*. Eunsa, Pamplona 1989.

Blackmore, J. [1985] "An Historical Note on Ernst Mach". *The British Journal for the Philosophy of Science*, 36 (1985), pp. 299-305.

Brush, S.G. [1968] "Mach and Atomism". *Synthese*, 18 (1968), pp. 192-215.

Capek, M. [1968] "Ernst Mach's Biological Theory of Knowledge". *Synthese*, 18 (1968), pp. 171-191.

Clark, P. [1976] "Atomism versus thermodynamics". En: Howson, C. (ed.), *Method and Appraisal in the Physical Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge 1976, pp. 41-105.

Cohen, R.S. [1968] "Ernst Mach: Physics, Perception and the Philosophy of Science". *Synthese*, 18 (1968), pp. 132-170.

Duhem, P. [1906] *La théorie physique*. Rivière, Paris 1914 (2ª edición aumentada).

Duhem, P. [1906-1913] *Etudes sur Léonard de Vinci*. Hermann, Paris 1906, 1909 y 1913.

Duhem, P. [1908] *Sozein ta phainomena. Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*. Hermann, Paris 1908.

Duhem, P. [1911] *Traité d'énergétique ou de thermodynamique générale*. Villars, Paris 1911.

Duhem, P. [1913-1959] *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*. 10 vols. Hermann, Paris 1913-1917 y 1954-1959.

Feyerabend, P. [1980] "Zahar on Mach, Einstein and Modern Science". *The British Journal for the Philosophy of Science*, 31 (1980), pp. 273-288.

Gardner, M.R. [1979] "Realism and Instrumentalism in 19th-Century Atomism". *Philosophy of Science*, 46 (1979), pp. 1-34.

Jaki, S.L. [1974] *Science and Creation*. Scottish Academic Press, Edinburgh 1974.

Jaki, S.L. [1978a] *The Road of Science and the Ways to God*. The University of Chicago Press, Chicago 1978.

Jaki, S.L. [1978b] *The Origin of Science and the Science of Its Origin*. Scottish Academic Press, Edinburgh 1978.

Jaki, S.L. [1984] *Uneasy Genius. The Life and Work of Pierre Duhem*. Nijhoff, Dordrecht 1984.

Mach, E. [1883] *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*. Leipzig 1883. Se cita por la edición inglesa: "The Science of Mechanics. A critical and historical exposition of its principles", Open Court, La Salle, Ill. 1960, hecha sobre la 9ª edición alemana.

Mach, E. [1886] *Beiträge zur Analyse der Empfindungen*. Jena 1886. Segunda edición, revisada y aumentada: "Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen", Jena 1900. Se cita por la edición inglesa: "The Analysis of Sensations and the Relation of the Physical to the Psychical", Dover, New York 1959.

Mach, E. [1905] *Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung*. 2ª edición, Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1906. Se cita por la edición inglesa: "Knowledge and Error. Sketches on the Psychology of Enquiry", Reidel, Dordrecht 1976.

Ramoni, M. [1989] "Fisica e storia della scienza nell'opera di Pierre Duhem". *Epistemologia*, 12 (1989), pp. 33-64.

Schaffner, K.F. [1974] "Einstein versus Lorentz: Research Programmes and the Logic of Comparative Theory Evaluation". *The British Journal for the Philosophy of Science*, 25 (1974), pp. 45-78.

Zahar, E. [1977] "Mach, Einstein, and the Rise of Modern Science". *The British Journal for the Philosophy of Science*, 28 (1977), pp. 195-213.