

Nunca está de más volver la mirada hacia los orígenes de una disciplina, menos si éstos son recientes, poco conocidos y sin embargo de gran relevancia en el contexto actual.

¿La Filosofía de la Ciencia, es ciencia o filosofía?

¿Puede la ciencia ofrecernos un conocimiento cierto de la realidad?

¿Es la ciencia la única fuente válida de conocimiento?

¿Todo lo que no es científico es irracional?

¿Qué relaciones hay entre la física y la filosofía, la religión, el arte o la tecnología?

Pierre Duhem puede ser una buena guía, base y pretexto para reflexionar sobre todas estas cuestiones que no han perdido un ápice de su vigor.

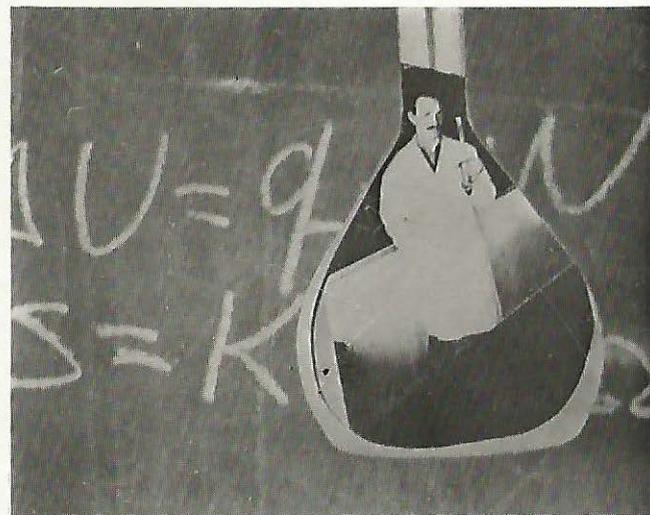
Este trabajo obtuvo Premio Extraordinario cuando fue presentado como tesis de licenciatura en la Universidad de Barcelona con el título: "**Holismo, instrumentalismo y clasificación natural en Pierre Duhem**".

A. Marcos

PIERRE DUHEM: LA FILOSOFÍA
DE LA CIENCIA EN SUS ORÍGENES

Alfredo Marcos

PIERRE DUHEM: LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA EN SUS ORÍGENES



PPU

PPU. Colección Opera Prima

Handwritten text, possibly a signature or name, in the top right corner.

PIERRE DUHÉM:
LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
EN SUS ORÍGENES

ALFREDO F. MARCOS MARTÍNEZ

Pierre Duhem:
La filosofía de la ciencia
en sus orígenes

PPU

Promociones Publicaciones Universitarias

BARCELONA-1988

«A MI MADRE, CLARO»

Primera edición, 1988

No podrá reproducirse total o parcialmente el contenido de esta obra, sin la autorización escrita de PPU

Foto: P. Ferrer

© Alfredo F. Marcos Martínez

© PPU

Promociones y Publicaciones Universitarias
Marqués de Campo Sagrado, 16
08015 Barcelona

ISBN: 84-7665-223-2

Depósito Legal: B-980-88

Imprime:

Limpergraf, S.A. Calle del Rfo, 17, Nave 3. Ripollet

AGRADECIMIENTOS

Al doctor Petit por su dirección y enseñanza.

A don Mariano Artigas por el prólogo y por su colaboración a la hora de obtener bibliografía difícilmente accesible.

A Alfredo Marcos Oteruelo por consejos, orientaciones y correcciones de estilo.

A Stanley Jaky por sugerencias de ideas y lecturas.

A Chedi, Carlos, Jose y Carlos. Por su ciencia, paciencia y ayuda en los orígenes de este trabajo.

PRÓLOGO

Sin duda un físico brillante, Pierre Duhem, tan frecuentemente citado y también mal interpretado, realizó importantes contribuciones a la epistemología y a la historia de la ciencia. El trabajo de Alfredo Marcos, al que estas líneas sirven de prólogo, representa un esfuerzo bien documentado y de sólidos razonamientos para situar históricamente la epistemología de Duhem, mostrar su impacto hasta el momento actual, y señalar algunos aspectos especialmente relevantes para la filosofía de la ciencia.

Uno de ellos es el alcance cognoscitivo de la física matemática. El supuesto positivismo de Duhem es en realidad una fuerte afirmación acerca del carácter específico de los métodos de la física, y la consiguiente imposibilidad de usarlos para resolver problemas metafísicos tales como la continuidad o discontinuidad básicas de la materia. De hecho, el blanco de los ataques de Duhem fue el mecanicismo físico. Desde luego, Duhem reconocía la legitimidad de usar modelos mecánicos, pero advirtiéndolo a la vez que no de-

ben considerarse como una representación verdadera de la realidad.

Desde el punto de vista de la lógica y considerando sólo la física matemática —esas son las dos coordenadas explícitas de la epistemología de Duhem—, tenía razón. Aunque se encontraba en el ámbito de la física clásica, su epistemología es todavía más valiosa cuando se aplica a los desarrollos posteriores como la Física atómica y nuclear.

La física matemática actual encaja bien en los esquemas duhemianos. Sin embargo, Duhem fue un realista en el sentido pleno del término. La distinción clara entre las *leyes experimentales* y los *sistemas teóricos* desempeña un papel importante en ese realismo. Aunque Duhem afirma claramente el carácter teórico de todo concepto físico y muestra las implicaciones de ello, a la vez afirma correctamente el sentido realista de las leyes físicas: están impregnadas de teoría, son simbólicas y provisionales, pero no son puras convenciones.

El realismo ontológico y gnoseológico de Duhem están fuera de dudas, aunque no dedicara estudios especiales al tema. De ahí que su visión de las leyes y teorías físicas combina la lógica del realismo con el carácter positivo debido a las características del método experimental. Como consecuencia, se reconoce que la física tiene fundamentos filosóficos sin comprometer por ello la autonomía de la ciencia; se valora el conocimiento físico sin minusvalorar la metafísica; la crea-

tividad científica no se encuentra limitada por el realismo de la física; no se plantean problemas como los de la «racionalidad» o el «progreso» de la ciencia como si ésta fuese el paradigma de todo conocimiento legítimo; es fácil armonizar la ciencia real y su historia con la epistemología; y, por fin y como punto destacado, es posible reconocer la continuidad básica de la física clásica y la moderna, distinguiendo los resultados válidos y las ilusiones extrañas que a veces se les asocian.

En el ámbito histórico, cultivado por él con meticulosidad, Duhem dedicó muchas páginas a mostrar la continuidad del progreso científico, especialmente en la Edad Media. Sus estudios muestran de modo convincente que una determinada *Weltanschauung* puede ser una ayuda o un obstáculo para el desarrollo de la ciencia, no sólo en el aspecto psicológico de la creatividad (como sucede con Kepler, por ejemplo), sino también respecto a los compromisos filosóficos que dan sentido a la investigación científica. Este punto es crucial en la tesis histórica de Duhem, y ha sido desarrollado meticulosamente por Stanley Jaki tanto respecto a las culturas antiguas como a los progresos modernos de la ciencia. El cristianismo fue un factor positivo central para el nacimiento de la ciencia moderna.

Todo ello sería una mera curiosidad histórica si no fuese porque afecta a aspectos importantes de la filosofía de la ciencia. En efecto, no es difícil advertir que de lo que se trata es, en cierto

modo, de la naturaleza del conocimiento científico: ¿debe considerarse el método científico como una novedad radical sin relación con la metafísica?, ¿hay que esperar una imagen de la naturaleza y del hombre que resulte solamente de la perspectiva científica? O, en cambio, ¿es la racionalidad científica una parte de la racionalidad en sentido más amplio, y es la epistemología un caso especial de la gnoseología?

Por supuesto, el nacimiento sistemático de la ciencia moderna implica serias novedades. El positivismo científico ha explotado algunas en beneficio de una filosofía todavía muy influyente. A pesar de numerosas críticas, los restos positivistas causan gran parte de las dificultades de la epistemología moderna: al ser un obstáculo para una metafísica realista debido a su insistencia en el papel paradigmático de la ciencia moderna, impiden las bases que posibilitarían un estudio adecuado de la verdad científica y del método científico en general.

Paradójicamente, Duhem, frecuentemente tildado de «positivista», niega la validez de las tesis históricas del positivismo, y propone una imagen de la ciencia que relaciona la física con la metafísica, acentuando fuertemente su autonomía recíproca. La superación del científicismo, tal como se encuentra en la obra de Duhem, permite reconocer una racionalidad científica peculiar que, teniendo autonomía propia, está relacionada con una metafísica realista que proporciona las bases requeridas por el conocimiento científico,

si ha de ser considerado después de todo como verdadero conocimiento.

El examen de la ciencia real, que es una de las tareas de la historia de la ciencia, muestra los límites de las perspectivas historicistas que pretenden dar una «visión científica», basada en malas interpretaciones del progreso científico, que sería independiente o contraria respecto a las cuestiones perennes acerca de la inteligencia, el orden natural, y la metafísica. No pretendo defender las tesis de Duhem en todos sus aspectos. Pero puede ser útil advertir que, al menos, son una contribución importante para la integración armónica de física y metafísica, lógica y realidad, historia y filosofía, integraciones que faltan en muchos planteamientos de la epistemología contemporánea.

La cuestión siguiente es la articulación entre física y metafísica, entre racionalidad científica y filosófica. Duhem removió importantes obstáculos, y mostró perspectivas interesantes, pero no proporcionó una respuesta elaborada. Tampoco es fácil encontrarla en la epistemología contemporánea.

Hay muchos elementos a mano para esa articulación positiva, pero se requiere más atención y trabajo. En general, quizá el primer paso sería definir la empresa científica como teniendo dos objetivos, teórico y práctico, distintos pero relacionados en un modo peculiar: el conocimiento se busca por sí mismo, pero a la vez las teorías se usan de modo pragmático para fines prácticos.

ticos. De ahí resulta una funcionalidad que impide interpretaciones epistemológicas rígidas, y también sería un error concluir en una filosofía funcionalista.

En ese contexto, las construcciones formales, las imágenes conceptuales y los modelos imaginativos tienen su propio papel, pero ninguno de ellos es una imagen definitiva de la realidad. El ámbito material es más rico que sus imágenes científicas. Como dijo Duhem, obtenemos mejores aproximaciones a un orden natural que puede ser también objeto de reflexiones filosóficas.

De hecho, es necesaria la filosofía para lograr una articulación de la ciencia experimental y la racionalidad humana. Para ello debemos tener algunas ideas sobre las relaciones entre cantidad y cualidades en la construcción de los conceptos empíricos; también sobre el carácter substancial o accidental de los correlatos de las teorías; sobre el significado de la verdad y el valor realista de las leyes y teorías científicas, etc. Es difícil decir que tenemos ya buenos estudios sobre todo ello, a pesar de los esfuerzos dedicados por conocidos especialistas en epistemología. Además, parece imposible tener una interpretación filosófica que abarque todas las ramas de la ciencia y cada teoría, debido a que los diversos ámbitos tienen muy diferentes valores de verdad, dependiendo de las posibilidades de observación y experimentación acerca de sus objetos. En este sentido, la actitud de Duhem fue ejemplar, pues restringió expresamente su trabajo al análisis lógi-

co de las teorías físico-matemáticas, sin extrapolaciones que son muy tentadoras para el epistemólogo.

La obra de Duhem es un esfuerzo relevante para el planteamiento adecuado de los problemas epistemológicos. Y el estudio de Alfredo Marcos es un trabajo de gran valor para su adecuada comprensión.

Mariano ARTIGAS

I INTRODUCCIÓN

1. El oportuno regreso a Pierre Duhem

Las ideas de Pierre Duhem están todavía vivas y han ejercido una gran influencia en la actual filosofía de la ciencia. El autor, no obstante, permanece un tanto olvidado y sólo muy recientemente hemos observado un cierto resurgimiento de su figura.

Este trabajo tiene, pues, una doble finalidad, por un lado hacer una exposición del pensamiento de Pierre Duhem en el terreno metateórico (su obra se extiende a la historia de la ciencia, y por supuesto, a la práctica cotidiana de la misma sobre todo en el campo de la termodinámica. Trataremos su trabajo como físico e historiador sólo en la medida en que se relacione con la filosofía de la ciencia). El segundo objetivo es valorar y utilizar el aporte conceptual de Pierre Duhem en el actual contexto metacientífico. El interés que pueda despertar un autor que ya es historia radica en la vitalidad de sus ideas y en la posible utilización de las mismas hoy.

Jesús Mosterín, después de caracterizar la epistemología científica de los años cincuenta y la de los sesenta, nos dice que «la de los años setenta (y lo poco que llevamos de los ochenta) marca una vuelta de las aguas a sus cauces normales, una cierta superación de la crisis historicista de los sesenta y un nuevo inicio, que recoge la tradición de la filosofía clásica, pero asume también las críticas y orientaciones de los historiadores. Esta filosofía actual de la ciencia se diferencia de la clásica en su atención mucho mayor al análisis y reconstrucción de conceptos y teorías realmente usadas por la comunidad científica (en este sentido puede decirse que ha aceptado y asumido la crítica historicista. Pero se diferencia de la epistemología historicista en su decidido empeño de no quedarse en la mera narración de casos concretos sino de proceder a la construcción de esquemas abstractos... usando para ello todo el arsenal de herramientas formales que la lógica y la matemática ponen a su disposición»¹. O sea, análisis lógico pero también apoyo histórico. Salvando las diferencias, que ya iremos analizando, esta es una buena caracterización de la metodología duhemiana, pues «la méthode première de l'épistémologie, selon Duhem, c'est cette analyse logique de la connaissance scientifique à laquelle les théoriciens de l'école neo-positiviste allaient donner une ampleur et une précision in-

1. Citado en el prólogo a *Exploraciones metacientíficas*. Alianza Universidad Textos. Madrid, 1982, p. 14.

soupponnéés»². En contrapartida, el mismo Duhem afirma que «nos considerations de logique sur la méthode propre à la physique ne peuvent être sainement jugées que si on le confronte avec les enseignements de l'histoire»³. En pocos autores están tan trabadas e interrelacionadas la lógica y la historia de las ciencias.

Esta doble vertiente de la obra de Pierre Duhem es la razón profunda que justifica su influencia tanto en los momentos fundacionales del Círculo de Viena, dominados por un afán de caracterización lógica de la ciencia, como en la filosofía de corte historicista de Kuhn, Hanson o Toulmin. Su lógica de la ciencia fue importante para los desarrollos posteriores de los Reichenbach, Carnap, Hempel o Popper (que, en este sentido, puede ser incluido entre los neopositivistas⁴).

Por otra parte, en el enfoque estructuralista de la ciencia, donde, como afirma Mosterín, se conjugan el aspecto lógico e histórico, siguen vigentes algunas concepciones duhemianas. Se mantienen como objeto de viva polémica algunos temas ya prefigurados en la obra de Pierre Duhem. Los escritos de Sneed, Stegmüller, Ulises Moulines o Mosterín, entran con frecuencia en el tema

2. M. Boudot: «L'histoire des sciences selon Duhem». *Les études philosophiques*.

3. Notice sur les titres et travaux (in Mem. de la Soc. des sc. phys. et nat. de Bordeaux, 7.^e série, 1.^{er} cahier 1917), p. 136.

4. «Popper es un positivista en todos los aspectos relevantes» (Feyerabend: *Adiós a la razón*. Tecnos, p. 24.

de los términos teóricos o en la delimitación del Holismo en sus diversas amplitudes. La llamada tesis «Duhem-Quine» ha motivado artículos de Grünbaum y Yoshida, también de Stegmüller.

Es evidente, asimismo, la influencia de Pierre Duhem en Feyerabend, como él mismo reconoce: «las ideas expuestas (o ilustradas con ejemplos históricos en TCM) no son nuevas. Las encontramos en Boltzman, Mach, Duhem, Einstein y también una forma filosóficamente desecada en Wittgenstein»⁵.

Es interesante, también, recuperar el pensamiento de Pierre Duhem por la importancia que tiene su concepción de las relaciones entre la ciencia y el resto de los saberes o fuentes del conocimiento humano. Él difiere notablemente de los positivistas en su valoración de la metafísica. Así, mientras que Carnap, por poner un ejemplo, niega todo sentido y significado a los enunciados de la metafísica, Duhem la concibe como una fuente válida de conocimientos. Es más, como la única vía de acceso a la realidad. Pero su originalidad radica en la desconexión absoluta establecida entre ciencia empírico-matemática y metafísica. Esto permite inmunizar a la metafísica contra toda crítica proveniente del campo científico. En esto si está de acuerdo con el enfoque de Carnap. Ambos afirman que el dominio de la ciencia positiva (lo verificable en Carnap) no pre-

5. Feyerabend: *Adiós a la razón*. Tecnos, Madrid, 1984, p. 21.

senta ningún punto de contacto con la metafísica (caso de que ésta tenga algún dominio).

Esta presunta impotencia de la ciencia para dar apoyo o criticar enunciados como «todo lo que existe es en esencia materia»⁶ fue vista por Lenin como el grave peligro para la ortodoxia marxista de las concepciones de Mach y Avenarius. Es decir, si el positivismo aboga por la inoperancia de la ciencia en el campo de la metafísica, ésta queda a salvo de toda crítica científica y franco el camino para posibles escaramuzas espiritualistas. Pues bien, algo así es lo que propone Pierre Duhem. Absoluta independencia (también en el sentido estrictamente lógico de no-interdeducibilidad) y, por tanto, absoluta inmunidad mutua.

En líneas generales podemos afirmar lo mismo en lo que respecta a la religión. Las verdades de fe no han de estar sometidas al vaivén de la teoría física del día. Son independientes de ella. A pesar de esta afirmación no podemos asegurar que Pierre Duhem se acerque a posiciones fideístas⁷, se mantenía, más bien, en el terreno del tomismo. Es decir, por no ser la religión y la me-

6. Carnap: *Filosofía y sintaxis lógica*. Universidad Nacional Autónoma de México, p. 11.

7. «Duhem ne s'est jamais référé à fideisme moral ou religieux, et pas davantage à une intuition d'un type irréductible à la science et qui nous donnerait directement l'être... Plus proche sans doute du thomisme que du fideisme il y a donc là un point obscur». (R. Poirier «L'épistémologie de Pierre Duhem et sa valeur actuelle». *Les études Philosophiques*). En la Edad Media fue relativamente frecuente la coexistencia de un probabilismo científico con un férreo fideísmo (por ejemplo en Pierre d'Ailly).

tafísica ciencias positivas, ni depender de éstas, no dejan de ser racionales o, si no absolutamente racionales, si al menos razonables. El campo de la racionalidad no acaba donde lo haga la ciencia positiva. Estudiaremos con detalle la posible dependencia lógica o psicológica entre las creencias religiosas y las convicciones filosóficas de Pierre Duhem, por una parte, y su concepción de la ciencia por otra.

Lo que queda fuera de duda es que ha abierto un cauce para las relaciones entre ciencia y religión, tanto a nivel cultural y académico como a escala individual. Quizá si su posición hubiese sido formulada y aceptada con anterioridad, se hubiesen evitado conflictos innecesarios y estériles, cuando no perjudiciales.

La filosofía de la naturaleza también tiene su lugar en la epistemología duhemiana. Por supuesto nos referimos a la «Física» de Aristóteles, que parece ejercer el papel de límite al que tiende asintóticamente la teoría física, que halla su punto de contacto con la realidad en el concepto de «clasificación natural». A este respecto, hay que hacer notar dos cosas: en primer lugar que esta confianza en los conceptos aristotélicos y su convicción de que la ciencia tiende a una clasificación natural, tuvo una repercusión negativa en la actividad científica de Pierre Duhem, como veremos más adelante. En segundo lugar, que el concepto de «clasificación natural» es uno de los más ricos y difusos de la terminología duhemiana, por ello le dedicaremos especial atención.

Por último, digamos que la Filosofía de la Física se inscribe en el ámbito de una más amplia teoría del conocimiento, y guarda con ella una relación de subordinación. La ciencia puede cambiar, pero «De Platon jusqu'à nous, elles sont demeurées les mêmes les facultés dont la raison humaine dispose pour rechercher le vrai»⁸.

A través de la independencia de la física respecto de las demás formas de conocimiento, se trasluce la imagen de una ciencia autónoma, que es libre y deja libre al espíritu humano para realizar otros movimientos creenciales, críticos o constructivos. Sin embargo, la autonomía frente a la metafísica puede llevar como contrapartida la instrumentalización de la ciencia por parte de la tecnología. Puede ser considerada incluso como una teoría tecnológica de excepcional amplitud o nivel de abstracción. La ciencia deviene instrumental. El criterio de progreso científico comienza en Pierre Duhem a hacerse borroso, y esta tendencia se ve incrementada en Kuhn y Feyerabend.

La técnica a la que sirve la ciencia puede ofrecer un criterio más objetivo, aunque indirecto, de progreso científico. Ahora tenemos una tecnología, y no una ciencia, autónoma.

La ciencia, no como ente autónomo, sino como empresa colectiva, propia y deudora de una sociedad concreta que la mantiene económicamente, vuelve a tener la finalidad que ya preveía Ba-

8. Pierre Duhem: *La science allemande*, p. 93.

con, es decir, «dotar a la vida humana de nuevos descubrimientos y poderes»⁹. En definitiva, como ha llegado a afirmar Langdon Winner, «la prueba común de la ciencia es la tecnología»¹⁰. De ahí obtiene, por otra parte, su prestigio. El problema ahora sería controlar la tecnología desde el campo político y obtener así, en última instancia, una ciencia más humana, al servicio del hombre, y no un hombre servil cuyas creencias y proceder estén en función y al servicio de la ciencia»¹¹.

En los capítulos siguientes procederemos a detallar toda esta serie de temas. Aquí no han venido sino indicados con la única finalidad de mostrar la relevancia de los desarrollos duhemianos.

2. Su influencia en Francia

Pierre Duhem ha creado escuela en el terreno de la historiografía científica, su particular interpretación de la «revolución copernicana», es especialmente polémica. También en la ciencia física ha realizado aportaciones de gran relevancia, sobre todo en lo que a la termodinámica se refiere. Sin embargo, como afirma Donald G. Miller,

9. F. Bacon: *Novum organum*. Espasa-Calpe, Madrid, 1933.

10. L. Winner: *Tecnología autónoma*. Gustavo Gili. Barcelona, 1979, p. 31.

11. Autonomía e instrumentalismo en la obra de Duhem, son el objeto de los artículos de Agassi: «Positive evidence in science and technology» y «Duhem's instrumentalism and autonomism».

«until recently, his purely scientific work was almost completely ignored or forgotten by working scientists with the exception of the Gibbs-Duhem's and Duhem-Margules' equations»¹².

Dedicaremos sendos apartados al Duhem historiador y científico, donde detallaremos el juego de influencias recibidas y generadas por el autor. Sin embargo, su teoría de la física merece un capítulo aparte ya que es el objeto que centra nuestro interés. Cabe señalar también que la influencia ejercida por Pierre Duhem como filósofo de la ciencia es desigual en su propio ámbito cultural y en el anglosajón, donde su obra ha sido recibida con mayor interés y quizá también con menos prejuicios. Según señala Michel Blay: «En el año 1906, hace ya setenta y cinco años, aparecía "La Théorie Physique, son objet et sa structure". Este libro, desde la época de su publicación hasta nuestros días, fue acogido, en Francia, con un silencio respetuoso, interrumpido sólo por escasos estudios y artículos. En cambio, filósofos y científicos anglosajones vieron rápidamente en "La Théorie Physique" una obra innovadora de primer orden»¹³.

Debido a todo ello hemos creído conveniente estudiar por separado la influencia de Pierre Duhem en Francia y en el área anglosajona.

Es sorprendente que una persona con más de

12. Donald G. Miller: «Ignored intellect. Pierre Duhem». *Physica today*, 19 (1966), p. 47.

13. Michel Blay: «Pierre Duhem y la teoría física». *Mundo Científico*, vol. 1, p. 7.

trescientos cincuenta artículos y veintiún libros en su haber y con grandes méritos en toda su carrera académica, permaneciese toda su vida en el exilio cultural, rechazando promociones y aumentos de sueldo y sin conseguir la repercusión que él deseaba para su trabajo.

Nunca obtuvo un puesto en París, donde había mejores medios y alumnos (en Francia, aún hoy, pero mucho más entonces, los más importantes e influyentes puestos estaban en París). La razón de todo ello hay que buscarla en sus discrepancias a nivel científico y filosófico con el «poder establecido», con las gentes influyentes en el mundo académico. Discrepancias que se extendían y agudizaban en terrenos como la política y la religión. Además, debido a su personalidad extremadamente recta y a la firmeza que manifestaba en la defensa de sus opiniones, a menudo, los que él creía antagonistas en cuestiones científicas se convertían en enemigos personales. Así sucedió con Berthelot, al que Duhem atacaba en su Tesis, que versaba sobre la aplicación a problemas físicos y químicos de potenciales termodinámicos. La Tesis contenía un ataque al «Principio de máximo trabajo» de Berthelot, según el cual el criterio para que ocurra una reacción química está basado en el calor de reacción. El principio, por supuesto, no es adecuado. Berthelot, no obstante, pasó casi treinta años defendiéndolo (el criterio correcto es el que se basa en el potencial termodinámico).

La Tesis fue rechazada por influencia del pro-

pio Berthelot. Pero Duhem la publicó como un libro. La consecuencia fue, en palabras de Donald G. Miller, que «the enmity of Berthelot and his friends on this issue alone blocket Duhem's career for many years. Berthelot (who was minister of public instructions in 1886-7) in reported to have said that Duhem would never teach in Paris, and was in a position to make that statement true»¹⁴.

Tuvo, también, Pierre Duhem, una dura disputa con el decano de Lille a causa de la cual perdió alguno de sus amigos, y en 1893 pidió el traslado. Lo normal hubiese sido que obtuviese un puesto en París (siendo «maestro de conferencias» en Lille había publicado tres libros y cincuenta artículos en seis años), sin embargo, de nuevo la oposición de Berthelot y Le Châtelier, se lo impidió.

Hay que mencionar, antes de examinar las causas estrictamente filosóficas o científicas de su exilio cultural, que sus creencias personales e ideológicas no contribuían, precisamente, a la prosperidad académica en una Francia dominada por librepensadores liberales. Pierre Duhem era católico sincero y rechazaba el carácter anticlerical de la tercera república. Por si esto fuere poco sus puntos de vista políticos rayaban en el extremismo de derechas. Era monárquico y, por tradición familiar, antisemita, aunque mantenía relaciones cordiales con sus compañeros judíos en la Escuela Normal. Más adelante dedicaremos

14. Donald G. Miller. Op. cit., p. 49.

un apartado a matizar su vida y carácter. Citamos aquí sólo los rasgos fundamentales que causaron la poca influencia del autor en su propio país.

A nivel científico y de filosofía de la ciencia, Duhem mantuvo puntos de vista poco populares en algunos casos y un tanto anacrónicos en otros. Alguna de sus ideas pueden parecer más acertadas ahora que cuando fueron formuladas. Por ejemplo, siempre se mantuvo opuesto a las posturas atomistas, justo en el momento en que cobraba mayor auge esta hipótesis cuyo prestigio vino dado por la ciencia química de principios del siglo XIX (y de ahí en adelante). En 1870 Meyer y Mendeleiev establecen la tabla periódica de los elementos. La física comienza a utilizar con éxito el atomismo científico, se desarrolla la termodinámica estadística que explica las magnitudes fenoménicas, como la temperatura, a partir de movimientos de átomos y moléculas. Precisamente por oposición al atomismo, Duhem creó una termodinámica fenomenológica sin ulteriores explicaciones de las magnitudes aparentes. Con esto se colocaba frente a los Maxwell, Boltzmann o Gibbs, creadores de la termodinámica estadística. Resulta especialmente curioso que en 1911 Millikan midió la carga eléctrica y la masa del electrón, en ese mismo año Rutherford presentó la primera hipótesis sobre la estructura interna del átomo, y en 1913 Niels Bohr incorporó la cuantificación de la energía propuesta por Max Planck en 1900. Todo ello ocurría entre la primera y se-

gunda edición de «La Théorie Physique». Entre ambas no hay variación alguna en lo que a la posición antiatomista se refiere¹⁵.

Por lo demás, «a principios del siglo XX ya nadie duda de la verdad del atomismo. Los últimos incrédulos se convierten (W Ostwald, 1908) o se mueren (Ernst Mach, 1916)»¹⁶. Pierre Duhem, evidentemente, estuvo entre los segundos (si bien es cierto que tampoco los conversos ganaron la inmortalidad). Murió el mismo año que Mach, con las mismas opiniones que él sobre la verosimilitud de la teoría atómica. Esto es sólo un ejemplo, hay más. Duhem tuvo que asistir al completo triunfo de la teoría electromagnética de Maxwell cuando él siempre había defendido las posiciones antagónicas sostenidas también por Helmholtz¹⁷. Por otra parte, estimaba que la reciente teoría de la relatividad (1905) violaba el sentido común. Todas estas disputas incluían componentes científicos y metodológicos, pero es evidente que la figura del autor no salió muy beneficiada de ninguna de ellas. No es este el momento para hacer un juicio valorativo, ni siquiera una discusión detallada, pero sólo con lo visto queda explicada la ausencia de interés que los compa-

15. «C'est un monolithe dont les formules sont arrêtées "no varietur" et les deux appendices ajoutés à "La Théorie Physique" dans la deuxième édition reprennent exactement les idées et les expressions de la première». (R. Poirier: Op. Cit.).

16. Jesús Mosterín: *Conceptos y teorías en ciencia*. Alianza Universidad. Madrid, 1984, p. 76.

17. Ver Pierre Duhem: *Les Théories électriques de J. C. Maxwell: Etude historique et critique*. Hermann, Paris, 1902.

triotas de Pierre Duhem mostraron por su persona y obra metacientífica.

De todas formas, y aunque sea desde posiciones polémicas, hay que citar a un Poincaré o a un Abel Rey, de los que recibió y sobre los que ejerció influencia. En la segunda edición de «La Théorie Physique» (1914) Pierre Duhem introduce dos nuevos apartados: «Physique de Croyant» (publicado anteriormente de Annales de Philosophie chretienne 77^e année, 4^e série, t. 1.^o p. 44 et p. 133. Oct-Nov 1905) y «La Valeur de la Théorie Physique» (publicado antes en «Revue generale des sciences pures et appliquées, 19^e année, n.^o 1, 15 jan. 1908 pp. 7-19), que son respuestas a sendas publicaciones de M. Abel Rey, con el cual entraba en polémica («La Philosophie scientifique de M. Duhem», publicado en «Revue de Métaphysique et de Morale, 12 année p. 699; juillet 1904. Y «La Théorie Physique chez les physiciens contemporains»; 1 vol. in-8 de VI - 412 p.; París - 1907).

Con Poincaré conserva más puntos de contacto, sin embargo, «l'épistemologie de Pierre Duhem s'oppose à celle de plusieurs de se contemporains. Un Poincaré... (pour qui) la science demeure le centre de toute connaissance»¹⁸.

Han publicado estudios sobre Pierre Duhem en francés E. Picard («La vie et l'oeuvre de Pierre Duhem», Gauthier-Villars, París, 1921), P. Humbert («Pierre Duhem» Bloud et Gay, París, 1932),

18. R. Poirier. Op. Cit., p. 399.

y su propia hija Hélène Pierre Duhem («Un savant français, Pirre Duhem». Plon, París, 1936). Más recientemente en un intento de recuperación de la obra duhemiana han aparecido en «Les études philosophiques» artículos de Poirier («L'épistemologie de Pierre Duhem et sa valeur actuelle»), Boudot («Le rôle de l'histoire des sciences selon Duhem») y Loustauneau («Duhem physicien»). También F. Tournier ha publicado algo sobre «La thèse de Duhem-Quine et l'indetermination de la traduction».

En lo que a España se refiere es preferible tratar el tema dentro del ámbito anglosajón. La filosofía de la ciencia es, en nuestro país, una disciplina reciente e importada, como tantas otras cosas, de Estados Unidos y Alemania.

3. Su influencia en el ámbito anglosajón

La filosofía de la ciencia de Pierre Duhem tuvo repercusión en los posteriores análisis debidos a los miembros del Círculo de Viena. A partir de ahí, los problemas de la simetría entre verificación y falsación o las teorías científicas vistas como totalidades (holismo) han sido claves de todas la metaciencia posterior. En multitud de casos se ha vuelto sobre los planteamientos originales de Duhem para buscar las raíces de esta temática o aportar claridad sobre la misma.

Dentro de esta línea, Duhem, fue tenido siempre por convencionalista, olvidando su concepto

de «clasificación natural». Tal vez, por no estar excesivamente claro y presto a la formalización, no se tomó en serio, como contrapunto del instrumentalismo. También ha influido en estas tendencias a la caracterización de Duhem como convencionalista, la asociación entre su obra completa y su crítica al falsacionismo y al inductivismo empirista. «Forzosamente —dice Popper— se han de suscitar objeciones contra mi propuesta de adopción de la falsabilidad como criterio para decidir si un sistema teórico pertenece o no a la ciencia empírica. Las plantearán, por ejemplo, quienes están bajo la influencia de la escuela conocida con el nombre de «Convencionalismo» (Los principales representantes de esta escuela son Poincaré y Duhem... [que] niega la posibilidad de experimentos cruciales... no parece ver la asimetría existente entre verificación y falsación)¹⁹. Precisamente eso era lo que no veía Pierre Duhem y, así lo explica Smart: «La filosofía de la ciencia de Popper descansa en una asimetría entre comprobación y refutación... Duhem se ha opuesto... Se podía salvar una teoría desechando algunos supuestos auxiliares»²⁰.

Han escrito, además, sobre el tema: Lowinger («The methodology of Pierre Duhem», New York, Columbia University Press, 1941²¹), Quine

19. Popper: *La lógica de la investigación científica*. Tecnos, Madrid, 1973, pp. 75 y 75n.

20. Smart: *Entre ciencia y filosofía*. Tecnos, Madrid, 1975, p. 153.

21. Primer trabajo publicado en inglés sobre Pierre Duhem.

(«From a logical point of view» y «Two dogmas»), Grünbaum («The falsability of a component of a theoretical system»), Hempel («Recent problems of induction»).

Resultan especialmente interesantes las aportaciones de Quine, que relaciona las posturas antifalsacionistas con el holismo más radical. Finaliza por formular lo que se ha dado en llamar la «Tesis Duhem-Quine». Sobre el tema del holismo y su delimitación han escrito entre otros: Stegmüller («Estructura y dinámica de teorías». Con un apartado titulado «La tesis Duhem-Quine, su aceptación por parte de Kuhn y Feyerabend»), Susan Haack («Lógica divergente»), Mario Bunge («Filosofía de la física»), o, por citar un trabajo recientemente publicado en España, Sebastián Álvarez Toledo («Holismo y falsacionismo en la filosofía de Pierre Duhem» en «Estudios de lógica y filosofía de la ciencia» compilado por M. A. Quintanilla. Ediciones de la Universidad de Salamanca, 1982).

Sin pretender ser exhaustivos, creo que queda suficientemente claro que la influencia de Duhem es extensa y profunda, e incide en temas de eminente actualidad.

4. Carácter innovador de su obra

Las raíces de la filosofía duhemiana son similares a las de la teoría de la ciencia de E. Mach, Georg Helm o Wilhelm Ostwald. Todos ellos per-

tenecían a la escuela «energeticista» y compartían muchos puntos de vista sobre la naturaleza de las teorías físicas con H. Poincaré. Abel Rey divide a los teóricos de la física por su actitud ante el mecanicismo. Incluye entre los «hostiles» a Rankine, Mach, Ostwald y Duhem, y cita a Poincaré como ejemplo de una postura «crítica»²².

«A principios del último tercio del siglo XIX, una serie de grandes físicos, en su mayoría alemanes, empezaron a ocuparse sistemáticamente de los fundamentos conceptuales y epistemológicos de la mecánica. «Creo —escribe Ulises Moulines— que los trabajos más significativos en este sentido son los de Helmholtz, Kirchoff, Mach y Hertz»²³. Duhem participa de las ideas e influencias de estos científicos. Se considera heredero de Mach, Ostwald y Rankine, porque, como ellos, presenta una doble posición frente a la física. Por un lado, la considera desde el frío análisis lógico (negándole valor objetivo) y, por otro lado, intuitivo y espontáneo, le concede un cierto aporte noético. «Il serait puéril —afirma Duhem— de prétendre qu'il n'y a là qu'incohérence et absurdité; il est clair, au contraire, que cette opposition est un fait fondamental, essentiellement lié à la nature même de la théorie physique»²⁴.

22. A. Rey: *La théorie physique chez les physiciens contemporains*. 1 vol. in 8 de VI-412, p.; París, Felix alean, 1907.

23. C. Ulises Moulines: *Exploraciones metacientíficas*. Alianza Universidad Textos. Madrid, 1982, p. 314. Ver también Allan Janik y Stephen Toulmin: *La Viena de Wittgenstein*. Taurus, Madrid, 1983, p. 166.

24. Pierre Duhem: *La théorie physique*, pp. 506-507.

Duhem se aproxima más a la concepción de la ciencia alemana que a la inglesa de su época. En «*La Théorie Physique*» nos dice: «Pour un français ou pour un Allemande, une théorie physique est essentiellement un système logique»²⁵. Hoy quizá pueda sorprender este alineamiento cultural por nacionalidades, pero, desde luego, para Duhem lo alemán, en filosofía de la ciencia, era sinónimo de riguroso análisis lógico y lo inglés de modelos mecánicos. Así parece ser también para H. Poincaré, quien constata que «la première fois qu'un lecteur français ouvre le livre de Maxwell, un sentiment de malaise, et souvent même de défiance, se mêle d'abord à sont admiration... Le savant anglais ne cherche pas à construire un édifice unique, définitif et bien ordonné; il semble plutôt qu'il élève un grand nombre de constructions provisoires et indépendantes, entre lesquelles les communications sont difficiles et parfois impossibles»²⁶.

Pues bien, el caldo de cultivo en el que nacieron estas concepciones metateóricas viene definido por «la evolución de la ciencia decimonónica, particularmente de la física y la fisiología de los sentidos... Una nueva consideración de la mecánica newtoniana. Ésta ya no se ve como algo absolutamente seguro y firme; sus conceptos básicos, espacio y tiempo, masa y fuerza, dejan de

25. Pierre Duhem: *La Théorie Physique*, p. 112.

26. H. Poincaré: «Electricité et optique» I, *Les Théories de Maxwell et la théorie électromagnétique de la lumière*. Introducción, p. VIII.

ser considerados como nociones evidentes... Constitución entre 1850 y 1865 de una nueva rama de la física, la termodinámica fenomenológica... Creciente malestar ante la incapacidad de dar una formulación estrictamente mecánica a los resultados obtenidos en el electromagnetismo»²⁷.

Con respecto a la termodinámica fenomenológica, podemos decir que Duhem contribuyó fuertemente a su progreso y creía que podía ser la teoría física más general, que abarcara la mecánica, la electricidad y el magnetismo (no obstante, en su «*Traité d'énergétique*» no consiguió abordar desde el punto de vista termodinámico estos dos últimos campos). En «*La Théorie Physique*» podemos leer: «...La thermodynamique abstraite manifestait ainsi sa fécondité... la thermodynamique abstraite en a fourni tout d'abord a Gibbs les équations fondamentales. ...Elle a également été le seul guide de M. J.-H. Van't Hoff au cours de ses premiers travaux... La même thermodynamique fournissait à Maxwell une relation essentielle entre l'isotherme théorique et l'isotherme pratique»²⁸.

También resulta esclarecedor para acabar de enclavar a Pierre Duhem, para delimitar las influencias que recibió, y poder a partir de ahí, encontrar su originalidad, el estudio de la toma de postura frente al electromagnetismo de Maxwell. Duhem no dudó en alinearse con Helmholtz

27. C. Ulises Moulines: Op. Cit., pp. 314-315.

28. Pierre Duhem: *La Théorie Physique*, p. 139.

como bien señala Donald G. Miller «Although Duhem accepted the Maxwell's genius he could not accept Maxwell's theory because of the contradictions contained in his a rigorous development, its sign mistakes, and its lack experimental foundation Duhem preferred a more general electromagnetic theory due Hermann von Helmholtz»²⁹. El propio Duhem contribuye al desarrollo de la teoría de Helmholtz. En «*La Théorie Physique*», Duhem afirma que «de ce libéralisme intellectuel, trop rarement comploté et pratiqué, Helmholtz, qui fut à un si haut degré un esprit juste et fort, a formulé le principe...». Aquí cita Duhem, una frase de Helmholtz en la que se reconoce partidario de la reducción de las teorías físicas a ecuaciones diferenciales, contrariamente a Maxwell, quien, según el alemán, experimenta una más viva satisfacción creando modelos imaginables³⁰. Duhem, también se hace solidario con las opiniones de Hertz sobre la teoría de Maxwell. La aceptación posterior de las ecuaciones de Maxwell, pero no con la interpretación mecánica que éste quiso sostener, fue la opción adoptada por la corriente convencionalista.

La posición en este tema es de vital importancia, ya que tanto Helmholtz como Hertz, sobre todo este último, influyeron decisivamente en Wittgenstein, y a través de él, en el Círculo de Viena. De una dudosa interpretación de Wittgens-

29. Donald G. Miller: Op. Cit., p. 43.

30. Pierre Duhem. *La théorie Physique*, p. 146.

tein por parte del Círculo de Viena, surgen algunas de las diferencias entre el positivismo duhemiano, el del Círculo de Viena y el posterior positivismo radical de Husserl (que recuerda en cierta medida a Avenarius). Por otra parte, en Duhem las teorías científicas tienen por objeto no explicar, sino, representar las leyes experimentales³¹. También los modelos mecánicos representan la realidad, sin embargo, son criticados por Duhem. La noción de «representación» cuyo auge fue debido a Kant y Schopenhauer tiene un doble sentido, por una parte se acerca a lo sensorial y perceptual, al empirismo, y así se conserva en la óptica fisiológica de Helmholtz, en la psicología de Mach e incluso en los primeros escritos de Carnap, y por otra, se aproxima al término «idea» de la tradición racionalista, o a la «representación gráfica» en la física actual. En este sentido la emplea Hertz en su mecánica y así la toma Wittgenstein³².

Esta diferenciación tiene su relevancia en Duhem, como detallaremos más adelante, pero en todo caso, el científico francés, se mantuvo alejado de las posiciones fisiologistas de Mach y Helmholtz (resucitadas más tarde en el «Aufbau» de Carnap).

Duhem coincidía con Mach en cuanto a su rechazo absoluto de la metafísica en cuestiones científicas (recordemos las críticas de Mach a

31. *Idem.*, p. 24.

32. Sobre el tema, ver: A. Janik y S. Toulmin. *Op. Cit.*, p. 166.

los conceptos de masa y fuerza, que se convierten en observacionales por definición operacional. El concepto de fuerza, desterrado por Hertz, de la mecánica, dio lugar a las nuevas tendencias más cinemáticas y logicistas que asumió Pierre Duhem).

Tanto Mach como Duhem ven la teoría física como un recurso económico de clasificación de leyes empíricas. En este punto Duhem apela directamente a la autoridad de Mach: «Une telle condensation d'une foule de lois en un petit nombre de principes est un immense soulagement pour la raison humaine... La réduction des lois physiques en théories contribue aussi à cette économie intellectuelle en laquelle M. E. Mach voit le but, le principe directeur de la science³³. Aquí, Pierre Duhem, hace referencia al trabajo de E. March titulado «La mécanique: exposé historique et critique de son développement» (París, 1904. C. IV, art. 4: La science comme économie de la pensée, pág. 449). Incluso la génesis de esta idea es similar en ambos pensadores, ya que Duhem estima que su teoría de la ciencia nace de su actividad como profesor y de la contemplación y estudio minucioso de su historia. También de su experiencia como científico. Mach, por su parte, afirma que «L'idée d'une économie de la pensée se développa en moi par mes expériences professorales dans la pratique de le enseignement... cette idée doit toujours avoir été un bien

33. Pierre Duhem: *La Théorie Physique*, p. 27.

commun à tous les investigateurs qui ont réfléchi sur la recherche en général»³⁴.

En definitiva, Duhem, toma como antecedentes las definiciones que dan Mach y Kirschhoff de la teoría física: «Mach a défini la physique théorique comme une représentation abstraite et condensée des phénomènes naturels; G. Kirschhoff a donné comme objet à la mécanique de décrire le plus complètement et le plus simplement possible les mouvements qui se produisent dans la nature»³⁵.

En sus devaneos logicistas y en su metodología fenomenológica, y, por tanto, próxima a las concepciones cinemáticas, el punto de vista de Pierre Duhem es ciertamente cercano a los dos mencionados.

Pero no dejemos que la caza y captura de influencias nos impida ver la originalidad de la obra duhemiana. Al francés, debemos una exposición clara y pormenorizada, argumentada desde el terreno del análisis lógico y desde la historia, del postulado de simetría entre verificación y falsación. De aquí parten sus tesis Holistas que, resultan también punto candente, central y original en su filosofía de la ciencia.

En cuanto a las relaciones entre teoría y experiencia es el mismo autor quien reivindica su originalidad: «nous pensons avoir le premier formulé cette analyse dans un article intitulé: "quel-

34. E. Mach: *La mécanique: exposé historique et critique de son développement*. Paris, 1904, p. 360.

35. Pierre Duhem. *La Théorie Physique*, p. 76.

ques réflexions au sujet de la physique expérimentale" (Revue des questions scientifiques, deuxième série, t. III, 1984)». El análisis en concreto desemboca en la formulación de esta tesis: «Une expérience de physique n'est pas simplement l'observation d'un phénomène; elle est, en outre, l'interprétation théorique de ce phénomène»³⁶. Aquí se inserta la cuestión de los términos teóricos y observacionales retomada últimamente por el estructuralismo metacientífico.

Citaremos también, como dato propio de la obra duhemiana, su costumbre de apoyar las tesis que defiende en abundantes datos históricos. Al hilo de ello, hemos de pensar que la ciencia de la Edad Media ha sido, prácticamente, un descubrimiento de Pierre Duhem. Había permanecido enterrada entre prejuicios renacentistas y oscurantismos ilustrados.

Resulta particularmente innovador su concepto de «clasificación natural», con el que se pone fuera de todo instrumentalismo exacerbado. Con él, introduce el sentido común en la epistemología científica, relaciona la ciencia con sus raíces, comunes a todo conocimiento humano, e introduce un cierto irracionalismo estético en el proceder científico, que tendrá su réplica en Kuhn y Feyerabend. Procede, por último, a diseñar una nueva actitud del científico ante la realidad religiosa y ante la ciencia metafísica. Esta postura, aún hoy, es poco comprendida, y sigue habiendo

36. Pierre Duhem: *La Th. Ph.*, p. 217.

quien pretende bautizar la ciencia o conciliarla con la religión. Ya no es común la postura anti-científica por parte de los creyentes, pero sí lo es, la posición contraria. A veces topamos con quien descalifica la religión desde posiciones pretendidamente científicas. No obstante, aunque queden todavía residuos decimonónicos, parece que avanzamos hacia una comprensión de la divergencia de dominio que independiza ciencia positiva y ciencia metafísica (o religión). Pierre Duhem ha contribuido a ello.

II PIERRE DUHEM: CIENCIA, HISTORIA Y ENSEÑANZA

I. Una vida dedicada a la enseñanza

En la peripecia vital de Pierre Duhem influyó sobremanera su particular modo de ver la ciencia, así como sus profundas creencias religiosas y su pensamiento político. Todas estas poderosas fuerzas engendraron un juego de amistades y enemistades que le valieron años de exilio cultural. A menudo se dice que las circunstancias biográficas de un autor modelan, o al menos matizan, su obra. En Duhem, podríamos pensar que fue a la inversa. Dada su inclinación al análisis lógico y a la mentalidad apriorística, no es extraño que tejiese su vida desde sus convicciones. Éstas le llevaron a rechazar puestos y prevendas. Por todo ello es conveniente echar un vistazo a la vida del autor que es, además, poco conocida en nuestro ambiente cultural.

Pedro María Mauricio Duhem nació el 10 de junio de 1861. En París. Murió el 14 septiembre de 1916 en Cabrespine. Su padre, un representan-

te comercial, era nativo de Rouvaix. Su madre, una parisina de familia burguesa, originaria de Cabrespine, un pequeño pueblecito en las «Montagnes Noires», cerca de Carcassonne. Ninguno de sus parientes próximos había destacado en actividades científicas. Él era el mayor de cuatro hermanos, dos de los cuales murieron a temprana edad. Duhem recibió educación privada hasta los once años, edad a la que ingresó en el colegio «Stanislas», un liceo católico donde podía prepararse para entrar en la Escuela Normal Superior o en la Escuela Politécnica. En estos centros estudiaba la élite de la sociedad francesa. Durante su estancia en el colegio mostró interés por diversas materias, como el latín o el griego, y las matemáticas, la historia o la termodinámica, que le fue presentada por Jules Moutier. Gracias a su habilidad para las lenguas clásicas podría, más tarde, realizar su gran tarea investigadora en ciencia medieval. Tras su estancia en el Stanislas, hubo de optar entre la escuela Politécnica (que le aconsejaba su padre) y la Normal Superior, preferida por su madre, ya que ésta temía que con los estudios tecnológicos y científicos, el joven Pierre perdiese su fe. La opción, finalmente, fue la Escuela Normal, pero dentro de ella, estudios científicos. En los exámenes de acceso obtuvo el número uno. Según él, los años pasados en este centro fueron ciertamente felices, debido al estímulo intelectual y a las posibilidades de investigación que ofrecía. En el examen de licenciatura en 1885, obtuvo también el número uno.

En el mismo año, superó con el mismo número el examen de agregado en física.

Ya en 1884 había publicado un trabajo sobre potenciales químicos. También en 1884 presentó su tesis doctoral, antes de haberse licenciado. La tesis contenía, como hemos indicado, ataques contra algunos criterios de Berthelot, quien se ocupó de que fuese rechazada, Duhem, no obstante, la publicó. A partir de aquí, Berthelot y sus amigos se encargaron de bloquear durante años la carrera de Pierre Duhem.

Después del rechazo de la tesis, permaneció en la escuela Normal otros dos años, hasta que tuvo preparada otra tesis, esta vez para doctorarse en matemáticas, sobre magnetismo. Fue aceptada en 1888. Durante sus cinco años en la Escuela Normal publicó treinta artículos y un libro.

En 1887 fue nombrado «Maître des conférences», en la facultad de Ciencias de Lille. Allí empezaron a tomar forma sus ideas «energetistas». Su extraordinaria habilidad como profesor se hizo evidente, y los estudiantes se apuntaban en masa a sus cursos, impresionados por un profesor que realmente se ocupaba de ellos. También fue en Lille donde conoció a la que sería su esposa, Adèle Challyet. Se casaron en octubre de 1880. Su primera hija nació en septiembre de 1891. En 1892 murieron la señora Duhem y su segunda hija. La vida matrimonial de Pierre Duhem había sido tan feliz como trágicamente corta. No se volvió a casar y volcó toda su actividad en su trabajo y su hija.

En el terreno profesional tuvo de nuevo problemas, y tras una agria discusión con el decano de Lille, que le costó la pérdida de dos de sus mejores amigos, pidió el traslado (1893). Durante su estancia en Lille (6 años) publicó tres libros y cincuenta artículos. De no ser por la oposición de Berthelot y Le Châtelier, Pierre Duhem hubiese sido nombrado para ejercer la docencia en París. No fue así. Obtuvo el puesto de «Maître des conférences» en Rennes. Pasado un año, Duhem pidió de nuevo el cambio. Una vez más le fue negado un puesto en París. Se le nombró encargado de curso en Bordeaux. Pensó rehusar el cargo, pero sus amigos le convencieron para que continuara. Pensaban que ese era el camino que le llevaría a París. Aceptó el puesto en 1894, y en 1895 fue nombrado profesor de física. Durante los restantes veintidós años de su vida permaneció en este puesto y no fue atendida su aspiración de enseñar en París.

Sus magníficas dotes pedagógicas llegaron a convertirse casi en legendarias. Sus cursos y conferencias eran modelo de perfección y lucidez. Cuidaba hasta el extremo la precisión y coherencia lógica.

Su aislamiento en Bordeaux limitó el número de sus discípulos, ya que los mejores alumnos iban a París. La falta de influencia académica era lo que más afectaba a Duhem en toda esta situación. Los más destacados de sus discípulos fueron Lucien Marchis, Émile Jouguet y Louis Roy. También influyó Duhem en Jacques Hadamard,

introduciéndolo al trabajo de Herglotz sobre las ondas.

En 1900 fue nombrado corresponsal de la Academia de Ciencias (sección de mecánica). Cuando en 1913 fue creada una clase de miembros no-residentes de la Academia, Pierre Duhem fue uno de ellos. Hasta entonces, para ser miembro de la Academia, era necesario residir en París.

El trabajo de Pierre Duhem estuvo dominado en cada época de su vida por intereses diversos. Entre 1884 y 1900 trabajó sobre todo en termodinámica y electromagnetismo. También de 1913 a 1916 fueron estos temas el centro de su investigación. Su obra filosófica data del período comprendido entre 1904 y 1916, aunque algunos de sus libros tienen su origen sobre el 1885. La hidrodinámica y elasticidad constituyeron su objetivo científico entre 1900 y 1906.

Pierre Duhem escribía de forma constante y metódica. A su muerte dejó unos manuscritos listos para la imprenta. Fueron los cinco últimos volúmenes de «Le Système du Monde», publicado en 1954, después de cuarenta años de esfuerzo para que viesen la luz, por parte de su hija Hélène.

A partir del momento en que su hija se fue a París a completar sus estudios, Pierre Duhem vivió solo, en Bordeaux, trabajando constantemente. Las vacaciones las pasaba con su hija en una casa heredada de su madre. Para relajarse pintaba paisajes con tinta o carbón. La afición a la pintura le venía de lejos, ya en el Stanislas y en

la Escuela Normal tenían fama sus caricaturas.

Estuvo bastante alejado de la vida social y del ambiente universitario. Sólo a partir de 1913, cuando fue nombrado miembro no-residente de la Academia de Ciencias, pareció resurgir un poco. Se interesó por la Asociación de Estudiantes Católicos, de la que fue miembro activo. También contribuyó en la ayuda a huérfanos y viudas de la Primera Guerra Mundial.

En el verano de 1916 Duhem y su hija fueron a Cabrespine con su programa habitual de trabajo, paseo y dibujo. El 2 de septiembre, tras un largo paseo, Pierre Duhem sufrió un ataque de corazón. Cuando parecía recuperarse, sufrió un segundo ataque. Doce días más tarde, mientras dibujaba y charlaba con su hija, a consecuencia de estos ataques, falleció.

Dejó inacabado «Le Système du Monde», su principal obra como historiador. De esta faceta de su actividad pasamos a ocuparnos a continuación.

2. También la ciencia tiene su historia

La obra historiográfica de Pierre Duhem es amplísima, y ha contribuido a que se le conozca en mayor medida que su actividad como científico, aunque él se considerase a sí mismo como un físico teórico, no como un historiador de la ciencia: «Je suis théoricien de la Physique, ou j'enseignerai la physique théorique à Paris, ou je

n'y rentrerai pas»¹. Esta fue la respuesta de Pierre Duhem a un ofrecimiento para que presentase su candidatura a la cátedra de Historia de la Ciencia en el «College de France». No obstante, escribió numerosos trabajos históricos. Entre los más representativos, citaremos: «Études sur Leonard de Vinci, ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu» (Herman, París, 1906-13), «L'évolution de la mécanique» (Joanin, París, 1903), «Les origines de la statique» (Hermann, París, 1905-6), «Les théories électrique de J. C. Maxwell: étude historique et critique» (Hermann, París, 1912), y, por supuesto, su máxima obra histórica que representa entre otras cosas un verdadero reencuentro con la ciencia medieval tan largamente olvidada: «Le système du monde: histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic» (Hermann, París, 1913-59).

Trataremos aquí de abordar la obra historiográfica sólo en la medida en que se articule con la filosofía de la ciencia, ya que es éste el centro de nuestro interés. De todas formas, el pensamiento de Duhem es bastante compacto y unificado. A todos sus escritos subyace una semejante constelación de intereses y motivaciones. Tanto en física como en filosofía de la ciencia o historia, podemos encontrar un hilo conductor que unifique su trabajo. El propio autor consideraba el estudio de la ciencia desde el punto de vista histórico como algo totalmente asociado a la práctica científica.

1. P. Humbert: *Pierre Duhem*, p. 18.

La Historia de la Ciencia cumple en primer lugar una función pedagógica y propedéutica en la formación de los científicos. El recurso pedagógico a la Historia permite la elección de ejemplos especialmente claros y probatorios, y nos facilita un encuentro con el hombre que hace física. Convierte esta disciplina en una más de las humanidades. Vemos como la teoría física es obra de mujeres y de hombres, como lo técnico o lo artístico. Imprimimos un cierto calor a una disciplina que sin historia, se presenta como «verbo divino» o extraña verdad advenida e inhumana de tan objetiva que se reputa. A través de la historia sale a la luz el aserto de Pierre Duhem: «De Platon jusqu'à nous, elles sont demeurées les mêmes, les facultés dont la raison humaine dispose pour rechercher le vrai»².

También en la diacronía vemos nacer y crecer conceptos, transformarse o desaparecer. Vemos como el idioma de la ciencia es vivo y cercano. No se escriben las fórmulas en mármol como nos parecía en nuestros días de escolares. W. Heisenberg cita a Goethe para dar una imagen del lenguaje científico. En *El Fausto* se dice: «Para mí la fábrica del pensamiento/ es como la pieza maestra del tejedor/ donde el pedal mueve miles de hebras,/ la lanzadera sube y baja,/ las hebras, invisibles, vuelan,/ y a cada golpe se entrelazan sin cesar./»³

2. Pierre Duhem: *La Science Allemande*, p. 93.

3. Citado por W. Heisenberg *Más allá de la Física*. B.A.C. Madrid, 1974, p. 108.

Pensamos, con Duhem, que sólo una visión histórica de la física nos acerca al centro de su naturaleza, donde late lo humano y lo vivo. Estas dos características se ponen de manifiesto cuando Pierre Duhem se pregunta «pourquoi, dans la formation intellectuelle de chaque homme, n'imiterions-nous pas le progrès par lequel s'est formée la science humaine?», e introduce una comparación según la cual este proceso educativo sería parecido a «les métamorphoses par lesquelles un être passe de l'état d'embryon à l'état adulte (qui) reproduisent, disent les naturalistes, la lignée, réelle ou idéale par laquelle cet être se rattache à la sauche première des êtres vivants»⁴. En definitiva, y resumiendo, el método legítimo, seguro y fecundo para preparar un espíritu para recibir una hipótesis científica es el método histórico⁵.

Pero nuestro autor da un paso más, y coloca la historia en la base de su filosofía de la ciencia: «nos considérations de logique sur la méthode propre à la physique ne peuvent être sainement jugées que si on les confronte avec les enseignements de l'histoire»⁶. Es más, «faire l'histoire d'un principe physique, c'est, en même temps, en faire analyse logique»⁷. Es decir, el estudio de la historia ha servido para la génesis de sus ideas me-

4. Pierre Duhem: *La Th. Ph.*, pp. 408-409.

5. Ver *la Th. Ph.* p. 421.

6. Notice sur les titres et travaux (in mem. de la soc. des sc. phy. et nat. de Bordeaux, 7.^e serie I.^o cahier, 1917), p. 138.

7. *La Th. Ph.*, p. 410.

tateóricas, según confiesa el propio Duhem. Fue a partir de este estudio y de su intento de exponer con claridad las teorías físicas a sus alumnos de Lille, como surgió su epistemología: «C'est ainsi que les nécessités de l'enseignement par leur pression urgente et incessante, nous ont amené à produire, de la théorie physique, une conception fort différente de celle qui avait cours jusque-là»⁸.

No queda ahí la cosa, la historia de la ciencia, además de contribuir a la génesis de las ideas metacientíficas, sirve de apoyo y corroboración de las mismas a través de una doble vía. En primer lugar, haciendo historia de las ideas metacientíficas, se obtiene un cierto apoyo psicológico al comprobar que uno no está solo en el mundo defendiendo ciertos postulados, sino que éstos son compartidos por toda una tradición, que tienen tanta antigüedad como la primera ciencia matematizada (la astronomía). Estas son las cartas de nobleza de una epistemología científica. «L'épistemologie que défend Pierre Duhem est donc née dans l'antiquité. C'est à l'étude de ses vicissitudes qu'est consacré "L'Essai sur la notion de théorie physique" intitulé: ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ»⁹. El propio autor valora esta línea de confirmación de los presupuestos metodológicos: «Cette importance qu'acquiert, dans l'étude

8. Ver *la Th. Ph.*, p. 408-409.

9. Boudot: «L'Histoire des sciences selon Pierre Duhem» *Les études philosophiques*, p. 425. También en «*La Th. Ph.*» hay un apartado dedicado a ello: «Les opinions des physiciens sur la nature des théories physiques».

de la physique, l'histoire des méthodes par lesquelles les découvertes se sont faites marque, de nouveau, l'extrême différence entre la physique et la géométrie»¹⁰. Continúa el escrito afirmando que la geometría y matemática no precisan de la historia para su comprensión. Volveremos sobre este tema. De momento nos interesa remarcar la importancia concedida a la historia, no sólo de la ciencia, sino también de la metodología y epistemología científica. Son la garantía de que nuestras ideas tienen tradición y pueden beneficiarse del respaldo del sentido común, elemento éste de especial relevancia en el pensamiento duhemiano.

Hay, aún, una segunda vía de apoyo de la historia a la epistemología. La denominaremos «experimental». Es decir, si la epistemología científica es una teoría de la ciencia, la historia de la ciencia es nuestra fuente de hechos que pueden contribuir a respaldar «experimentalmente» la teoría. Hemos citado con anterioridad una frase en la que Pierre Duhem decía que los resultados que aporta el análisis lógico han de ser confrontados con las enseñanzas de la historia. Pues bien, la cosa no queda en una mera declaración de principios, sino que pasa a la práctica. En la introducción a la «*La Théorie Physique*», advierte que «nous sommes efforcé d'éclairer chacune de nos affirmations para des exemples, crignant, par-dessus toutes les choses, les discours dont on ne saisit point l'immédiat contact avec la réalité»¹¹.

10. *La Th. Ph.*, pp. 409-410.

11. *La Th. Ph.*, p. VIII.

Siguiendo este método, Pierre Duhem intentó «falsar» la concepción realista de la ciencia, mostrando cómo conduce inevitablemente a la pérdida de autonomía de la física frente a la metafísica, de este modo, las teorías físicas no obtendrían un asentimiento general. La consecuencia funesta sería que la ciencia positiva se vería arrastrada por la metafísica fuera del seguro camino que, según Kant, recorre. Comenzaría lo que Duhem ha dado en llamar «la querrela de las causas ocultas», según la cual cada escuela hace colar sus presupuestos metafísicos como normas metodológicas y requisitos mínimos de inteligibilidad de la ciencia, acusando de no-científico a todo el que no profese sus ideas metafísicas. Duhem busca hechos históricos que confirmen esta tesis, hechos que se hayan expuestos en «La Théorie Physique», Cap. I, Apt. IV.

Aplica, también, Pierre Duhem, el método histórico contra el uso de modelos mecánicos («La Th. Ph.» Cap. IV, Apt. IX) y en la crítica del método newtoniano a través de los ejemplos de la mecánica celeste y el electromagnetismo (La Th. Ph. Cap. VI, Apt. IV-V). El estudio histórico que realiza sobre las teorías de Maxwell es utilizado para rechazar la tendencia a crear modelos mecánicos, tan en auge en la ciencia inglesa.

Donde más falta hace el método histórico, donde deviene indispensable y va más allá, incluso, que el análisis lógico, es en el combate contra las posiciones convencionalistas, ya que aquí se trata de dotar a la teoría física de un aporte

noético. Intentamos mostrar como nuestras teorías no son arbitrarias o meramente instrumentales. Tienen una relación con la realidad. Progresan hacia el ideal de «clasificación natural». Se desarrollan continuamente hacia un modelo que representa la realidad, que es imagen y reflejo de ella. De esto, claro está, no hay demostración lógica. Aquí más que al análisis hay que apelar al «bon sens» mediante la mostración diacrónica del desarrollo científico.

La historia de la ciencia es la única que puede guardarnos de las locas ambiciones del dogmatismo y del escepticismo desesperado. Esta era la opinión de Pierre Duhem, quien continúa diciendo que «en déroulant la tradition continue par laquelle la science de chaque époque est nourrie des systèmes des siècles passés, par laquelle est grosse de la physique de l'avenir; en lui citant les prophéties que la théorie a formulées et l'expérience a réalisées, elle (l'histoire de la science) crée et fortifie en lui (le physicien) cette conviction que la théorie physique n'est point un système purement artificiel; aujourd'hui commode et demain sans usage; qu'elle est une classification de plus en plus naturelle, un reflet de plus en plus clair des réalités que la méthode expérimentale ne saurait contempler face à face»¹².

A partir de aquí podemos percibir uno de los sentidos que adquiere el término «clasificación natural» en Pierre Duhem. Se relaciona estrecha-

12. *La Th. Ph.*, p. 411.

mente con el sentido común. Contribuye a la formación de éste a través del conocimiento histórico de las ciencias. Un sentido común que opera, como veremos, en el siguiente capítulo, a través de la conciencia estética, las consideraciones económicas, las convicciones metafísicas y la experiencia, tanto ordinaria como científica. Pero, un «bon sens» de personas no ajenas a la ciencia, sino curtidas en su labor diaria y conocimiento histórico de la misma. Este equilibrio sutil entre dogmatismo realista y escepticismo convencionalista, garantizado por el sentido común y la historia, es a lo que hace referencia Pierre Duhem cuando dice que «chaque fois que l'esprit du physicien est sur le point de verser en quelque excès, l'étude de l'histoire le redresse par une correction appropriée; pour définir le rôle qu'elle joue à l'égard du physicien l'histoire pourrait emprunter ce mot de Pascal: "s'il se vante, je l'abaisse; s'il s'abaisse, je le vante". Elle le maintient ainsi en cet état de parfait équilibre d'où il peut saine-ment apprécier l'object et la structure de la théorie physique»¹³.

Quizá porque todo lo que acabamos de nombrar es difícilmente formalizable, el neopositivismo clásico abandonó, desgraciadamente, este equilibrio entre enfoque histórico y análisis lógico. Sólo recientemente, y tras una pasada por la obra kuhiana hemos recuperado esta doble perspectiva de la mano de la filosofía de la cien-

13. *La Th. Ph.*, p. 411.

cia de corte estructuralista. Tal vez en este punto el espíritu del Círculo de Viena haya mostrado una cierta inmodestia intelectual.

Por otra parte la utilización de la historia para la confirmación del enfoque epistemológico o metodológico, nos sugiere una analogía con el método científico. La historia de la ciencia cumple, en este plano, el papel que en la ciencia física juega la experiencia o incluso el experimento. Cuando la metodología se convierte en normativa, los resultados obtenidos en el desarrollo científico fiel a esa norma, pueden ser tomados como resultados experimentales. El intento de que la filosofía de la ciencia sea más ciencia que filosofía, corre el riesgo de eliminar el terreno común en el que puedan dialogar las diferentes corrientes epistemológicas. Si abrimos el proceso metalingüístico que puede iterarse al infinito, y hablamos de la epistemología como una ciencia más, habría que aplicar a ésta los criterios de indeterminación de la traducción (en lenguaje Duhem-Quine) o incommensurabilidad de paradigmas (en lenguaje Kuhn). Nos quedaríamos automáticamente sin posibilidad de diálogo entre diferentes tendencias que, incluso harían una historia de la ciencia diferente, preñando así de carga teórica los hechos históricos.

Si no quiere perderse en la nada en proceso al infinito, la epistemología debe distanciarse de las ciencias naturales y conservar su enfoque filosófico. Al fin y al cabo «el conocimiento filosófico es un conocimiento racional derivado de concep-

tos; el conocimiento matemático es un conocimiento obtenido por construcción de conceptos»¹⁴. Es decir, la filosofía, toma conceptos del común acervo del lenguaje. Esto permite el diálogo filosófico. La ciencia construye sus conceptos que cobran su sentido en el seno de la estructura teórica a la que pertenecen.

El conocer humano, y la ciencia es una forma de conocimiento, no es un objeto entre objetos, no puede recibir un tratamiento paralelo al de las ciencias naturales. Este era el error que Husserl reprochaba a Descartes y un camino franco para llegar a cometerlo es, empaparse de espíritu cientifista estudiando la ciencia, y concebir la historia, no ya de un modo metafórico o analógico, sino realmente como el hecho experiencial que viene a falsar o corroborar una teoría epistemológica. En general, pensamos que Duhem, no lleva, ni mucho menos, las cosas a ese extremo. Procede, más bien, en dirección contraria y trata de extraer su valoración de la física, del estudio histórico. En menor grado, utiliza, como se tendería a hacer desde un enfoque más positivista, la historia como contraste de un a priori hipotético.

De todas las funciones que hemos visto que asume el estudio histórico podemos ir sacando consecuencias. La historia es parte esencial de la ciencia positiva. Es necesaria como apoyo pedagógico. Nos enseña el valor y la naturaleza de la

14. I. Kant: *Crítica de la razón pura*. Alfaguara. Madrid, 1978, p. 575. A 713, B 741.

teoría física e incluso nos muestra sus métodos. Todo ello equivale a decir que es parte integrante de la ciencia, ya que nos ayuda a decidir cuando hacemos ciencia y cuando no. Este punto es mucho más claro y evidente en Kuhn, donde el conocimiento del paradigma en que nos movemos es paso esencial para hacer ciencia, ya que «cada paradigma satisface más o menos los criterios que dicta para sí mismo»¹⁵ Es decir, el paradigma es la ciencia. También es relevante el estudio de la historia para Feyerabend, dado que caracteriza a la ciencia como una tradición. Sólo conociendo históricamente la tradición nos situamos conscientemente dentro de ella. En Duhem este punto puede aparecer algo más velado pero parece seguirse de todo lo dicho que el conocimiento histórico, es fundamental para la práctica científica, ya que nos muestra sus posibilidades, límites y valor. También, a veces, el sentido de sus conceptos (de momento no entramos en el tema de si los conceptos científicos tienen, además, significado en el sentido fregeano). Como ejemplo práctico de esta tendencia podemos destacar con Boudot que «au seuil de son «*Traité d'énergétique*», Duhem annonce qu'il n'y a pas de démonstration logique des principes qu'il va énoncer, mais c'est pour ajouter que cest principes comportent une justification historique»¹⁶.

Hasta tal punto está unida la historia a la

15. Kuhn: *La estructura de las revoluciones científicas*. F. C. E. México D. C., 1975, p. 174.

16. Boudot: *Op. cit.*, p. 428.

práctica científica en Pierre Duhem que, incluso, Boudot opina que «une mauvaise lecture de certains chapitres de l'histoire de la physique a probablement contribué à engager dans une impasse ses travaux scientifiques»¹⁷. En mi opinión, también influyó, para que ello fuese así, un entendimiento, no del todo correcto, por parte de Duhem, de lo que más tarde se ha dado en llamar «contexto de justificación» y «contexto de descubrimiento».

Antes de entrar en el tema del continuismo en la historia de la ciencia, vamos a detallar un par de aspectos más que nos servirán para abordar con mayor conocimiento de causa la polémica continuismo/revoluciones científicas.

Duhem considera que la historia de la matemática es puro juego floral, exquisito pasatiempo, pero en modo alguno condición para un correcto entendimiento de la matemática¹⁸. En física la historia nos ayuda más a comprender el valor gnoseológico de la teoría que la teoría misma. En matemáticas no existe la posibilidad de una relación teoría-mundo al modo de la física. La matemática es —en opinión de Pierre Duhem— un todo coherente y armónico, basado en un a priori invariable. Igual sucede con la lógica. Sirven, más bien, como criterios para juzgar la física. No son, como ella, históricas. Así la teoría física ha de ajustarse a la lógica clásica y a la matemática tradicional (geometría euclídea inclui-

17. *idem.*, p. 432.

18. *La Th. Ph.*, p. 410.

da). Esto nos permite valorar la coherencia de una teoría física desde presupuestos lógicos. He aquí otro matiz del concepto de «clasificación natural». Una teoría física se acerca más a una clasificación natural cuanto más íntegra sea su coherencia interna. Por supuesto, se aleja de este modelo si utiliza, por poner un ejemplo, geometrías no-euclidianas. «Les demandes qu'Euclides formule au debut de ses *Éléments* sont des propositions dont le sens commun affirme l'évidente vérité»¹⁹. Incluso, en general, todos los axiomas de las matemáticas «sont tirés de la connaissance commune. C'est-à-dire que tout homme sain d'esprit se tient pour assuré de leur vérité avant d'avoir étudié la science dont ils sont le fondement»²⁰. Es sorprendente que estas afirmaciones sean posteriores a los movimientos de axiomatización y a los trabajos de fundamentación de Hilbert y Cantor. El segundo texto es también posterior a la publicación de los «*Principia Mathematica*» de Russell y Whitehead.

Con esta fundamentación duhemiana de los principios matemáticos en el sentido común, vemos como nuestra segunda caracterización de «clasificación natural» se resuelve en la primera.

Lo que sí nos sugiere la caracterización de Pierre Duhem de la matemática, es que con ésta puede suceder como con el lenguaje. Hay un lenguaje común que sirve a la ciencia sólo en sus primeros balbuceos. Después éste se redefine y

19. *La Th. Ph.*, p. 404.

20. Pierre Duhem: *La science allemande*, p. 5.

transforma hasta parecernos irreconocible. Se hace lenguaje científico, al servicio exclusivo de la ciencia. La matemática también es lenguaje y parte de este lenguaje sirve para andar por la calle y, hasta hace relativamente poco, para hacer ciencia. Ahora la ciencia tiene su propia matemática y su propia geometría, cada vez más algebraica. El actual aparato matemático y geométrico de la física es, en gran medida, carente de apoyo intuitivo. Pasaron los días en que Kant podía subjetivizar el espacio y el tiempo con que jugaba la física newtoniana para explicar la sensibilidad humana. Hoy la matemática de la ciencia ha pasado definitivamente a la esfera del concepto. En ciencia física, por tanto, la matemática se ha hecho más instrumental de lo que sospechaba el propio Duhem. Desde luego, cada uno es hijo de su tiempo, esto disculpa a Kant, pero no tanto a Duhem que, tal vez, debió ampliar los límites de su holismo en función de los desarrollos de la matemática y la física (no olvidemos que la obra de Max Planck data de 1900 y sobre todo que la teoría especial de la relatividad se dio a conocer en 1905, nueve años antes de la segunda edición de «La Théorie Physique»).

Otro dato a tener en cuenta es que Pierre Duhem ha sido, prácticamente, el inventor de la historia de la ciencia medieval. Es importante, pues existe un caso espacial de revolución científica, «La Revolución Científica» por antonomasia, la que muchos historiadores identifican con el comienzo de la ciencia tal y como hoy la en-

tendemos. Este cambio significa para muchos la salida de la larga noche medieval, y el desarrollo de la ciencia a expensas de la religión, que ha ido asfixiando el pensamiento científico durante siglos. Esta postura, extrema y hasta cierto punto oscurantista, ha dominado en algunas épocas las concepciones historiográficas. Duhem la describe como propia de los que oponen «la marche toujours ascendante de la science et la décadence toujours plus profonde de la religion», de los que «dépeignent avec épouvante cette nuit de Moyen Age pendant laquelle les Écoles asservies aux agissements du christianisme, uniquement soucieuses de discussions théologiques, n'ont pas su recueillir l'héritage scientifique des grecs»²¹. A quien así piensa, Duhem trata de mostrar la inmensa riqueza científica de la Edad Media. La historia cumple aquí el papel que no pudo realizar el análisis lógico. No sólo ciencia y religión son, lógicamente independientes, sino que el espíritu científico y el religioso no son, en modo alguno, incompatibles. Copernico y Galileo —señala Duhem— son, de hecho, discípulos de J. Buridan y N. d'Oresme, maestros de la escolástica parisienne. En definitiva, como afirma Duhem en su carta a P. Bulliot, «L'enseignement qui prétend établir l'irréductible antagonisme entre l'esprit scientifique et l'esprit chrétien est le mensonge le plus colossal, le plus audacieux qui ait tenté jamais de duper les hommes... Mensonge dans le domai-

21. Citado en Helene Pierre-Duhem: Op. cit., p. 162.

ne de la logique, mensonge dans le domaine de l'histoire»²².

La actitud de Duhem en estos temas hay que valorarla desde la tradición historiográfica que había dominado la cultura desde el mismo Renacimiento. En los siglos xv y xvi son frecuentes las metáforas que buscan el distanciamiento con la época inmediatamente anterior (que no se consideraba digna de estudio). Oscuridad medieval frente a la luz renacentista, visión frente a ceguera, muerte frente a resurrección, sueño y despertar, noche frente a día. Con esta mentalidad la cultura renacentista no intentó sino volver a la luz clásica, olvidar la Edad Media.

Sin embargo, incluso estas metáforas, son de naturaleza religiosa, usadas en la Edad Media para caracterizar la oposición entre lo judío y lo cristiano, el Antiguo y el Nuevo Testamento, la sinagoga y el templo. La imagen del tiempo es pre-burguesa (y también post-cristiana en el sentido agustiniano). Se ve el tiempo como un círculo, un eterno retorno. Esta imagen apriórica influye de modo determinante sobre la historiografía²³. La rueda sube con Grecia, cae en los negros siglos de la barbarie y vuelve a la época aurea con el Renacimiento. El Renacimiento, partiendo de concepciones aprióricas, se inventa históricamente a sí mismo.

22. *Ídem*, p. 163.

23. Panofsky relata de forma admirable cómo estos conceptos se encarnan en imágenes a través del arte renacentista. Ver: «Cupido el ciego» y «El Padre Tiempo» en *Estudios sobre iconología*. Alianza Universidad. Madrid, 1979.

La Ilustración encuentra perfecta esta imagen y la utiliza profusamente. El ilustrado Calladius escribe un libro de texto en el que aparece por primera vez el esquema tripartito (Historia Antigua, Medieval y Nueva). Voltaire y los enciclopedistas califican de oscurantista, tenebrosa y dominada por la Iglesia a la Edad Media. Época sin ciencia, por supuesto. Es el ilustrado francés Bayle quien utiliza por primera vez el término Renacimiento que evidentemente responde a la abstracción histórica que trata de caracterizar. El uso del término se generaliza. En su Enciclopedia, Bayle, define «la Renaissance» en términos que se convertirán en tópicos: paganismo, recuperación de la cultura clásica tras la caída de Constantinopla, resurgimiento de la ciencia...

Hegel incrementa el apriorismo en el estudio del «surgimiento» de la ciencia, ya que coloca el Renacimiento como la aurora de la modernidad (verdadera luz). Una fase más en el desarrollo del espíritu, que ha de ser antitética con la Edad Media.

Michelet también ejerce una gran influencia en sentido similar a Hegel. Pierde su cátedra en 1843, coincidiendo con la Restauración: Esto ayuda a comprender su frontal rechazo de lo medieval. En su «Historia General de Francia» toma la imagen del Renacimiento propuesta por la Ilustración. Llega a decir que ese período histórico nació de la nada y lo caracteriza como negación absoluta de todo lo medieval. Hegel y Michelet elevan el Renacimiento a la categoría de abstrac-

ción histórica, de forma que todo «lo bueno» de la Edad Media es renacentista precoz y «lo malo» del Renacimiento es tardío medievalismo, esto permite a Michelet salvar a Pedro Abelardo o a Dante.

J. Burckhardt, bajo la perspectiva hegeliana, sigue caracterizando el Renacimiento como una época autónoma, irreligiosa y opuesta a la Edad Media.

Este estereotipo apriorístico, y en gran medida acientífico, no es, evidentemente, el que se mantiene hoy día. Ello es debido, en gran parte, a la ruptura de la idea, renacentista e ilustrada, que se tenía habitualmente de la Edad Media. Este hecho ha sido posible desde dos frentes. Por un lado, la historia económica, que permite a autores como López, Miskini o Cipolla, fijar el verdadero renacimiento económico de Europa entre los siglos XI y XII. Por otro lado, la historia de la ciencia. Leonard Olsch, en su «Historia de la Literatura científica Moderna» pone de manifiesto la importancia de la tradición científico-tecnológica (artesanal) de la Edad Media, para el surgimiento de la ciencia moderna. Posteriormente, Koyré realiza multitud de estudios sobre aspectos de la ciencia medieval, Kuhn la tiene presente en todos sus libros históricos. Thorndike en «A history of magic and experimental science» muestra como los desarrollos renacentistas tienen mucho que ver con la Edad Media; como la química nace de la alquimia medieval y llega a cuestionarse acerca de la originalidad y supe-

rioridad de la Edad Media sobre el Renacimiento. George Sarton en «An Introduction to the history of science» tras reivindicar la ciencia medieval, observa como, en muchos sentidos, en el Renacimiento se produce un retroceso. Es una época inundada de concepciones mágicas. En fin, la lista podría seguir, pero antes de que se produjese toda esta explosión de historiografía medieval, existía un ambiente totalmente negativo hacia el tema. Esta era la situación preduhemiana. Contra ella luchó Duhem. Koyré en «Los orígenes de la ciencia moderna. Una interpretación nueva», relata perfectamente esta situación: «desde los tiempos heroicos de Pierre Duhem, de energía y saber asombrosos, al que debemos la revelación de la ciencia medieval, un gran número de trabajos se han dedicado a esta última. La publicación de las grandes obras de Thorndike y de Sarton y, en estos últimos diez años, las de las brillantes investigaciones de Anneliese Maier y de Marshall Clagett, por no hablar de otra multitud de estudios, han ampliado y enriquecido nuestro conocimiento y nuestra comprensión de la ciencia medieval»²⁴.

Apenas surge en nuestro panorama cultural la ciencia del medievo, aparecen las consiguientes disputas sobre su interpretación, sobre todo desde el punto de vista dinámico de la evolución (o revolución) histórica de las teorías científicas. El texto de Koyré nos lleva directamente a la

24. Koyré: *Estudios de Historia del Pensamiento Científico*. Siglo XXI, Madrid, 1977, p. 51.

cuestión: «y, sin embargo, el problema de los orígenes de la ciencia moderna y sus relaciones con la Edad Media, sigue siendo una «quaestio disputata» muy vivamente debatida. Los partidarios de una evolución continua, al igual que los de una revolución, se mantienen en sus posiciones, y parecen incapaces de convencerse los unos a los otros. Esto, en mi opinión, mucho menos porque estén en desacuerdo sobre los hechos que por que lo están sobre la esencia misma de la ciencia moderna, y, por consiguiente, sobre la importancia relativa de algunos caracteres fundamentales de esta última»²⁵. Parece correcta la opinión de Koyré. La polémica sobre el continuismo científico, acaba siendo la lucha entre dos concepciones diferentes de la ciencia. La relación entre la ciencia medieval y lo que se ha dado en llamar ciencia moderna es tan sólo un ejemplo, paradigmático si se quiere, de esta situación. Sólo así podemos explicarnos el desacuerdo entre los Duhem, Crombie, M. Clagett, E. Grant y los críticos de la línea duhemiana, como Rosen, A. Koyré, A. Maier, Hanson o el mismo Thomas Kuhn. No hay, aquí, una mera discrepancia sobre una cuestión historiográfica, sino una disensión bastante más profunda que trataremos de sacar a la luz.

A favor del continuismo, Duhem aduce una serie de avances científicos de los últimos siglos de la Edad Media. Citaremos esquemáticamente

25. Koyré: *Op. cit.*, p. 51.

los desarrollos más relevantes, por ser de gran importancia para tener una correcta visión del tema:

Para Thierry de Chartres (muerto en 1150), era imposible entender la cosmología bíblica sin ayuda de las matemáticas. La escuela de Chartres se ocupó, también, de desarrollar una cosmología y una teoría de la caída de los cuerpos muy ligada a la explicación platónica. Guillermo de Conches (1080-1145) adoptó una forma de atomismo basada en la combinación de las ideas de Platón con las de Lucrecio.

Las escuelas del norte de Francia y algo más tarde la de Oxford se estaban beneficiando de las traducciones de textos griegos y árabes que se realizaban en Toledo y en el sur de Italia. Entraban de nuevo en el mundo occidental la física aristotélica y la astronomía ptolemaica. Esto combinado con la tradición platónica ya existente a lo largo de toda la Edad Media, produjo avances teóricos muy notables. Se pudo combinar el matematismo pitagórico-platónico con el empirismo de corte aristotélico²⁶. Comenzó a prestarse atención y a conceder importancia a la Naturaleza gracias al aristotelismo, y se estuvo en posición de aplicar la matemática a su estudio gracias a la tradición platónica. A esto hay que añadir el resurgimiento del comercio y de un incipiente capitalismo urbano en los siglos XII al XIV. Ello ge-

26. Sobre esta fértil combinación medieval, véase Koyré, *op. cit.*, pp. 16 y ss. y 150 y ss. También T. Kuhn: *La revolución copernicana*. Ariel, pp. 116-183.

nera la necesidad de técnicas apropiadas para la producción²⁷.

La matemática recibió un fuerte impulso en el siglo XIII, con Leonardo Fabonacci de Pisa, que llegó a solucionar problemas que implican ecuaciones de cuarto grado, y asimiló la matemática de Arquímedes, Euclides, Herón y Diofanto. Jordano Nemorarius desarrolla la aritmética; utiliza habitualmente letras en vez de números para generalizar sus deducciones. Campanus de Novara, hacia 1252, realizó un estudio sobre las magnitudes continuas, demostró también, por reducción al absurdo, la irracionalidad del número aureo. En el siglo XIV, se perfeccionó la trigonometría con John Maudit, Ricardo de Wallingford y Levi Ben Gerso. También París conoció grandes matemáticos como Alberto de Sajonia, y en Oxford Tomás Bradwardino. Nicolás de Oresme empezó a utilizar gráficas y coordenadas para la representación de trayectorias en forma de función. Las nuevas técnicas de multiplicación y división hicieron asequibles operaciones que antes requerían una gran destreza. Durante el siglo XIII también fueron escritos tratados de estática y cinemática, como el de Jordano o Pedro Peregrinus, con aportaciones teóricas interesantes. Fueron positivas, también, las investigaciones en física de representantes de la escuela de Oxford, como Roberto Grosseteste (1175-1253), que atribuye a la luz un papel capital en la producción del universo. Su

27. Ver *La revolución industrial en la Edad Media*, de Jean Gimpel. Editado en Taurus, Madrid, 1982.

óptica es, por tanto, o pretende serlo, una física. Afirma además, que para el conocimiento del mundo físico es imprescindible la geometría y la aritmética²⁸. Roger Bacon (nac. 1210), añade a la utilización de las matemáticas la del experimento. Realiza progresos en química, astronomía y física, aunque no logró desprenderse de la alquimia y la magia (recordemos, no obstante, que un científico muy posterior, como Boyle, cultivaba aún la alquimia).

Para Duhem (y también para Crombie), la condena hecha en 1277 por el arzobispo de París Étienne Tempier de 218 tesis aristotélicas (las más próximas al averroísmo), contribuyó a liberar la ciencia del aristotelismo que, en algunos aspectos, resultaba empobrecedor por la excesiva autoridad que había ejercido. Lo cierto es que durante esta época, en París, se ponen los cimientos de la moderna física teórica. Es importante para ello la postulación del vacío y del movimiento en el vacío, en contra de la tradición aristotélica. Además, se trabajaba sobre la hipótesis del universo infinito o de la existencia de una infinitud de universos. Los dos principios citados son básicos en la física newtoniana, y contribuyeron a fundamentarlos pensadores como Enrique de Gante, Godofredo de Fontaines, Ricardo de Middlenton, aunque sólo los consideraron a nivel hipotético. Nicolás de Oresme y Jean

28. Ver Crombie: *Robert Grosseteste and the origins of experimental science*. 1100-1700. Clarendon Press. Oxford, 1953 y Koyré: *Koyré: Op. cit.*, pp. 51 y ss.

Buridan sacaron mayor partido de estos principios. Desarrollaron además, la mecánica del «impetus», con alguna formulación del concepto de «impetus» ciertamente muy cercana a la que más tarde sería del de inercia. Trabajaron estos nominalistas en la construcción de teorías incipientemente matematizadas y bastante próximas a las del siglo XVII sobre la caída de los graves, la aceleración, el movimiento de los cuerpos en el vacío y, en general, la dinámica.

En astronomía, es importante considerar que Nicolás de Oresme destruyó ciertas argumentaciones aristotélicas. Puso en circulación la posibilidad de pensar en más de una Tierra, o en una Tierra en movimiento²⁹. En los escritos de Jean Buridan se encuentra, por primera vez, el intento de unir bajo las mismas leyes el cielo y la Tierra, idea ampliada y profundizada por Nicolás de Oresme.

El final de la Edad Media asistió a un progreso considerable de la biología, la botánica, la química y la medicina. Además, algunas teorías científicas fueron aplicadas en la metalurgia del hierro, en la minería y en la agricultura. Las nuevas técnicas matemáticas sirvieron para el desarrollo del comercio, la banca y la progresiva urbanización de la sociedad bajo-medieval. Pero de las ciencias y técnicas recién citadas, sólo hacemos mención. Nos interesan, sobre todo, las ciencias más matematizadas. También es interesante, aun-

29. Estas ideas son calificadas por Kuhn: *La Revolución Copernicana*).

que sólo sea mencionar, el desarrollo de las técnicas en el terreno de la óptica. Los anteojos y la lupa son invento medieval. No son, en ningún modo resultado de teorías científicas, sino del trabajo artesanal, pero lo mismo podríamos decir del telescopio, concebido antes como instrumento bélico o lúdico que como ayuda a la ciencia o resultado de la misma. La ciencia óptica a nivel teórico se encontraba estancada debido a que se investigaba sobre cristales esféricos.

Según Duhem, las líneas teóricas por las que discurriría la ciencia moderna estaban ya marcadas y muy avanzadas. Se abogaba por una matematización de la física y un método experimental (fue R. Bacon el primero en utilizar el término «*sciencia experimentalis*»). ¿Por qué entonces, se puede decir que existe una innovación revolucionaria en la ciencia moderna? La respuesta está en dependencia de una división que establece Duhem: «*Une théorie est formée de deux parties bien distinctes; l'une est la partie simplement représentative qui se propose de classer les lois; l'autre est la partie explicative qui se propose, au-dessous des phénomènes, de saisir la réalité... Le lien entre les deux parties est presque toujours des plus frêles et des plus artificiels. La partie descriptive s'est développé, pour son compte, par les méthodes propres et autonomes de la physique théorique; à cet organisme pleinement formé, la partie explicative est venue s'accoler comme un parasite...*»³⁰. Lo interesante de esta

30. *La Th. Ph.*, pp. 43-44.

dicotomía entre la descripción puramente matemática de los hechos y la explicación en clave realista de los mismos, es que permite la coexistencia de una doble dinámica científica. Así, cuando la física experimental obliga a introducir una modificación en la teoría «La partie purement représentative entre presque entière dans la théorie nouvelle, lui apportant l'héritage de tout ce que l'ancienne théorie possédait de plus précieux, tandis que la partie explicative tombe pour faire place à une autre explication»³¹. Por lo tanto, el desarrollo de la ciencia a nivel representativo es continuo, sin grandes alteraciones. Es, dicho desarrollo, quien marca, y esto es lo importante, el criterio de progreso: «Et cette tradition continue assure à la science une perpétuité de vie et de progrès».

Este criterio de progreso evita en cierto modo, el recurso a los resultados tecnológicos como criterio de progreso científico, con la consiguiente ganancia en autonomía por parte de la ciencia, que encuentra en la perfección de su estructura y coherencia interna, y en la ampliación de dominios, su propio criterio de progreso. Pero este hecho, según Duhem, permanece oculto «aux yeux de l'observateur superficiel per le fracas incessant des explications qui ne surgissent que pour s'écrouler». Aquí tenemos la otra cara de la moneda, la parte interpretativa de la teoría, la que aporta una imagen el mundo. Esta no ofrece un progre-

31. *Idem.*, p. 53.

so continuo, sino que unas teorías sustituyen a otras de modo «revolucionario» y sin posibilidad de comparación mutua. En resumen: «ce qui est durable et fécond, c'est l'oeuvre logique par laquelle elles (les théories) sont parvenues à classer naturellement un grand nombre de lois, en les déduisant toutes de quelques principes; ce qui est stérile et périssable, c'est la labeur entrepris pour expliquer ces principes, pour les rattacher à des suppositions touchant les réalités qui se cachent sous les apparences sensibles»³².

Hay, aún, otro factor señalado por Pierre Duhem que oculta el desarrollo armónico de la teoría física. Es que ésta procede como la marea. Quien mira el oleaje no se percata del movimiento general de subida. Piensa, quien ve la ciencia sin perspectiva histórica, que es un caótico ir y venir de teorías, sin darse cuenta de su continuo progreso hacia una mayor coherencia y unidad. Aquí la historia de la ciencia cumple otra importante función.

Pero, no perdamos de vista las implicaciones filosóficas que se hallan en lo que llevamos visto. Quien piense que es función de la ciencia explicar la realidad, encontrará incompleto su desarrollo mientras no se produzca tal. Es decir, mientras no se interprete convenientemente la formulación matemática. Nunca, por ejemplo, podrá identificarse la teoría de Maxwell con las ecuaciones de Maxwell, sino que se impone hallar el trasfondo ontológico que subyace a las mismas.

32. *La Th. Ph.*, p. 53.

Quien, por otra parte, piense en la ciencia como el método para hallar la estructura matemática del fenómeno, encontrará, como Duhem, que no hay razón para pasar de la descripción representativa a la explicación, y que ésta será, si acaso, un mero apoyo imaginativo.

Vemos aquí, la razón profunda de la discrepancia. Quien ve la ciencia en su aspecto representativo, juzga que avanza de modo más o menos continuo, y que las teorías no mueren, se convierten en casos límites o especiales de las anteriores, y continúan siendo apropiadas para el dominio al que históricamente han sido aplicadas.

Esto supone, a un tiempo, una perspectiva en cierto modo instrumentalista, ya que no juzgamos sobre la capacidad explicativa de una teoría, sino sobre su idoneidad para un dominio determinado. Si las teorías, no obstante, hubiesen de ser interpretadas, podrían coexistir en nuestra realidad científico-tecnológica interpretaciones inconsistentes. Todo ello nos permite, además evitar restricciones metodológicas, ya que no se pretende dar una explicación del mundo fenoménico ni una delimitación de lo que es científico y lo que no. Hay que atenerse a la utilidad del instrumento y evitar su descalificación en virtud de que no observa las indicaciones metodológicas del paradigma vigente. Duhem camina así hacia la formulación antimetodológica de Feyerabend, sin llegar a alcanzarla, ni mucho menos, debido a su consideración de la matemática tradicional y la

lógica clásica como inamovibles. Estas dos teorías marcan límites a la física. En Duhem, no todo vale. Y ello, debido precisamente, a que su instrumentalismo es sumamente matizado.

Debemos contraponer el continuismo duhemiano a la presentación que hace Kuhn del desarrollo revolucionario de las teorías. Kuhn expone maravillosamente los presupuestos epistemológicos de su doctrina. Para comprenderlo bien hay que partir de la siguiente afirmación: «Hasta ahora, sólo he argüido que los paradigmas son parte constitutiva de la ciencia. A continuación deseo mostrar un sentido en que son también parte constitutiva de la naturaleza»³³. Este es el puente que tiende Kuhn entre la ciencia y la realidad. Partiendo, dato interesante, de la estructura de la ciencia. El texto tiene un innegable paralelismo con la fórmula kantiana siguiente: «Las condiciones de posibilidad de la experiencia en general constituyen, a la vez, las condiciones de posibilidad de los objetos de la experiencia, y por ello poseen validez objetiva en un juicio sintético a priori»³⁴. Kuhn, navega, aquí, en el campo de lo apriorístico e incluso de un cierto idealismo científico. Según el punto de vista instrumentalista, una teoría va estrechamente unida a un dominio, no pretende ser más de lo que es. Funciona «como si» fuese una explicación de la realidad cuando busca ampliar su dominio. Si estas nuevas aplicaciones fracasan, continúa siendo válida en el

33. T. Kuhn: *La estructura de las revoluciones científicas*. F. C. E., México, 1975, p. 175.

34. I. Kant: *Kvr.* A 158, B 197.

dominio en que ya lo era. Si pretendemos eliminar el «como si», cuando la teoría fracasa en alguna de sus aplicaciones, fracasa en absoluto. Al desligar la teoría del dominio de aplicación real la desligamos del contexto histórico. Incluso en Kuhn, por extraño que pudiera parecer, es así: «si las teorías existentes ligan a los científicos con respecto a las aplicaciones existentes, no serán posibles las sorpresas, las anomalías o las crisis... la comunidad regresará inevitablemente a algo muy similar al estado anterior al paradigma, condición en la que todos los miembros practican la ciencia, pero en la cual sus productos en conjunto se parecen muy poco a la ciencia»³⁵. Kuhn no parece ver la posibilidad intermedia de funcionar «como si», buscando nuevas aplicaciones, hasta que la teoría sea insuficiente y haya otra alternativa en el nuevo dominio, si no, a pesar de las deficiencias, se sigue con la anterior.

En definitiva, hay un acuerdo de fondo en cuanto a los hechos entre el continuismo duhemiano y la postura de Kuhn. Por ejemplo, Kuhn habla de la posibilidad de derivar la dinámica de Newton de la relativista, como un caso especial. Al conjunto de enunciados einstenianos habría que añadirle una serie de condiciones restrictivas « $(V/c)^2 \ll 1$ », entre otras. «Este conjunto incrementado de enunciados es manipulado, a continuación, para que produzca un nuevo conjunto, N_1, N_2, \dots, N_m , que es idéntico, en la forma a las

leyes de Newton sobre el movimiento, la ley de la gravedad, etc...»³⁶

Hasta aquí es lo que Duhem llama evolución continua de la ciencia y conservación de lo que cada teoría tiene de clasificación natural. Progreso científico en el que se perfecciona la simplicidad economicista de la teoría y se amplía el dominio de aplicación. Pero Kuhn continúa diciendo que «aunque el conjunto N_i es un caso especial de la mecánica relativista, no son las leyes de Newton, O, al menos, no lo son si dichas leyes no se reinterpretan de un modo que hubiera sido imposible hasta después de los trabajos de Einstein... La transición de la mecánica de Newton a la de Einstein ilustra con una claridad particular la revolución científica como un desplazamiento de la red de conceptos a través de la que ven el mundo los científicos»³⁷. Sigue Kuhn diciendo que «los paradigmas nos indican diferentes cosas sobre la población del universo y sobre el comportamiento de esa población... son la fuente de los métodos, problemas y normas de resolución aceptados por cualquier comunidad científica madura... La recepción de un nuevo paradigma frecuentemente hace necesaria la redefinición de la ciencia correspondiente»³⁸. Es decir, al nivel de la interpretación objetiva y ontológica de la teoría física sí se dan revoluciones, que, incluso, acaban por decidir qué métodos son propios de la ciencia. En definitiva, qué es la

35. Kuhn: *La estructura de las revoluciones científicas*, p. 162.

36. Kuhn, op. cit., p. 163.

37. Kuhn, op. cit., pp. 163-165.

38. Idem.

ciencia y qué no es. Este fenómeno también está visto y relatado por Duhem, a él dedica todo un apartado en «La Théorie Physique», titulado «La querelle des causes occultes». En él, Duhem, muestra como las diferencias entre formas de ver el mundo dispares se zanzan con mutuas acusaciones de anticientifismo. Esta es la segunda parte de las dos en que Duhem divide la teoría física. La parte explicativa, que se mueve de forma convulsa e inconexa.

Vemos como, en definitiva, las diferencias entre Kuhn y Duhem están menos en el terreno historiográfico que en el epistemológico.

La estrategia de corte instrumentalista consiste en ligar una teoría al dominio de aplicación para el que fue diseñada, sin perjuicio de que se pueda actuar «como si» esa teoría fuese universalmente válida, para intentar ampliar el dominio. Esta estrategia liga las teorías a un tiempo y a una circunstancia histórica. Si son útiles en un dominio dado, se pueden considerar cerradas en relación a ese dominio, aún cuando sean sustituidas en otros³⁹. La visión realista de la ciencia (simplificando, para aclarar las conclusiones) universaliza la teoría, la extrae de su contexto, es menos histórica y más idealizadora. La tendencia actual es más pragmatista. Stegmüller y Ulises Moulines han trabajado en la clarificación formal

39. Heisenberg considera cerradas en este sentido teorías como las leyes de Arquímedes o la mecánica de Newton. Válidas en todo tiempo, con la exactitud requerida para el dominio que fueron diseñadas. Heisenberg: *Más allá de la física*. B. A. C. Madrid, 1974, pp. 252-253.

de conceptos pragmáticos de Kuhn y Lakatos, además de introducir en la representación conjuntista de teorías «piezas del mundo real», como por ejemplo, el conjunto de aplicaciones *propuestas* para una teoría⁴⁰.

Volvamos ahora, con nueva luz, sobre lo que podríamos llamar «la revolución primera».

En la Edad Media, aparte de los avances científicos reseñados, se había desarrollado una filosofía crítica de la ciencia realmente avanzada. El probabilismo y el ficcionalismo, ligados al nominalismo, tuvieron que vérselas con el realismo aristotélico. Con respecto al probabilismo, son interesantes los logros alcanzados en el siglo XII. En esta línea estuvieron Nicolás de Autrecourt y Pierre D'Ailly. En éste último, como en otros muchos medievales, el probabilismo científico coexiste con un profundo fideísmo. El mismo R. Grosseteste hablaba de que las teorías de la ciencia física no están rigurosamente demostradas como las de las matemáticas. Sólo son probables. La cima de la especulación medieval en este sentido, fue Ockam. Fue él quien logró separar suficientemente los lenguajes científico y teológico. Fundamentó sobre bases sólidas un ficcionalismo científico y su crítica del conocimiento científico sólo fue superada con Kant.

La ciencia moderna, según Duhem, representó un avance sobre la medieval. Pero su epistemología derivó hacia posiciones realistas. Por consi-

40. Ver Stegmüller: *La concepción estructuralista de las teorías*. A. U. Madrid, 1981, p. 42.

guiente, trataron de interpretar sus teorías y de creer en sus interpretaciones. En este punto se distanciaron de la ciencia medieval. Su paradigma les dotó además de una redefinición de lo científico como búsqueda de la explicación del fenómeno a través de la teoría física. Dado este paso, sólo quedaba decir que en la Edad Media no hubo tal actividad científica. Reinterpretada de este modo, coincidente con el espíritu duhemiano, la «revolución» sólo se dio en el terreno epistemológico y fue dudosamente progresista.

En este contexto hay que entender la siguiente afirmación de Duhem: «*Bien des philosophes, depuis G. Bruno, ont durement reproché à Andre Osiander la préface qu'il avait mise en tête du livre de Copernic. Les avis donnés à Galilée par Bellarmin et par Urbain VIII n'ont guère été traités avec moins sévérité depuis le jour où ils ont été publiés. Les physiciens de notre temps ont pesé plus minutieusement que leurs prédécesseurs l'exacte valeur des hypothèses employées en astronomie et en physique; ils ont vu se dissiper bien des illusions qui, naguère encore, passaient par certitudes; force leur est de reconnaître et de déclarer aujourd'hui que la logique était du parti d'Osiander, de Bellarmin et d'Urbain VIII, et non pas de parti de Kepler et de Galilée; ceux-là avaient compris l'exacte portée de la méthode expérimentale et qu'à cet égard ceux-ci s'étaient mépris*»⁴¹.

41. Pierre Duhem: ΣΩΖΕΙΝΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ: *Essai sur la notion de théorie physique*, p. 156.

En definitiva, para Duhem, la historia es parte de la ciencia y se articula totalmente con su concepción epistemológica.

3. Contribuciones científicas: termodinámica y enfoque «energeticista»

Nos interesa la actividad científica de Duhem en la medida en que es reflejo o resultado de las posiciones metacientíficas sostenidas por él, o bien factor considerable en la génesis de su filosofía de la ciencia.

Si hubiese que enmarcar la obra científica de Pierre Duhem dentro de una escuela o tendencia, no cabe la menor duda de que esta sería la escuela «energeticista», junto a Helm, Ostwald o incluso Mach. Ello es así dada la temática y la metodología que aparece en los escritos de carácter científico de nuestro autor. Ambas se aproximan a los «energeticistas» alemanes.

Su obra científica es, por tanto, concordante con sus ideas filosóficas, no del todo extrañas al «positivismo crítico alemán del último tercio del siglo XIX, predecesor del positivismo lógico del Círculo de Viena», según señala Ulises Moulines, quien continúa diciendo: «a cada una de estas tres fases del positivismo [la que acabamos de citar es la tercera en la relación que ofrece Moulines] van asociadas manifestaciones secundarias o corrientes laterales». Por ejemplo «al positivismo crítico alemán del último tercio del siglo XIX

[Moulines asocia] la escuela «energética» alemana de Helm y Ostwald en la transición del XIX al XX»⁴².

Los temas sobre los que incide el trabajo científico son múltiples. En el que más influencia ha ejercido ha sido en lo referente a la generalización y aplicación de la termodinámica. Utilizó, con éxito, en termodinámica, la analogía entre el potencial de la mecánica clásica y los potenciales de la termodinámica general de F.J.D. Massieu y J.W. Gibbs. También Duhem trató temas como la termoelectricidad, la piroelectricidad, capilaridad y tensión superficial, mezclas de gases perfectos, campos gravitacionales y magnéticos, presión osmótica y generalización del principio de Le Châtelier. Según afirma Donald G. Miller: «His success with these problems in the period 1844-1900 link him with J.H. Van't Hoff, Ostwald, Svante Arrhenius, and Henri le Châtelier as one of the founders of modern physical chemistry»⁴³.

Una cantidad considerable de los escritos de Pierre Duhem versan sobre electricidad y magnetismo. Nunca aceptó totalmente la teoría de Maxwell, ya que, según él, adolecía de fallos lógicos en su desarrollo. Prefería la teoría electromagnética de Hermann von Helmholtz, que po-

42. Ulises Moulines: Op. cit., p. 306. Moulines se inclina por la utilización del término «energética». Tal vez sería más acertado «energetista» o «energeticista». No creo, no obstante, que compense entrar en más aclaraciones sobre el tema.

43. Donald G. Miller: Pierre Duhem. «Ignored intellect physic today», 19 (1966), 47.53.

día ser construida, en su opinión, de una manera lógica, partiendo de los experimentos clásicos fundamentales. Esta teoría que Duhem ayudó a elaborar, puede aplicarse también a costa de alguna complicación a los experimentos de Heinrich Hertz»⁴⁴.

Hasta hace poco, el trabajo científico de Duhem había sido, en gran medida, ignorado. Sin embargo, en los últimos años, las contribuciones de Duhem a la Hidrodinámica han recibido una creciente atención. Como señala Donald G. Miller, «a number of people now publishing in the "Archive for Rational Mechanics and analysis" cite Duhem quite regularly (for exemple C. Truesdell)»⁴⁵.

Entre los escritos científicos de Pierre Duhem podemos citar: «Traité d'énergétique» (Gauthier-Villars, París, 1911), «Traité élémentaire de mécanique chimique» (Hermann, París, 1897-99), «Recherches sur l'hydrodynamique» (Gauthier-Villars, París, 1903-4), «Théorie Thermodynamique de la viscosité, du frottement, et des faux équilibres chimiques» (Hermann, París, 1896), «Le potentiel thermodynamique et ses applications à la mécanique chimique et à la théorie des phénomènes électriques» (Hermann, París, 1886).

Hecha esta descripción general, podemos fijar

44. Tal vez a partir de la teoría de Maxwell también se hubiesen podido justificar los fenómenos descubiertos por Hertz. Véase Jean Cazenobe: «¿Fue Maxwell precursor de Hertz?» *Mundo Científico*, n.º 40. Octubre 1944, vol. 14, p. 944.

45. Donald G. Miller: Op. cit., p. 48.

nuestra atención en los puntos en los que teoría física y filosofía de la ciencia se relacionan.

Las dos direcciones fundamentales de la filosofía de la ciencia de Pierre Duhem se reflejan en su obra científica. Como es lógico, su personalidad es unitaria. No obstante, esto no puede interpretarse, en absoluto, como una mediatización de la ciencia por parte de las convicciones filosóficas. Precisamente ésta es la batalla que libra nuestro autor contra el mecanicismo. No se puede deducir la física de las concepciones metafísicas. En contrapartida a esta independencia lógica, puede existir un acercamiento de la teoría física a ciertas posiciones filosóficas que no han intervenido en su génesis. Se preserva así la autonomía de la ciencia positiva, que puede, no obstante, ser comparada, a posteriori, con alguna corriente filosófica. Bien es verdad que al no ser la teoría física una explicación de lo real subyacente al fenómeno, ni añade ni resta verosimilitud a las concepciones metafísicas con las que puede presentar cierta analogía.

En definitiva, la ciencia tiene una finalidad y un modo de desarrollo propio y autónomo. Los criterios de elección entre teorías no son, en modo alguno, extraídos de ninguna metafísica. Son criterios internos a la ciencia, fundados en la simplicidad, utilidad y coherencia lógicas.

Descubrimos, en la actividad científica de Pierre Duhem una doble dirección. Por un lado se desarrolla acorde con su interpretación antiempirista y antimecanicista de la ciencia, por otro,

Duhem no renuncia a la aproximación analógica de su termodinámica y su química, en ciertos aspectos, a la filosofía de la naturaleza peripatética.

La parte más significativa de su teoría física, a la que, con mayor atención debemos dirigirnos, es la termodinámica, ya que «c'est dans cette partie de son travail que transparait le mieux sa conception de la théorie physique qui fait unité de son oeuvre»⁴⁶. Helmholtz y Gibbs habían pensado conducir la termodinámica por vías paralelas a las que Lagrange había seguido en el desarrollo de su estática y dinámica racionales. Clausius y Kirchhoff opusieron a este punto de vista una termodinámica independiente de toda representación mecánica. Rankine y Duhem, dan un paso más: «La Thermodynamique ne doit pas être une science indépendante; elle doit être, au contraire, de une science qui embrasse les changements de lieu et les changements d'état. Ce qui revient à dire: la mécanique rationnelle doit devenir un cas particulier de la thermodynamique générale»⁴⁷.

Pues bien, en las exposiciones más avanzadas de la termodinámica duhemiana encontramos una teoría que se establece de una manera autónoma, fuera de la esfera de la experiencia, «dans une sphère toute formelle, more geometrico»⁴⁸, como

46. Pierre Loustaunau: «Duhem physiciens» *Le études philosophiques*, p. 434-5.

47. Idem.

48. A. Rey: «La philosophie scientifique de M. Duhem». *Revue de metaphysique et de morale*. XII (julio, 1904). pp. 699-744.

señala Abel Rey. Sólo tras haber finalizado la construcción autónoma de la teoría, ésta se confronta con la experiencia. Es cierto que la experiencia previa puede sugerir o indicar el camino hipotético-deductivo que se habrá de seguir. Pero Duhem gusta de presentar la teoría física fundada en sus raíces lógicas, no psicológicas, evitando, desde el primer momento, toda tentación realista basada en un deficiente análisis lógico.

De entrada, Duhem coloca ciertas definiciones convencionales y algunos principios arbitrarios que funcionarán a modo de axiomas y marco general que restringe y permite el desarrollo lógico de la teoría. No se busca aquí, apoyo intuitivo ni experimental alguno, sólo la máxima comodidad en la organización de nuestros conocimientos. Se pide, eso sí, como condición necesaria que no haya contradicción ni entre los términos de una proposición, ni entre proposiciones distintas.

Por ejemplo, para definir la noción de movimiento absoluto, se toman en cuenta «les mouvements des différentes parties de la matière par rapport à un certain trièdre de référence idéal, que l'on suppose tracé quelque part... nous donnerons à ce trièdre particulier auquel seront rapportés tous les mouvements dont nous parlerons le nom de trièdre absolument fixe; les axes de ce trièdre seront les axes absolument fixes; un mouvement rapporté à ce trièdre particulier prendra le nom de mouvement absolu»⁴⁹.

49. Ver Pierre Duhem: «Comentaire aux principes de la

De igual manera define «cuerpo» como un espacio conexo lleno de manera continua por una cierta parte de materia. No entra en la discusión de si los cuerpos son realmente continuos o formados por partes discontinuas muy pequeñas separadas por intervalos vacíos igualmente pequeños.

Duhem maneja, además, un concepto de mezcla un tanto especial, ya que, adoptando la teoría atómica, nunca existiría, por el principio de impenetrabilidad de la materia, una mezcla real. Sería tan sólo aparente. Duhem no hace esta distinción, y considera como mezcla la ocupación de un espacio antes ocupado por los cuerpos A y B, por el cuerpo C. Por supuesto, aquí, el concepto de espacio hace más bien referencia al lugar como límite de un cuerpo⁵⁰.

El estado de un cuerpo viene definido por un cierto número de variables que designan, no solamente la forma y la posición de las diversas partes de un sistema, sino también toda clase de propiedades y cualidades de este sistema. «Nous admettrons que l'on peut toujours choisir les variables de telle sorte que la quantité que représente la température»⁵¹. Las magnitudes designadas por estas variables son por definición, y sólo por definición, dependientes o independientes, «en sorte que des grandeurs logiquement indépendan-

thermodynamique», *Journal de mathématiques pures et appliquées*, 1932, pp. 271 y ss.

50. Idem.

51. Pierre Duhem, op. cit., pp. 271 y ss.

tes peuvent ne pas être physiquement indépendantes»⁵².

Duhem, establece dos tipos de variables: A, B..., L, que definen la naturaleza del sistema y $\alpha, \beta, \dots, \lambda$ que definen su estado. Si se conservan las cantidades A, B, ... L, pero varían $\lambda, \beta, \dots, \alpha$, estaremos representando diferentes estados de un mismo sistema. Todas las variaciones posibles de $\alpha, \beta, \dots, \lambda$, no tienen por qué realizarse, pero sí es cierto, que cualquier estado real del sistema puede ser representado por una de las posibles combinaciones de valores $\alpha, \beta, \dots, \lambda$ ⁵³.

Las variables $\alpha, \beta, \dots, \lambda$, pueden ser, todavía, de dos clases, las que no pueden variar en el tiempo si el sistema no varía en el espacio y las que sí pueden hacerlo. Si no varían las primeras, el cuerpo está en reposo. Si no varía ninguna, está en equilibrio. El estado de equilibrio tiene, pues, un sentido más completo que el de reposo y se puede aplicar a fenómenos eléctricos, magnéticos o térmicos. Sin embargo «*parmi les variables servant à définir l'état d'un système il en est une dont le rôle (dans le système ici exposé) aura une importance toute particulière; cette variable c'est la température*»⁵⁴. Esto es así dado que para que un sistema aislado esté en equilibrio, Duhem impone como condición que todas las partes materiales que lo componen estén a la misma temperatura.

52. *Idem.*

53. *Idem.*

54. *Idem.*

Queda patente, a través de lo citado, el carácter convencional que Pierre Duhem imprime a su termodinámica desde el modo de presentación de la misma. Encontramos a cada paso expresiones como «*nous choisirons*», «*nous admettrons comme exacte*», «*nous conviendrons de*». Las definiciones de «energía», «trabajo», «cantidad de calor», se presentan, también, como convenciones, sin apelar para nada a la experiencia. El principio de conservación de la energía y el principio de Carnot se deducen analíticamente de las convenciones generales más otras especiales. En definitiva, los postulados y definiciones sirven a Pierre Duhem para formular las ecuaciones de la mecánica general que se presenta como una consecuencia de la termodinámica.

Su teoría nunca apela (en su desarrollo) a la experiencia. Se construye de forma analítica. Su única conexión con el fenómeno es la posibilidad ulterior de contrastación.

Este es otro de los puntos relevantes en la teoría física de Pierre Duhem. Su estructura deductiva, su elevado grado de formalidad y matematización. Ello responde a la creencia en las estructuras de la matemática clásica que profesaba Pierre Duhem. Para él toda teoría tenía que ajustarse a esa matemática (geometría euclídea comprendida) y toda deducción a la lógica clásica. «En toda descripción matemática subyace —según afirma Gerhard Frey— un elemento de intensa actividad; toda descripción matemática es manifestación de la voluntad humana que confi-

gura e informa el universo». Esta es, exactamente, la pretensión de Pierre Duhem. Describir y hacerlo con instrumental matemático. Al presentar su «descripción» sin apoyo experimental, el formalismo es manifestación de una voluntad, convención arbitraria con fines pragmáticos. «Ahora bien —continúa Frey— la descripción matemática se va corrigiendo mediante la experiencia. El método matemático es un proceso de acción y reacción, es decir, que todo conocimiento se presenta como una especie de situación de equilibrio entre nuestra voluntad de configuración y la posibilidad de configurar que se le opone»⁵⁵. Esta descripción del método matemático sirve perfectamente para el método utilizado en la construcción de la termodinámica fenomenológica.

La teoría física es, como Duhem dice repetidas veces, un esquema algebraico. Es una expresión creativa de la voluntad de configuración que, por su mismo origen, no nos asegura en absoluto una captación efectiva de la realidad. Antes bien, resulta que la teoría física nos ofrece más conocimiento sobre el sujeto que la construye y sus estructuras que sobre el objeto que intenta describir. Esta proyección de la creatividad humana, expresada en lenguaje matemático sobre el cosmos, es, si se quiere, una antropomorfización del mismo. Al fin y al cabo, en sentido amplio, toda matematización lo es. Hay, en Duhem, un elemento que acompaña al matematismo y que lo

55. Gerhard Frey: *La matematización de nuestro universo*. G. del Toro editor, Madrid, 1972, p. 142.

convierte en lúcido y humano. Es la conciencia de todas las consecuencias que acabamos de enunciar. Duhem se sabe constructivo, creativo, en su actividad científica. Y no sueña, mediante ella, alcanzar la comprensión objetiva de la realidad. Ésta es la gran diferencia, como bien señala Abel Rey⁵⁶, con la pretensión de agotar la realidad a través de su matematización, tan propia del racionalismo cartesiano y leibniziano.

Otro punto de divergencia con el mecanicismo es la ausencia de modelos en las formulaciones teóricas. Esto es consecuencia inmediata de su enfoque fenomenológico y descriptivo. Existe aquí una coincidencia algo más que terminológica con el enfoque Husserliano de la filosofía. También Duhem pretende, para la ciencia, «un positivismo superior» que no intente ir más allá del fenómeno tal y como se muestra, que no invente causas ocultas y explicaciones pretendidamente reales. En efecto, la ciencia de Duhem, como la filosofía de Husserl, son hijas de una idéntica crisis. Crisis en la que viven y crisis que contribuyen a crear. Como señala Merleau-Ponty, el esfuerzo de Husserl responde a un problema que se planteaba en torno a 1900 y que aún se plantea hoy, «está destinado, en su espíritu a resolver simultáneamente una crisis de la filosofía, una crisis de las ciencias del hombre y una crisis de las ciencias a secas, crisis de las que no hemos salido todavía»⁵⁷.

56. Abel Rey, op. cit., p. 720.

57. Merleau-Ponty: *Les sciences de l'homme et la phénoménologie*, C. D. P., París, p. 1.

La ruptura del universo mecanicista es uno de los capítulos de la crisis finisecular. Pues, el mundo del mecanicismo «a, au plus haut degré, le mérite de l'intelligibilité»⁵⁸. La pretendida coextensión de pensamiento científico y mundo, se resquebraja. Este fenómeno aún extraña a contemporáneos de Duhem, como Abel Rey, quien afirma que «Admettre un ordre intelligible que ne puisse se traduire par une expression sensible [una teoría física sin modelo mecánico, por ejemplo] restera toujours un mystère métaphysique pour la plupart des esprits»⁵⁹. El desarrollo posterior de la física nos muestra como la ruptura de estos esquemas, a la que poderosamente contribuyó Pierre Duhem, supone, a un tiempo, una valiosa contribución al desarrollo de la teoría física.

Todas las facetas de la teoría física que acabamos de detallar acercan a Pierre Duhem a posiciones convencionalistas. Sin embargo, nuestro autor, pretende huir también del convencionalismo científico que él ve como un nuevo escepticismo. La teoría física, aunque sea de un modo indirecto, nos enseña algo sobre la realidad. Puede ser análoga, en mayor o menor medida, al mundo. Por otra parte, Duhem, confía en la metafísica aristotélica y trata de poner de manifiesto las posibles analogías entre la física peripatética y la actual física teórica. No son, estas dos teorías, estrictamente comparables, ya que tratan

58. Abel Rey. Op. cit., p. 740.

59. Idem, p. 741.

sobre cosas diferentes, pero pueden presentar ciertos parecidos conceptuales de cuya naturaleza ya hablaremos más adelante. De momento, veamos en qué puntos se puede establecer la analogía.

La mecánica clásica trataba solamente del movimiento local. Duhem pretende que la nueva mecánica se ocupe además de los cambios por los que las diversas cualidades de un cuerpo aumentan o disminuyen de intensidad, los cambios por los que un cuerpo se calienta o enfría, se magnetiza o «desimanta». La nueva mecánica incluirá, también, como movimiento las reacciones químicas, en definitiva, la mecánica aumenta su campo de acción, extiende la noción de movimiento de forma que, además del movimiento local, «elle étudiera aussid'autres sortes de mouvements dont la variété rendra à l'idée de mouvement la vaste extension que lui reconnaissait Aristote»⁶⁰.

Pierre Duhem llega hasta el punto de estimar que la termodinámica constituye una reacción contra las ideas atomistas y cartesianas, una vuelta a los principios más profundos de las doctrinas peripatéticas⁶¹. Este punto de vista se fundamenta, sobre todo, en la reintroducción de algunas cualidades en la teoría física sin necesidad de considerarlas desde el punto de vista reduccionista. Es decir, no tenemos porqué acabar asimilando las cualidades a movimientos oscuros, que se pos-

60. Pierre Duhem: «L'évolution de la mécanique». *Revue des sciences*, 1903, I, 306.

61. Idem, p. 429.

tulan siempre con la esperanza de llegar a experimentarlos. Esta actitud duhemiana puede ser tachada de oscurantista, en virtud de que se niega a otorgar explicaciones posteriores. Es, sin embargo, en gran medida, todo lo contrario, ya que impide a la ciencia positiva entrar en el terreno de la especulación metafísica sobre causas ocultas. Por otra parte, Duhem se ocupa de distanciarse de cierto escolasticismo acartonado que explica cada nuevo fenómeno con una nueva cualidad «ad hoc». Claro está que cuando Duhem habla de la escolástica, no se refiere a esta caricatura «molieresca» que no responde al grueso del pensamiento de la Escuela. Aún así, Duhem, aconseja que, en presencia de un fenómeno nuevo, el físico se pregunte, ante todo si es un efecto nuevo de una cualidad ya descubierta. Si así fuese, empleará todos los recursos del método experimental para hacer encajar el nuevo hecho en los esquemas ya establecidos ««mais lorsque ces tentatives sagement conduites, longuement et ingénieusement variées, n'auront pu obtenir cette réduction, il n'hésitera plus à voir dans le phénomène étudié la manifestation d'une nouvelle qualité première»⁶². Hemos de recordar que esto no quiere decir que la naturaleza contenga esta nueva cualidad primera, sino que nuestra teoría física es más útil y armónica considerando las cosas así.

La noción de «mezcla» o sustancia mixta de

62. Pierre Duhem: *L'évolution des théories physiques*, p. 34.

la mecánica química, también es similar a la de Aristóteles, ya que los elementos no subsisten actualmente en el seno de la mezcla, sólo existen en potencia. Esto equivale a decir que la mezcla puede ser analizada pero, dentro de ella, no permanecen los elementos que la forman aislados de hecho⁶³.

El aserto escolástico «*corruptio unius generatio alterius*» también encuentra su justo correlato en el principio de conservación de la masa en las transformaciones químicas.

Hasta aquí las analogías, que derivan todas de una misma raíz común, a saber, el método de análisis lógico seguido por Aristóteles, que es, en opinión de Pierre Duhem, comparable al análisis conceptual de la ciencia moderna. Fuera de esto, ambas disciplinas son totalmente heterogéneas. Este análisis consiste en describir lo que hay en cada noción aportado verdaderamente por la experiencia y rechazar severamente los ornamentos parásitos añadidos por la imaginación. En la ciencia moderna se introduce así, el factor dinámico de la experiencia, convertida en experimento y apoyada por un instrumental cada vez más sofisticado y dependiente de la teoría. Ello hace que el aporte experimental puesto a nuestro alcance sea variable y las conclusiones y el análisis, por tanto, revisables. De esta forma, podemos llegar a planteamientos totalmente diversos, en algunos casos, de los sostenidos por Aristóte-

63. Pierre Duhem: *La mixte et la combinaison chimique*, pp. 191-192.

les, que sólo contaba con la experiencia cotidiana. Pierre Duhem pone como ejemplo de esto último el caso de la teoría del movimiento local.

No está de más recordar que hay independencia lógica entre los presupuestos escolásticos y la física duhemiana. Difieren en su objeto y, salvo lo dicho, en sus métodos. También en su aporte noético.

No es Pierre Duhem el único que encuentra ciertas analogías entre la tradición aristotélica y la física moderna (en el caso de Duhem su termodinámica y mecánica química). También Heisenberg, por poner un ejemplo significativo. Este autor señala que la probabilidad de que acaezca un hecho en la mecánica cuántica presenta una importante analogía con el concepto aristotélico de «potencia» y al átomo actual es, en cierto sentido, análogo al platónico. Sin embargo, también se preocupa de dejar muy claro que estas relaciones que se pueden establecer entre física y filosofía, no son nunca lo suficientemente estrechas como para aportar una clave decisoria entre sistemas en competencia⁶⁴. Es decir, hay una absoluta independencia lógica entre ambas. Se juega, como en el caso de Duhem, en el terreno de la analogía. Ningún sistema físico supone unas determinadas concepciones metafísicas, ni a la inversa.

Habría que matizar, en qué medida, la lectura que Duhem realiza de ciertos capítulos de la His-

64. Ver W. Heisenberg, op. cit., pp. 13 y ss.

toria de la Ciencia, por una parte, y sus convicciones filosóficas, por otra, han podido mediatizar su desarrollo como científico. Quizá esté en lo cierto Boudot cuando afirma: «il n'est pas interdit de penser que s'il en fut ainsi [hace referencia al hecho de que Duhem no alcanzase en física la influencia y prestigio que le correspondieron como historiador y metodólogo], c'est parce que, docile disciple d'Aristote, il n'a pas saisi le sens profond du mécanisme et a abordé la lecture de Descartes avec un jugement prévenu»⁶⁵. En mi opinión, el juicio de Boudot es un tanto exagerado. Pienso, que la aceptación de las doctrinas filosóficas de Aristóteles no tiene porqué mediatizar de modo importante el entendimiento del mecanicismo. A veces, pudiera resultar lo contrario. En este terreno, tan cercano a la psicología-ficción, todo son opiniones. Quizá, le perjudicase una excesiva preocupación por la analogía entre la termodinámica general y el pensamiento aristotélico. No obstante, estimo que esto no implica en absoluto una deficiente o prejuiciosa lectura del mecanicismo por parte de Duhem.

Nada que reprochar, en todo caso, a la actitud intelectual de Pierre Duhem, que trató siempre de excluir todo criterio metafísico en la elección de teorías alternativas, justificación y desarrollo lógico-matemático de las mismas.

Su termodinámica general «sans être déduite de la physique péripatéticienne, du mons se trou-

65. Boudot. Op. cit., p. 432.

ve en accord avec elle et même entretient avec cette philosophie un obscur rapport d'analogie»⁶⁶. Esta «oscura analogía», que es todo el «acuerdo» existente entre ambas teorías, hay que verla a la luz del concepto de «clasificación natural». Esperamos, por tanto, que sea menos «oscura» cuando abordemos directamente ese tema.

66. Boudot, Op. cit., p. 431.

III EPISTEMOLOGÍA CIENTÍFICA: HOLISMO. INSTRUMENTALISMO

I. Restricción del dominio

Existe una cierta tendencia, de raíz popperiana, a considerar la teoría de la ciencia como teoría del conocimiento, extrapolando las conclusiones obtenidas en el campo de la ciencia a todo conocimiento humano, o bien, reduciendo toda posibilidad de conocer a las que nos ofrezca la ciencia positiva. En Duhem no se produce este fenómeno, antes bien, sitúa la filosofía de la ciencia dentro del marco más amplio de una teoría del conocimiento. Reconoce que la ciencia no agota las posibilidades noéticas del hombre y, en la medida en que aporta conocimientos válidos, lo hace porque participa de las raíces comunes a todo conocer humano. Por ello, y dado que en la época de nuestro autor parece de frecuente uso, es más adecuado llamar «epistemología de la ciencia» a su pensamiento metacientífico. Por otro lado, el término inclina definitivamente la disci-

plina hacia el ámbito filosófico, huyendo de una inconveniente cientifización.

La obra fundamental en la que expone su filosofía de la ciencia es «La Théorie Physique, son object et sa structure» editada en París por Chevalier et Rivière en 1906. Hay una segunda edición que data de 1914 en la que el autor añade dos artículos: «Physique de croyant» y «La valeur de la théorie physique». La tercera edición es de 1933. Existen dos ediciones en inglés (1954 y 1963). No disponemos, de momento, de traducción en castellano.

Antes de comenzar la exposición de su teoría de la ciencia, Duhem delimita, cuidadosamente, el campo sobre el que va a incidir, de esta forma pretende evitar toda posible extrapolación de sus conclusiones fuera del dominio para el que están pensadas y del que son extraídas.

En la introducción a la «Théorie Physique» explica que, aunque no falte quien pretenda extender sus conclusiones a otras ciencias fuera de la física o extraer consecuencias trascendentes al objeto propio del análisis lógico, «nous nous sommes soigneusement gardé de l'une et de l'autre généralization; nous avons imposé à nos recherches droites limites, a fin d'explorer d'une manière plus complète le domaine resserré que nous leur avons assigné»¹.

He aquí las dos limitaciones impuestas. Estudiamos la física y sólo la física. Es la ciencia que

1. Pierre Duhem: *La théorie physique*, p. VII.

el autor conoce con mayor profundidad. Es, por otra parte, la que ofrece una idea paradigmática de la actividad científica por su elevado grado de matematización. Si aceptamos la ecuación que propone Duhem entre la astronomía de los griegos y nuestra física, traduciríamos a Aristóteles diciendo que la física es «la ciencia más "física" entre las matemáticas». Sin llegar a tanto, es evidente su dependencia de las matemáticas. Sin embargo, este papel paradigmático de la física no debe llevarnos a reflejar las conclusiones que a partir de ella se obtienen en otras ciencias, ya que es precisamente el grado de matematización uno de los elementos determinantes a la hora de construir una teoría sobre la ciencia física.

«La Théorie Physique» es un análisis lógico. Esta es la segunda limitación. El propio Duhem hace caso omiso de la misma. Rebase los límites de la lógica en lo tocante al concepto de «clasificación natural». Sin embargo, tal vez, para no pasarse en demasía, deja este punto en vaga indicación. Da, a pesar de todo, las indicaciones suficientes como para poder reconstruir en profundidad su pensamiento sobre el tema. Esta es una de nuestras tareas.

Estas limitaciones no parecen del todo ociosas. L. Le Roy escribe «Science et philosophie» (*Revue de métaphysique et de morale*), tanto en este escrito como en «La science positive et les philosophes de la liberté» (*Congrès international de philosophie*. París, 1900), realiza un análisis del método experimental similar al que Pierre

Duhem presenta en «Quelques réflexions au sujet de la physique expérimentale» (Revue des questions scientifiques). Otro tanto sucede con M. E. Widois en su artículo «La méthode des sciences physiques» (Revue de métaphysique et de morale). Ambos autores, no obstante, sacan conclusiones que exceden los límites de la física. Duhem, por el contrario, fiel al contenido del artículo que acabamos de citar, pretende, también en su obra central, permanecer dentro de los márgenes que se ha marcado, y no distraerse en consideraciones sobre otras ciencias, que habrían de resultar carentes de fundamento².

En general, lo único que podemos decir es que las ciencias menos matematizadas son más descriptivas, por tanto aportan más información sobre la realidad. No es lo mismo una célula que un átomo. La primera puede ser percibida con ayuda de instrumentos y el segundo es una abstracción matemática que describe y agrupa una serie de fenómenos. Nuestro átomo se aproxima más al de Platón que al de Demócrito, según Heisenberg. Parece ser que el aspecto taxonómico y contemplativo de la biología le dan a ésta un cierto poder de conocimiento. El término «clasificación natural», que corresponde a la vertiente más realista de la filosofía de la ciencia duhemiana, tiene claras connotaciones biologicistas. El aspecto de la biología en nuestros días ha cambiado sustancialmente, sobre todo en los niveles más

2. Ver Pierre Duhem: *La théorie physique*, pp. 217-218 n.

elementales (biología molecular). No obstante, aun no ha alcanzado el nivel de matematización de la física y los proyectos reduccionistas más extremos parecen haber fracasado. Esto, en cierto modo da la razón a Duhem en el sentido de que cada nivel tiene su propia legalidad que no se resuelve con el análisis en los niveles inferiores. Lo biológico obedece a las leyes físicas, son su condición necesaria, pero no suficiente. La física marca a la biología tan sólo un espacio de posibilidad. La determinación de lo real dentro de ese espacio posible no viene dada por la legalidad física. Por tanto, un determinismo universal al estilo clásico tampoco parece excesivamente plausible³.

En cuanto a las matemáticas, que están fuera del cuadro que traza «la Théorie Physique», son consideradas por Duhem como totalmente analíticas, producto propio de la mente humana, cuyos axiomas básicos se imponen al sentido común. No aportan conocimiento sobre lo real, pero son un valiosísimo lenguaje que nos permite dar forma coherente a un conjunto disperso de datos. Según Duhem la historia de las matemáticas es pura curiosidad, no es necesaria para entenderlas, es suficiente manejar las más básicas estructuras lógicas. La geometría euclídea es apropiada para las descripciones físicas. Duhem se muestra reacio a admitir cualquier otro tipo de geometría

3. Ver Jacques Monod: *El azar y la necesidad*, Tusquets editores. Barcelona, 1981, p. 30.

alternativa. Así pues, la coherencia interna y el ajuste a un tipo determinado de matemáticas son condiciones que se imponen a la teoría física.

Lo que digamos en adelante se aplicará, pues, a la ciencia física. Pero, podemos aún significar que el error sería extender estas conclusiones, sin más, a otras ciencias. Parece legal y acorde con la intención de Pierre Duhem, extraer sugerencias que pueden ser válidas para el tratamiento de otras disciplinas, siempre que estas sugerencias sean convenientemente matizadas según el grado de matematización y la especificidad de la ciencia a la que se apliquen. Lo haremos siempre que lo creamos oportuno.

2. Génesis de la teoría científica

A partir del análisis lógico y de la experiencia histórica, Duhem llega a la formulación precisa del proceder científico. Considerada su posición en el contexto histórico al que pertenece «resulta particularmente notable como aún dentro de unos cauces claramente positivistas, hizo frente al experimentalismo de su época con su crítica al inductivismo, con su versión holista de las teorías y con su concepción de éstas como sistemas deductivos»⁴. En este sentido, Duhem, pertenece a un

4. Sebastián Álvarez Toledo: «Holismo y falsacionismo en la filosofía de Duhem», *Estudios de lógica y filosofía de la ciencia*, Ediciones de la Universidad de Salamanca, 1982, pp. 185 y ss.

grupo de críticos de la epistemología vigente, entre los que se encuentran Rankine, Helmholtz, Dubois-Raymond Ostwald, Poincaré o G. Milhaud. La crítica epistemológica está estrechamente ligada a una nueva visión de la metodología científica. El objeto de la teoría física y su valor epistemológico están en estrecha dependencia de su metodología, y viceversa. Una epistemología realista de la ciencia, que consideraba ésta como una explicación del universo, presenta el método científico como un sistema propio para el descubrimiento más que para la invención o construcción de leyes y teorías.

Como exposición de las tesis a las que fuertemente se oponía Duhem, podemos tomar, como ejemplo paradigmático el de Berthelot, tan próximo, cronológica y geográficamente, a Pierre Duhem. Berthelot indica que el método propio de la ciencia comienza por la constatación de hechos mediante observación y experiencia, de ahí, se extraen las relaciones que unen estos hechos. Las relaciones mentadas son consideradas por Berthelot como hechos más generales, los cuales han de ser igualmente explicados. De esta forma, «Une généralisation progressive déduite des faits antérieurs et vérifiée sans cesse par des nouvelles observations conduit ainsi notre connaissance depuis les phénomènes vulgaires et particuliers jusqu'aux lois naturelles les plus abstraites et les plus étendues»⁵. Llega a afirmar que es un prin-

5. Berthelot: «Lettre à Renan», en *Dialogues philosophiques de Renan*, 3.^a ed., pp. 196-203.

cipio de la ciencia positiva el que ninguna realidad pueda ser establecida por razonamiento.

Era, por tanto, corriente en los días de Duhem, según afirma A. Rey, leer que la experiencia ha permitido rechazar como falsa una teoría en favor de otra que se impone como verdadera. Se creía que las hipótesis eran un paso provisional, a título de excepción, ya que eran, supuestamente, susceptibles de ser verificadas y transformarse gracias a una experiencia crucial en verdades establecidas⁶. De esta forma, la ciencia, de manera lineal y progresiva, iba haciéndose con la realidad, retratando el mundo. Esta idealización del método científico resultó ser francamente desacertada. Quizá un tanto ingenua. No partimos de los hechos a secas, pues hay infinidad de ellos y necesitamos un marco previo que nos delimite cuales son relevantes para nuestros propósitos. Este marco tiene su correlato psicológico en las imágenes preconscientes de búsqueda y puede, a veces, ser una teoría física la que nos guíe a través del proceloso mar de los hechos, para llegar a los que buscamos. Aún estos hechos han de ser interpretados. Interviene, aquí, una vez más, el estamento teórico antes, o al menos conjuntamente, con el empírico. Así lo señala Duhem cuando explica que la labor científica consiste más en una interpretación que en una captación pura y simple de los hechos.

6. Ver Abel Rey: «L'epistemologie scientifique de M. Duhem», *Revue de métaphysique et de morales*, p. 702.

La ingenuidad «experimentalista» es debida en gran medida al olvido de la filosofía del conocimiento junto con la pretensión de que lo científico constituye algo especial y cuasi-sagrado que nos acerca a la realidad de un modo nuevo y no estudiado hasta el momento. Construir una epistemología científica olvidando los desarrollos filosóficos por considerarlos espúreos a la ciencia es caer en los tópicos ancestrales de una visión ingenua. Este es uno de los puntos claves de Pierre Duhem: Lleva la teoría física a las raíces cognoscitivas del entendimiento humano, cuyas facultades han sido las mismas en todo tiempo. No le ha surgido un curioso estrambote a partir del siglo XVII. Así, su formación filosófica, aunque pudiera ser parcial, contribuye a dar profundidad a su epistemología científica.

Evidentemente, cuando hablamos de cambio metodológico no nos referimos a que la actividad científica cambie su modo de proceder, sino a que los metodólogos mutan su forma de describirlo. Sólo en muy corta medida este modo de descripción ejerce un efecto normativo y transforma en algo los procedimientos de investigación.

Hecha esta salvedad, hay que reseñar que el cambio metodológico que propicia Pierre Duhem es, respecto a Berthelot y similares, absolutamente radical. Con él entramos en la ciencia hipotético-deductiva. Esta metodología, que supuso un rechazo, en principio, del realismo científico en favor de opiniones instrumentalistas o con-

vencionalistas, resulta hoy comúnmente aceptada, sin embargo, no determina la valoración epistemológica de la ciencia. Ello puede ser debido a los cambios producidos en los conceptos de «verdad» y «realidad». Las claves fundamentales para comprender esta mutación vienen dadas por la caracterización marxista-leninista del mundo como un «proceso sin sujeto», por una parte, y la pérdida del significado (referencia) a favor del sentido en las corrientes neopositivistas y analíticas. Este sugestivo tema será abordado más adelante. De momento, volvamos a la metodología científica que propone Pierre Duhem y que responde, efectivamente, al rótulo de hipotético-deductiva, ya que según él la ciencia procede según sigue:

En primer lugar se definen las medidas de las diversas magnitudes que nos interesan. Éste va a ser el único contacto entre teoría y realidad. Contacto que no aporta mucha información debido a que lo característico y definitorio de cada magnitud es, precisamente, su medida. En este sentido, Duhem se acerca a las posiciones operacionalistas. No definimos una magnitud que después intentamos medir. La definición de la magnitud es el proceso de medida. Así, el primer contacto es, a un tiempo, la primera escisión. La teoría que surja después hablará más sobre nuestros métodos de medida que sobre la realidad. Será una descripción de la interacción hombre-mundo en el proceso de la medición, más que una descripción del mundo. La teoría de la medida es,

pues, punto central para la valoración epistemológica de la teoría física. Ésta nos ofrecerá tanto el conocimiento del mundo como de nosotros mismos. Aquí se halla una de las razones de la inevitable antropomorfización del mundo como único método de manejo teórico del mismo. La teoría física no puede trascender la relación hombre-mundo para conocer alguno de los dos términos de la misma. Sólo la física cartesiana y leibniziana pretendió ser objetiva y ésto a consta de no ser humana, sino divina. Los racionalistas clásicos, Newton incluido, pretendieron una descripción del mundo desde el punto de vista absoluto y divino, soslayando una inevitable realidad ontológica: ni Descartes ni Leibniz o Newton están fuera del farragoso acontecer, ni libres de la parcialidad propia del humano. El principio de humanización de la física de cuyas raíces y consecuencias filosóficas y culturales, hablaremos, acaba cristalizando en el principio de indeterminación de Heisenberg. Su punto de partida está en la teoría de la medición. Ya sabemos, según señala Duhem, que no hablamos de un mundo que medimos, sino de la medida.

Podemos extraer una consecuencia más, que afecta a la termodinámica duhemiana, y es que la definición de la magnitud por su medida diluye la distinción entre cualidades primarias y secundarias. Esta distinción es de origen racionalista y supone la posibilidad de reducción de las segundas a las primeras. Su objetividad es dudosa, pues se esconde, en su raíz, aunque deforma-

da, la distinción aristotélica entre sensibles comunes y propios, con su fuerte carga subjetivista ya que es una división de la cosa en función de su relación con el sentido. Con la propuesta de Duhem se libera a la física de toda sujeción a normas extrañas a ella a la hora de elegir las magnitudes que pretende correlacionar. El siguiente paso, que Duhem no dio, contribuye a la desaparición del concepto filosófico de causa en la teoría física, consiste en admitir la correlación estadística, no perfecta, entre sucesos y aporta una medida de la correlación que sustituye la raíz intuitiva del concepto de causa. Se aleja, por tanto, aún más la física de lo real. Gana autonomía como Duhem lo pretendió.

Duhem, no obstante, desarrolla una teoría de la medición en que distingue perfectamente las magnitudes extensivas, susceptibles de medición directa y las intensivas, que sólo pueden ser medidas con relación a las primeras. Las magnitudes extensivas, cuyos conceptos métricos se fundan en conceptos comparativos pueden ser sumadas, son aditivas. Por tanto, también se pueden descomponer en sus partes. En ello se diferencian de las magnitudes intensivas⁷. La originalidad de Duhem consiste en que niega la necesidad de considerar las magnitudes extensivas como primarias y fundamentales, objetivas. Este aná-

7. Duhem expone detalladamente su teoría de la medida en *La Th. Ph.*, pp. 157-170. No hacemos una exposición pormenorizada, pues su análisis ha devenido clásico, y es comúnmente conocido.

lisis que tendría raíz cartesiana implica una supeditación de la física a la metafísica racionalista o atomista que considera las magnitudes intensivas como derivadas. Metodológicamente, este hecho se refleja en la valoración de las hipótesis que juegan con magnitudes intensivas como transitorias y susceptibles de una posterior explicación en términos de magnitudes aditivas.

Duhem reivindica el derecho de la física a escoger sus propios fundamentos en función de una economía teórica. «Parmi les propriétés physiques que nous nous proposons de représenter, nous choisissons celles que nous regarderons comme propriétés simples et dont les autres seront censées des groupement ou des combinaisons.»⁸ Está, pues, en contra de la reducción de la geometría a la aritmética, eliminando la noción cualitativa de forma en función de la cuantitativa de distancia y sobre todo de la reducción de toda la ciencia natural a una aritmética universal en la cual la categoría de la cualidad es radicalmente vana⁹.

Esta reducción se opera en función de postulados metafísicos que estiman que la realidad física no está suficientemente explicada en tanto no se haya reducido lo cualitativo a cuantitativo, no tan sólo por mención directa (la temperatura se mide por la longitud de un metal), sino por análisis «objetivos» (el calor ha de ser reducido a micromovimientos. Lo importante del caso es

8. *La Th. Ph.*, p. 24.

9. Ver *La théorie physique*, p. 170.

que de esta forma la física se supedita a una explicación previa de carácter metafísico, que se cuele en la ciencia bajo la forma de un presupuesto metodológico.

Desde esta perspectiva podemos entender el rechazo de Duhem a las geometrías no-euclidianas que acompañan a la Teoría de la Relatividad, que se estaba gestando en los días en que se publicaba «La Théorie Physique». No obstante, ambas son hasta cierto punto, coincidentes en espíritu, ya que potencian el impulso teorizante de construcción de hipótesis frente a la física empírica, y buscan ambas una independencia lógica y metodológica de todo presupuesto metafísico.

La física en Duhem es descriptiva, representativa, y no explicativa. Las cualidades pueden, muy bien, ser descritas en términos numéricos, pues, «le caractère purément qualitatif d'une notion ne s'oppose pas à ce que les nombres servent à en figurer les divers états»¹⁰.

Volviendo sobre sus tesis acerca de la medida, observamos que esta posición es perfectamente lógica, pues los símbolos matemáticos (cuantitativos) no tienen, con las propiedades que representan (cualitativas o cuantitativas) ninguna afinidad o relación natural «ils ont seulement avec elles une relation de signe à chose signifiée»¹¹. Una vez más la teoría física se caracteriza como lenguaje. Lenguaje construido cuyos términos no

10. *La Th. Ph.*, p. 171.

11. *La Th. Ph.*, p. 24.

guardan relación alguna con su significado. Lenguaje que describe el fenómeno más que explicarlo, y cuyas frases (leyes) guardan con la «realidad» que representan una relación de representación. Esta resonancia wittgensteniana se produce en toda epistemología de base operacionista. Duhem afirma que sólo el conocimiento de una escala (establecida operacionalmente) permite dar sentido físico a las proposiciones algebraicas que enunciaremos en relación con los números que representan las diversas intensidades de la cualidad estudiada.

Hay un punto en que los conceptos cuantitativos de nuestras teorías entran en contacto con conceptos cualitativos. La conexión se produce, según Suppes, a través de las teorías de la medida fundamental que se sitúan al nivel más inferior y describen axiomáticamente ciertas operaciones o relaciones «La forma precisa de la conexión entre el concepto cuantitativo de la teoría a nivel superior y su correspondiente teoría cualitativa se establece por medio de un *teorema de representación*. En tal teorema se demuestra la *unicidad y existencia* del concepto cuantitativo»¹².

Este operacionismo, todo lo liberalizado que se quiera, sirve a Sneed para fundamentar la dicotomía teórico, no-teórico. Esta diferencia es calificada por Stegmüller como semántica. «No en el sentido de una semántica puramente referen-

12. W. Stegmüller: *La concepción estructuralista de las teorías*. A. U., Madrid, 1981, pp. 19 y ss.

cial a lo Tarski. Habría una analogía mucho más estrecha con Wittgenstein, por cuanto la dicotomía se basa en una diferencia de uso. La analogía, sin embargo, ha de manejarse con gran cuidado, pues la noción de Sneed es más compleja que la de Wittgenstein en un aspecto esencial. Mientras Wittgenstein intentó reducir ciertas cuestiones sobre el significado de un término al uso de ese término, lo que cuenta para Sneed al considerar la teoriedad es el uso de las leyes generales y especiales en las que aparece el término.»¹³

Existe una cierta analogía entre la posición de Moulines-Sned y la de Duhem en el sentido de que ambos pretenden, a través de las relaciones de medición, establecer el único contacto entre «las estructuras, descritas matemáticamente, de las teorías y las entidades exteriores que no son, por su parte, teorías»¹⁴. Como señala J. Mosterín «toda estructura posible se realiza en sistemas numéricos»¹⁵. En las teorías físicas, sin embargo, debe existir una referencia a la realidad extrateórica, que las diferencia de las estructuras meramente formales de la matemática. Este contacto externo, se busca, en Duhem, sólo a través de la teoría de la medida. Sucede otro tanto con el empirismo extremadamente liberalizado de Suppes-Sneed-Moulines. La analogía no debe ser lle-

13. Stegmüller. Op. cit., pp. 19 y ss.

14. *Idem*.

15. J. Mosterín: *Conceptos y teorías en la ciencia*. A. U., Madrid, 1984, p. 186.

vada al límite ya que estos desarrollos más modernos son, lógicamente, muchos más complejos y adecuados a las teorías científicas más recientes. Sin embargo, creo que el enfoque wittgensteniano que Stegmüller propone para las relaciones semánticas entre teoría y modelo es apropiado, también, para el entendimiento de las mismas en Pierre Duhem. Esta perspectiva puede ser, además, de gran utilidad para entender la teoría física, como «clasificación natural». Sucede que este concepto no se utiliza, ni tiene justificación, dentro de los límites del análisis lógico del desarrollo científico. Por tanto, habremos de verlo fuera del presente contexto.

En definitiva, Duhem pretende una matematización de la física, no de la naturaleza, que muy bien podría no estar escrita en términos matemáticos.

El segundo paso en la génesis de la teoría científica, consiste en correlacionar las magnitudes introducidas a través de la medición experimental, mediante un pequeño número de proposiciones que servirán de principios para nuestras deducciones. Estas proposiciones, que podríamos denominar leyes empíricas, «ils ne prétendent en aucune façon énoncer des relations véritables entre les propriétés réelles des corps»¹⁶. Estas hipótesis, como las denomina Duhem, pueden ser formuladas de una manera arbitraria. Su arbitrariedad tiene un sólo límite. Es la contradicción in-

16. *La Th. Ph.*, p. 25.

terna o con otras hipótesis de una misma teoría.

Aquí se produce una nueva «fuga de valor ontológico» en la génesis de la teoría física. No pretendemos explicitar las verdaderas relaciones entre magnitudes, sino describir adecuadamente, mediante el recurso hipotético, el fenómeno. Por otra parte, la contradicción, no ha de producirse en el seno de la expresión matemática de la teoría. Sin embargo, nada se dice de la utilización de modelos parcialmente adecuados que pueden ser, en general, incompatibles entre sí. Esta posibilidad ni siquiera es contemplada por Duhem dada su prevención contra todo tipo de modelo mecánico o figurativo, pues pensaba que dan un apoyo particularmente importante al dogmatismo ontológico y al determinismo radical. De esta forma, negaba a los modelos figurativos incluso su valor heurístico. «Du point de vue méthodologique —señala R. Poirier—, la thèse de Duhem semble donc indéfendable et c'est du point de vue philosophique, épistémologique, au sens large, qu'elle peut être encore considérée.»¹⁷

Curiosamente, al utilizar alternativamente modelos incompatibles se resalta el carácter instrumental y no-explicativo de dichos modelos. Lo que Duhem niega a nivel metodológico, acabaría prestando apoyo a sus tesis epistemológicas. A cualquier nivel, siguiendo la recomendación de Feyerabend, contra dogmatismo realista, proliferacionalismo.

17. R. Poirier. Op. cit., p. 408.

Este tema conecta también con la posible inclusión de la lógica dentro del «todo» de la ciencia. Una ampliación del holismo, que discutiremos más adelante. Si utilizamos modelos lógicamente incompatibles, podemos optar por una interpretación abiertamente instrumentalista o bien por una revisión de la lógica. Este segundo camino, no excluye, más bien al contrario, la interpretación instrumentalista, en la que irían incluidas esta vez las estructuras lógicas que utilizásemos. De nuevo, en este punto, Pierre Duhem contribuyó a abrir un camino que él mismo no tomó. Siempre consideró como inalterable la lógica clásica. Ciertamente, optar por la esquizofrenia mental que supone la utilización de un tipo de lógica para la física y otra para los asuntos cotidianos, no facilita mucho la postulación de que la física *representa* adecuadamente nuestro mundo. Este postulado es, no obstante, el contrapunto del instrumentalismo duhemiano.

Debemos aclarar, antes de dar el siguiente paso metodológico, que lo arbitrario, en este caso, no debe asociarse a lo caprichoso. La formulación de «hipótesis» ha de venir precedida, para que éstas sean fructíferas, por un amplio contacto con la realidad de la ciencia física. Para Duhem son importantes la dimensión experimental y la histórica. Reconoce que la experimentación sugiere y sugestiona, fertiliza. El conocimiento histórico contribuye a la ponderación y a la formación de un cierto «sentido común científico», lo

que Popper llama «sentido común, en grande»¹⁸.

La tercera etapa en la construcción de la teoría científica es su desarrollo matemático. Supone el paso desde la hipótesis a sus conclusiones que, mediante una «traducción inversa» a la que realizábamos en la fase de medición, puedan ser comparadas con los hechos. Duhem advierte que las operaciones matemáticas que realizamos en el curso de semejante deducción, no tienen porqué corresponderse con eventos físicos que acaezcan realmente. En el desarrollo de la teoría física, no copiamos, ni podríamos hacerlo, el desenvolvimiento natural.

Nos interesa señalar dos puntos cruciales en esta tercera etapa: El acercamiento a la concepción probabilista de las teorías y leyes de la física y la acentuación de la aplicación del modelo lingüístico a las ciencias positivas. Ambas cosas están directamente relacionadas. Por decirlo de un modo resumido: Una teoría es un lenguaje. Traducir hechos experienciales a nuestro lenguaje teórico es, como toda traducción, una traición. Comporta inexactitud. La medida de esa inexactitud, y de ese margen de error nos acerca a la introducción de la probabilidad en la legalidad física.

Al sostener una concepción lingüística de la teoría científica, la falta de valor explicativo de la teoría física, no es, sino un caso particular de

18. K. Popper: *La lógica de la investigación científica*. Tecnos, Madrid, 1973, p. 22.

la tesis genérica sobre la indeterminación de la traducción. Tesis sostenida también, con importantes añadidos y matizaciones, por Quine. El valor ontológico de la teoría científica se convierte en un problema semántico. La relación entre teoría y mundo a través de la medición sólo garantiza la existencia de un referente extranumérico, pero no aporta, en absoluto, un sentido a la teoría. La teoría como tal, adquiere sentido como estructura, como un todo. El lenguaje de los hechos no puede ser traducido a teórico paso a paso, enunciado a enunciado. Es todo lo contrario de lo que dice Waismann: «si no es posible determinar que un enunciado es verdadero, entonces carece enteramente de sentido: pues el sentido del enunciado es el método de su verificación»¹⁹. La adecuación de la ciencia al mundo no puede garantizarse por ningún criterio empirista de verificación. Sólo, por hablar en términos wittgenstenianos, es mostrada por la teoría física. De ahí la dificultad que tiene Pierre Duhem para explicar cómo escapa del «nominalismo» científico estricto.

Existe aún otra fuente de sentido. Para llegar a descubrirla hay que distinguir, en este mundo de hechos, los hechos acaecidos y los realizados, lo natural y lo artificial, tecnológico. En cuanto a los primeros, Duhem compartiría el brindis con Feyerabend: «¿Hechos?, repitió. Tome una copa más, señor Franklin, y superará la debilidad de

19. Citado por Popper en op. cit., p. 39.

creer en los hechos! ¡Juego sucio, Señor!"²⁰. Expresados los hechos en lenguaje, en palabras (o en prejuicios, que diría Nietzsche), no podemos confirmar la adecuación de sentidos. Cuando la teoría expresa «lo hecho», el sentido de la teoría se ha encarnado, por vía tecnológica, en lo que hemos realizado. Por ello, conocemos cómo se adecua el sentido de la teoría al mundo tecnológico, en la medida en que éste derive de aquélla. Por eso considerar la ciencia como un apéndice de la tecnología e incluso identificar ambas es magnificar el instrumentalismo, pero es, a un tiempo, por paradójico que pueda parecer el único camino hacia una ciencia explicativa de «lo hecho», descriptiva del modo de hacerlo. Jacques Monod describe la aventura de un computador que viaja a un extraño planeta con la misión de discernir lo que en él pudiera haber de artificial, y por tanto, indicio de vida inteligente. Su misión fracasa una y otra vez ya que no existe, y lo que es más importante, no puede existir —en su opinión—, un programa adecuado²¹. En consecuencia, sólo presenciando cómo se hace o haciendo algo, sabemos que es natural o fruto de la tecnología. La ciencia conocería el mundo cuando estuviese en disposición de fabricarlo. La distinción que hemos hecho no es, evidentemente, du-

20. Wilkie Collins, «Moonstones», citado por Feyerabend en *Cómo ser un buen empirista*. Cuadernos teorema. Valencia, 1976.

21. Ver Jacques Monod: *El azar y la necesidad*. Tusquets editores. Barcelona, 1-81, pp. 15 y ss.

hemiana, no obstante, sí es verdad, que su filosofía, que autonomiza la ciencia con respecto a la metafísica, favorece en cierta medida la supeditación de lo científico a lo tecnológico, como señala Agassi²².

A partir de su concepción lingüística de la ciencia, Duhem caracteriza como «hecho teórico» todo aquel que se exprese en el lenguaje matemático de la teoría física. No existen dentro de ella, hechos observacionales²³ que se opongan a los teóricos. Todo lo expresado en lenguaje teórico está ya traducido, interpretado, es teoría. Quizá «sólo se pueda pensar lo que se puede captar en palabras»²⁴ o quizá no. Pero es evidente que todo lo expresado en lenguaje teórico es ya teórico²⁵.

Volvamos a la inexactitud de la medición como segundo eje sobre el que gira la traición de la traducción (el primero es, como hemos señalado, el punto de vista holista) y sus consecuencias matemáticas. La inexactitud, con la consiguiente posibilidad de error es un hecho consustancial a toda medición, no eliminable, sólo reducible: «plus les méthodes de mesure sont parfaites, plus l'approximation qu'elles comportent est grande,

22. J. Agassi: «Duhem's instrumentalism and autonomism».

23. Moulines propone analizar y superar la dicotomía teórico-observacional, basándose en Bar-Hillel. Ver Moulines en *Exploraciones metacientíficas*, p. 37.

24. Citado por A. Janik y S. Toulmin en *La Viena de Wittgenstein*, p. 151. La frase es de Mauthner.

25. Pierre Duhem: *La Th. Ph.*, p. 199.

plus cette limite est étroite [se refiere al error posible] mais elle no resserre jamais au point de s'évanuir»²⁶. Sabemos hoy que la razón profunda de esta intuición duhemiana está formulada en el principio de indeterminación de Heisenberg. La consecuencia inmediata es que un «hecho práctico» es traducido por un haz de «hechos teóricos», no por uno solo. Si medimos, por ejemplo, con una exactitud de centímetros, dejamos sin determinar los milímetros, y así sucesivamente. Dada la potencial divisibilidad de la longitud hasta el infinito, el número de «hechos teóricos» por los que traducimos un solo «hecho práctico» es infinito.

Esta situación atañe a la deducción matemática de forma que en algunos casos las fórmulas devienen inútiles. En las fórmulas introducimos datos numéricos provenientes de mediciones y obtenemos otros. Puede darse el caso de que la precisión con que medimos las magnitudes conocidas de una fórmula, determine de tal manera la solución que ésta venga dada con un grado de aproximación menor que el que nos proporcionan nuestros aparatos de medición de la magnitud que era incógnita. En este caso, la fórmula no ofrece una predicción concreta y útil, sino un margen excesivamente amplio dentro del cual el aparato de medición puede captar diversos valores. Así pues, lo útil o inútil que resulte una ley no estará sólo en función de sí misma, se ha de

26. *Idem*, p. 201.

relativizar a la situación experimental existente. Esta observación contribuye a enraizar la ciencia en su contexto histórico y geográfico, a despegarse de la imagen idealista de una ciencia universal, captadora de la realidad: «On voit par là combien le jugement porté sur l'utilité d'un développement mathématique pourra varier d'une époque à l'autre, d'un laboratoire à l'autre d'un physicien à l'autre, selon l'habileté des constructeurs, selon la perfection de l'outillage selon l'usage auquel on destine les résultats de l'expérience»²⁷. Es importante esta última frase ya que relativiza la utilidad de los desarrollos matemáticos a los posteriores usos, científicos o tecnológicos, de los mismos. Vemos como se van poniendo de manifiesto las raíces metodológicas de una epistemología convencionalista.

Las idealizaciones de la ciencia no sirven para su uso experimental o tecnológico, sólo, tal vez, como consuelo del espíritu o apoyo pedagógico. La deducción matemática no es útil para el físico si se limita a afirmar que «tal» proposición es *rigurosamente* verdadera sólo en el caso de que «tal otra» lo sea. «Pour être utile au physicien, il lui faut encore prouver que la seconde proposition reste à peu près exacte lorsque la première est seulement à peu près vraie»²⁸. Un paso más: el físico tiene que fijar cuánto mide el «à peu près», cuan grande es la aproximación. Nos

27. *La Th. Ph.*, p. 205.

28. *La Th. Ph.*, p. 214.

encontramos ya en los límites del tratamiento estadístico de la ciencia. En pura lógica, no podremos fijar con absoluta precisión el grado de aproximación con que medimos. Los límites entre los que se sitúa una medición son, pues, borrosos. Nos queda una sola salida, medir la probabilidad de que la medida exacta se sitúe entre ciertos límites.

Duhem no contempla este recurso (lo que él llama «mathématiques de l'à peu près») como algo provisional, como una forma poco exacta y semidegradada de la física matemática. Todo lo contrario. «Elles sont [les mathématiques de l'à peu près] une forme plus complète, plus raffinée; elles exigent la solution de problèmes parfois fort difficiles, parfois même transcendants aux méthodes dont dispose l'Algèbre actuelle.»²⁹ En lo que a la lógica se refiere, esta posición de Duhem puede ser una razón para la utilización de lógicas no-standars, multivaluadas, por ejemplo³⁰. Si bien los valores de verdad de los enunciados están sujetos a la interpretación de la verdad como coherencia interna de la teoría física y en un segundo sentido (que no afecta a los enunciados particulares) como adecuación, más o menos inefable, del «todo» de la ciencia a la totalidad de la experiencia.

La actitud de Duhem en este terreno es relativamente abierta. Ello es lógico si se piensa que

29. *Idem*, p. 215.

30. Así lo interpreta Susan Haack en su libro *Lógica divergente*. Paraninfo, Madrid, 1974, pp. 128 y ss.

una física probabilista tiende a romper el concepto de causa típico del mecanicismo determinista. Por tanto presta apoyo al análisis epistemológico duhemiano³¹. Por otra parte, es obvio que la conexión entre la aceptación de una matemática probabilista en física y el instrumentalismo científico requiere ciertos supuestos ontológicos. Es necesario pensar que el «hecho práctico» tiene contornos nítidos, que lo real no presenta límites borrosos. Parece traslucirse, aunque Duhem no lo afirma taxativamente, que la aproximación, inevitable en la ciencia, no es intrínseca a la realidad. Lo cual no deja de ser un supuesto. De él se deriva la inadecuación esencial entre «hecho práctico» y «hecho teórico»³².

Queda aún un cuarto paso metodológico consistente en la comparación de la teoría con la experiencia. Vamos a dedicarle un apartado especial al valor de la experiencia según Duhem. Es uno de los puntos más relevantes y de mayor originalidad en su trabajo epistemológico. Allí abordaremos esta última instancia del método.

De lo que hemos visto podemos extraer ya algunas consecuencias que caracterizarán la epistemología de Pierre Duhem: Por ejemplo, que la física, permanece en su génesis autónoma de todo planteamiento metafísico. Aparece, eso sí, una orientación instrumental de la ciencia, que ha de salvar convenientemente el fenómeno. Es de

31. Ver Poirier (*Op. cit.*, p. 408).

32. Utilizo la misma terminología que Duhem.

cir, su misión es proporcionar predicciones adecuadas. También resulta evidente que la ciencia cae en la historia. Pierde su carácter de idealización. Su valor central es la utilidad, y ésta es, como hemos visto, relativa al momento, a la circunstancia y a las finalidades propuestas³³. El hombre puede determinar los fines y aplicaciones de la ciencia. No ha de ser la ciencia quien determine el comportamiento humano. Se produce, asimismo, una progresiva matematización de la física, rechazando los modelos explicativos de carácter mecánico. Si se trata de explicar el mundo en función de lo elemental o atómico y a esta esfera se le aplican modelos mecánicos macroscópicos, es evidente que se cae en un círculo vicioso. Es una solución de tipo platónico, con la diferencia de que se trasladan los problemas de nuestro mundo a uno más pequeño. Quizá Duhem no estaría tan en desacuerdo con el uso más reciente de los modelos como artificios figurativos y heurísticos, a veces parciales y complementarios, sin ninguna pretensión de realidad. En definitiva, Duhem autonomiza tanto la teoría física, que si no fuese porque ésta no puede tener ninguna pretensión ontológica, se podría decir que: La realidad parece deducirse de las fórmulas, y no al revés.

33. La superación de este valor utilitario no se produce en el marco del análisis lógico de la teoría científica. Por ello, de momento, consideramos la utilidad como el valor central de la teoría física.

3. La teoría física frente a la experiencia

Según Popper «debemos mucho a la filosofía del convencionalismo en lo que se refiere a aclarar las relaciones entre teoría y experiencia»³⁴. Por supuesto, Duhem es para Popper, uno de los más destacados representantes de esta escuela. En muchos aspectos, la descripción que Popper hace del convencionalismo, no hace justicia, en mi opinión, a la filosofía duhemiana de la ciencia. Sin embargo, en este punto Popper ha estado acertado. La contribución de Duhem al esclarecimiento de las relaciones entre la teoría y la experiencia es original y valiosa. Representa, además, uno de los puntos centrales de su filosofía de la ciencia y, con mucho, el que más repercusión e influencia ha mantenido hasta el presente.

No hay que olvidar que la valoración de la experiencia surge como oposición a un realismo ingenuo e inductivista que pudo dominar en algunas fases la ciencia del siglo XIX. Según esta mentalidad, las hipótesis surgían de la experiencia generalizada, a partir de la observación directa de los hechos. Contra este prejuicio lucha primordialmente Pierre Duhem. Los hechos nunca se presentan «tal cual» ante los ojos del investigador, su captación está mediatizada por un complejo entramado teórico, y su expresión siempre

34. K. Popper: *La lógica de la investigación científica*, p. 76.

se realiza desde unos conceptos previos que adquieren su sentido en el seno de una estructura teórica. Aun así, Duhem distingue dos movimientos experimentales. La observación y la interpretación. El primero puede ser más objetivo, sujeto a las leyes de toda percepción. De acuerdo con ciertas escuelas psicológicas, habría que señalar la influencia que, sobre la mera observación, ejercen algunos esquemas interpretativos previos. Pero Duhem no entra en el tema, ya que, aun la observación, no tiene valor para el científico si no es interpretada. Para realizar esta interpretación hay que conocer las teorías físicas admitidas y saber aplicarlas³⁵. Nuestra interpretación está mediatizada por el aparato conceptual que la hace posible, pero también lo está por toda una serie de aparatos concretos que nos permiten captar y medir los hechos. Los instrumentos que utilizamos son inseparables de las teorías que nos permiten construirlos, interpretar sus resultados y dar sentido a las lecturas que realizamos en ellos. Duhem compara esta situación con la del hablante que asocia inevitablemente una idea a una palabra³⁶. Una vez más la comparación con el lenguaje es algo más que una simple metáfora. En Duhem hay una auténtica concepción lingüística de la teoría física. Tanto nuestra observación, como los aparatos que en ella se utilizan se encaminan hacia un tipo de-

35. Ver *La Th. Ph.*, p. 219.

36. *Idem.*, p. 277.

terminado de fenómenos, considerados como relevantes según una teoría previa. También esta selección de la observación y de los aparatos que se construyen y utilizan, mediatiza los resultados teóricos posteriores.

En definitiva, la experiencia física es la observación precisa de un grupo de fenómenos, acompañada de la interpretación de los mismos. Y lo que es aún más importante: «*cette interprétation substitue aux données concrètes réellement recueillies*»³⁷.

La generalización inductiva de hechos, sin teoría previa, ni es factible ni conduciría a ninguna hipótesis. Esta tesis sostenida por Duhem se mantiene prácticamente sin controversia en la filosofía de la ciencia actual.

En el esquema realista previo a la crítica de Duhem se creía en una posible comparación posterior de las teorías físicas con la experiencia para verificar o, cuando menos falsar las hipótesis. Esta comparación existe, pero de modo muy diferente, y con consecuencias diversas de las supuestas por el realismo o, incluso, por el falsacionismo posterior a Duhem.

El análisis lógico del proceder científico permite establecer la imposibilidad de una auténtica verificación. Evidentemente, H no es consecuencia de $(H \rightarrow O) \wedge O$. Es decir, aunque de la hipótesis H se derive el suceso observacional O y éste se dé en la práctica, supuestas unas determinadas

37. *Idem.*, p. 222. El subrayado es nuestro.

condiciones, no nos está permitido, por ello, afirmar H como verdadero. Sólo podemos decir que obtiene un cierto grado de corroboración difícilmente medible, ya que el número de comparaciones experimentales entre hipótesis y realidad es potencialmente infinito. Aunque una, o varias, hayan resultado favorables con la suficiente aproximación, no aumenta nada la probabilidad, en abstracto, de que la siguiente sea también favorable. Depositar más confianza en una hipótesis más contrastada (por el número de pruebas y la dificultad de las mismas) puede ser, no obstante, razonable. No es estrictamente racional en el sentido de que no hay una coerción lógica ni siquiera un índice objetivo que permita comparar el grado de corroboración de una hipótesis. Existe algún intento en este sentido (otorgar un índice de corroboración a las hipótesis) por parte de Carnap, desarrollado para teorías formalizables en lenguaje de primer orden con predicados monádicos. En caso de que fuese útil en teoría, no tiene, con esta restricción, ninguna aplicación para la ciencia real.

Pasemos a la crítica al falsacionismo que reviste mayor interés por ser objeto de intensa polémica, así como por sus implicaciones holistas. El esquema falsacionista peca antes de simplista que de lógicamente incorrecto. Si la hipótesis H implica el evento O y es el caso de que $\neg O$, entonces tenemos derecho a inferir que $\neg H$. Es decir $(H \rightarrow O) \wedge \neg O \rightarrow \neg H$. Lo que ocurre en la práctica es que O no se deriva solamente de H

sino de un conjunto de hipótesis auxiliares y enunciados protocolarios que se dan por válidos a la hora de poner H a prueba. Formalizado: $[(H \wedge A) \rightarrow O] \wedge \neg O \rightarrow \neg(H \wedge A)$ o sea $(\neg H \vee \neg A)$. A es un conjunto de enunciados, por lo tanto la negación puede distribuirse aún más. En breve: Sabemos que en el bloque $(H \wedge A)$ hay algo que no funciona, pero en concreto no sabemos qué es. Por tanto, podríamos hacer variar la predicción O cambiando algún enunciado de A. Sin tocar la hipótesis. La teoría se presenta ante el tribunal de la experiencia como un todo orgánico cuyas partes se apoyan unas en otras. No se deja analizar. Un enunciado aislado pierde todo sentido. El holismo deriva directamente de la crítica al falsacionismo³⁸. Apreciamos, además, que toda falsación se convierte en una verificación indirecta. Es decir, H será tanto más «falsa» cuanto mayor sea nuestra confianza en la corrección de A. La crítica al verificacionismo ya estaba hecha. Vemos ahora como rige también en el caso de la falsación.

Nos ocuparemos de fijar la extensión del holismo. De saber cuán grande es el «todo» que se presenta ante la experiencia. Posteriormente trataremos el problema metodológico que plantea la imposibilidad de falsar estrictamente hipótesis y de compararlas mediante algún «experimento crucial».

Duhem pone varios ejemplos en que el «todo»

38. *La Th. Ph.*, pp. 278 y ss.

falso parece ser una familia de teorías físicas, por ejemplo la óptica. Sin embargo, él mismo parece ampliar la extensión del holismo haciendo coincidir la unidad falsable con la física entera: «on ne peut lui attribuer aucun sens [a cualquier enunciado de la física] sans recourir aux théories les plus variées, comme les plus élevées de la Physique»³⁹. Oficialmente la cosa queda ahí. Tal vez porque Duhem se ha comprometido desde un principio a ceñir sus conclusiones a la ciencia física. Sin embargo, parece dejar la puerta abierta para una interpretación aún más amplia del holismo científico. Afirma que en las ciencias menos matematizadas, fisiología, verbigracia, se pueden contrastar hipótesis de forma aislada. Sin embargo, en la medida en que el biólogo o el químico tengan que utilizar instrumentos o teorías físicas, están otorgando su confianza a esta ciencia. Por tanto, implícitamente, hemos de admitir que la revisión de una hipótesis de la química podría sustituirse, ante un desajuste experimental, por la revisión de los supuestos provenientes de la física. Este procedimiento sería raramente aconsejable desde el punto de vista metodológico, sin embargo, es, lógicamente, posible, ya que «pour un physiologiste, pour un chimiste, comme pour un physicien, l'énoncé du résultat d'une expérience implique, en général, un acte de foi en tout un ensemble de théories»⁴⁰.

Podemos, aún tratar de extender más el ho-

39. *La Th. Ph.*, p. 223.

40. *Idem.*, p. 278.

lismo, como lo hizo Quine, implicando en él no sólo la física, sino también la matemática y la misma lógica. Esta nueva extensión, hacia «arriba», si se quiere, no está contemplada por Pierre Duhem. Incluso, en lo que respecta a las matemáticas, mostró su oposición a una revisión de las mismas. Sin embargo, no cabe duda de que coloca las bases para la posterior realización de la ampliación debida a Quine. Por una parte se hace borrosa la distinción entre lo analítico y lo sintético. En Duhem, esta distinción aún se mantiene, pero tiende a ser meramente verbal, ya que, como señalan Quine y White, la diferencia puede derivar únicamente de la noción de significado. El significado de la teoría física se adquiere como un todo, según afirma Duhem. Los enunciados definitorios, y por tanto analíticos, no están libres de revisión en función del contraste experimental, como Duhem argumenta en contra de Le Roy. Por otra parte los enunciados que aún continúa llamando sintéticos, pueden ser siempre, en principio, salvados tras un conveniente reajuste en otras partes de la teoría⁴¹. La distinción analítico-sintético, en lo que a la física se refiere es inoperante y vacía ya en Duhem, y abiertamente en Quine.

La interpretación de informes sobre resultados experimentales puede aconsejar la revisión de ciertos supuestos auxiliares. Es evidente que entre estos supuestos se hallan los enunciados de

41. *La Th. Ph.*, pp. 279-282.

la lógica. Dado que estos no pueden quedar a salvo por el mero hecho de ser analíticos, como hemos mostrado, tal vez no sea del todo incoherente con el punto de vista duhemiano la revisión de la lógica. Así lo sugiere Susan Haack⁴². De hecho, esta revisión se ha propuesto para la interpretación de la física cuántica. Una vez más no es el camino, metodológicamente hablando, más aconsejable, pues, la revisión de una teoría de rango superior, afecta a muchos sectores de la ciencia. Pero ahí está, abierta, la posibilidad.

Hay que hacer una puntualización. De acuerdo con el espíritu de la filosofía de Duhem la lógica alternativa, nacida por exigencias de la ciencia, sería únicamente aplicable a ésta, y heredaría su carácter instrumental. Mantendríamos una lógica de raíz ontológica, que refleje la presumible estructura del ser a la hora de hacer metafísica. Esta es una puntualización proyectiva a la proyección de las ideas de Pierre Duhem que propone Susan Haack; como tal, es meramente verosímil. De todas formas, abre cuestiones interesantes sobre la incomunicabilidad de lenguajes que, tras haber perdido el terreno común que representa un mismo dominio semántico, pueden

42. Susan Haack: *Lógica divergente*, pp. 42-45. El propio Duhem llegar a afirmar que «le principe de contradiction... il n'a aucun pouvoir pour décider de l'utile ou de l'inutile». Si la ciencia fuese meramente un instrumento de predicción, la pretensión de coherencia interna sería «exercer sur l'intelligence du physicien une tyrannie injuste et insupportable» («La Théorie Physique», 507). Duhem mantiene el deseo de que se busque la coherencia sólo porque su epistemología trata de superar el craso instrumentalismo.

perder su común formalidad y diverger, incluso, en la forma lógica.

Otra pregunta: ¿Qué opinaría Duhem sobre la incoherencia entre diversas partes de la física o la utilización de teorías incompatibles para distintos campos tecnológicos, según su utilidad? No creo que se inclinase por un cambio de lógica. No aceptaría la situación más que como transitoria. Su instrumentalismo no es puro y duro. La física, de algún modo ha de reflejar la realidad, por tanto sería deseable su coherencia interna.

El falsacionismo holista de Pierre Duhem ha recibido diversas críticas. Nos ocuparemos de las de Popper y Grünbaum, por ser especialmente significativas.

Según Popper, «el convencionalismo es un sistema completo y defendible. No es fácil que tengan éxito los intentos de descubrir en él incoherencias. Las objeciones de un convencionalista [a su criterio falsacionista de demarcación] imaginario me parecen incontestables, exactamente igual que su filosofía misma⁴³. Admito que mi criterio de falsabilidad no nos conduce a una clasificación desprovista de ambigüedades, en realidad, mediante el análisis de su forma lógica es imposible decidir si un sistema de enunciados es un sistema

43. Este reconocimiento de Popper suena parecido al aserto russelliano, según el cual el escepticismo es lógicamente impecable. El escepticismo es, no obstante, inútil. Sería difícil afirmar lo mismo del convencionalismo. Por contraposición, Popper afirma no buscar ninguna certeza definitiva en la ciencia y acusa al convencionalismo de hacerlo. Desde luego, no es así en Duhem, como hemos visto.

convencional de definiciones implícitas irrefutables o si es un sistema empírico (en el sentido que yo doy a esta palabra, es decir, si es refutable)». En definitiva, según el propio Popper «para que nos sea posible en absoluto preguntar si nos encontramos ante una teoría convencionalista o empírica *es indispensable referirse a los métodos aplicados al sistema teórico*. El único modo de eludir el convencionalismo es tomar una *decisión*: la de no aplicar sus métodos». Es por ello que el conflicto entre Popper y el convencionalismo «no puede dirimirse definitivamente por una mera discusión teórica desapasionada»⁴⁴. Efectivamente, el conflicto se resuelve con una apasionada defensa del punto de vista metodológico popperiano: ¡No a los métodos convencionalistas! Frecuentemente, una enérgica y estrecha metodología que se considera definitoria de la esencia del cientifismo no es sino un incómodo corset que el propio desarrollo de la ciencia se encarga de romper. La ciencia funciona con método, pero sin imposición metodológica. Cualquier método puede valer. Esta es la posición, en breve, de Feyerabend. De todas formas, la caracterización que Popper hace del método convencionalista es, como habíamos señalado más arriba, un tanto injusta con Pierre Duhem. Según Popper «Siempre que el sistema "clásico" del momento se vea amenazado por los resultados de nuevos experimentos que podrían interpretarse

44. Popper. Op. cit., pp. 75-79.

como falsaciones desde mi punto de vista, el mismo sistema presentará un aspecto impasible para el convencionalista: dará una explicación que eliminará las incompatibilidades que puedan haber surgido, tal vez inculcando a nuestro imperfecto dominio del sistema; o acabará con ellas sugiriendo la adopción «ad hoc» de ciertas hipótesis auxiliares, o quizá la corrección de nuestros aparatos de medida»⁴⁵. Siempre, no una o muchas veces, siempre el convencionalista propone esta pauta de actuación. Hay que aclarar que para Popper «los principales representantes de esta escuela son Poincaré y Duhem»⁴⁶.

Veamos lo que dice Duhem: él, como Feyerabend, opina que ningún principio absoluto guía la investigación y elección de hipótesis. Que físicos diferentes pueden llevar de manera distinta la investigación sin tener derecho a acusarse recíprocamente de falta de lógica: «L'un, par exemple, peu s'obliger à sauvegarder certaines hypothèses fondamentales, tandis qu'il s'efforce, en compliquant le schéma auquel ces hypothèses fondamentales, tandis qu'il s'efforce, en compliquant le schéma auquel ces hypothèses s'appliquent, en invoquant des causes d'erreurs variées en multipliant les corrections, de rétablir l'accord entre les conséquences de la théorie et les faits. L'autre... peut se résoudre à changer quelque une des suppositions essentielles qui portent le système entier». Para Duhem ambos modos de pro-

45. Popper. Op. cit., p. 77.

46. Idem., p. 75 n.

ceder pueden ser correctos según los casos. Lo que no es acertado es la obstinación en mantener teorías o la ligereza en desecharlas⁴⁷.

Popper no describe adecuadamente la metodología duhemiana, sin embargo, curiosamente, es Duhem quien retrata correctamente el estilo de Popper. Es el del segundo científico, el de quien prefiere las grandes convulsiones teóricas a la «suave adaptación de las condiciones». Nada que reprochar a su postura si obedece al sano juicio y no es obstinada en exceso. Siendo así cabe en el amplio seno de la metodología duhemiana.

He preferido reproducir textos directamente, pues el intento por mi parte de disolver una crítica popperiana podría parecer, con razón, excesivamente presuntuoso.

Grünbaum también tiene objeciones frente al holismo de Duhem-Quine. Distingue dos tesis diferentes en la posición holista, que son, según él, independientes entre sí. La primera es la «inconclusividad de la falsación», ya que no podemos contrastar la hipótesis aisladamente, tal y como lo hemos explicado. La segunda es la «salvabilidad a priori de la hipótesis», es decir, que cualquier hipótesis siempre puede mantenerse a salvo mediante la oportuna revisión de los supuestos auxiliares.

La segunda tesis, según Grünbaum, o es trivialmente verdadera o bien resulta independiente de la primera. Por trivialmente verdadera

47. *La Th. Pl.*, pp. 329 y ss.

Grünbaum entiende que la revisión de los supuestos auxiliares consista en un mero cambio semántico. Yo pienso que incluso esto podría aceptarse, ya que supone que se mantiene la hipótesis pero se cambia su significado a costa de cambiar la semántica de los términos en que se formula dicha hipótesis. La carga semántica la lleva el conjunto de la teoría, no las hipótesis aisladas. Por tanto, cualquier reajuste en cualquier parte de la teoría, va a afectar a la hipótesis en litigio. Por otra parte, una vez desaparecida la distinción entre lo analítico y lo sintético, la acusación de trivialidad pierde su sentido como tal acusación.

Sigamos la argumentación de Grünbaum, dejando aparte la revisión semántica. Del hecho de que la falsación sea inconclusiva, no se deduce —opina él— que exista siempre una versión revisada, no trivial, de los supuestos auxiliares que salve la hipótesis. Evidentemente, no se deducen nunca existencias, sólo posibilidades. Lo que afirma la tesis Duhem-Quine es que puede existir una revisión de los supuestos auxiliares que salve las apariencias, no que en el transcurso de la investigación científica siempre dispongamos de una. A veces ésta no se encuentra, o es excesivamente compleja. En este caso, está indicado, según Duhem, la estrategia consistente en buscar una hipótesis alternativa, dando por falsada, nunca a nivel lógico, pero sí a nivel práctico, la hipótesis en litigio. De ahí, que otro de los postulados de Quine y también de Duhem, sea que toda

hipótesis es, permanentemente susceptible de revisión.

La primera de las tesis holistas, la de la «inconclusividad de la falsación» tampoco es, desde el punto de vista de Grünbaum, defendible. Él mismo aduce un contra-ejemplo tomado de la geometría física. No es de constructos geométricos de lo que habla Duhem propiamente, sino de teorías físicas. Aún así, la argumentación de Grünbaum se basa en el concepto de «evidencia independiente». Trata de hacer un diseño experimental en el que A (supuestos auxiliares) goce de un alto grado de corroboración, que sea evidente independientemente de H, y por tanto sea H siempre la que esté en litigio. Como he mencionado anteriormente, la falsación, según Duhem, se convierte en cierto modo en una corroboración indirecta. Si confiamos en A, indudablemente hemos de revisar H⁴⁸. Pero la crítica al verificacionalismo ya estaba hecha. Nuestra confianza en A nunca puede fundamentarse en una coerción lógica, sino metodológica. Duhem no impide que se crea en A más que en A, de hecho todo diseño experimental lleva implícito este supuesto. Sólo aclara la raíz de nuestra confianza para extraer consecuencias epistemológicas. No existe una evidencia de ciertas hipótesis o supuestos auxiliares impuesta por los hechos, como no existe forma de comparar, en absoluto, grados de corroboración. Sin embargo, podemos optar por conservar

48. *La Th. Ph.*, p. 281.

H o A, pero nunca automáticamente, en función de la lógica o de la evidencia fáctica. Los criterios metodológicos son un tanto más amplios, subjetivos, menos impositivos y difícilmente formalizables. Esto sólo puede alarmar a quien busque un recetario del proceder científico.

Las críticas de Yoshida a las tesis de Duhem van también en este sentido, utiliza el concepto de «evidencia independiente», cuyo problema, como ya había adelantado Duhem en su crítica al verificacionalismo, es que no hay forma de establecer o medir la evidencia de unas partes de la teoría segregadas de las otras. Critica, igualmente, el holismo desde el punto de vista metodológico, como lo hacen también Popper y Grünbaum. Supone que nos sume en un «impasse metodológico», sin posibilidad de decisión entre hipótesis alternativas. En realidad, el único punto conflictivo de las tesis duhemianas puede ser la metodología para la elección de hipótesis y el desarrollo de la ciencia. A nivel de análisis lógico, es difícil, como acepta Popper, encontrar incoherencias.

Pero antes de entrar en el problema metodológico conviene precisar que el holismo crea un nuevo concepto de significado y una especial aplicación del concepto de verdad, sin eludir los criterios positivistas de significación, pero aplicándolos de un modo peculiar: «la comparaison s'établit forcément entre l'ensemble de la théorie et l'ensemble des faits d'expérience»⁴⁹. Es a la luz

49. *La Th. Ph.*, pp. 316-317.

de este principio como desaparece la oscuridad en la que nos meteríamos pretendiendo someter aisladamente cada hipótesis teórica al control de los hechos. Este tema lo abordaremos con cierta profundidad en el capítulo cuarto.

Volvamos al asunto metodológico al que nos habían conducido las críticas a Duhem. Un caso especial de falsación y verificación simultánea es el del «experimento crucial». Se trata de una práctica utilizada en tiempos de Duhem consistente en realizar una predicción desde dos teorías alternativas, la que acertase se consideraría definitivamente verdadera, y falsa la otra. Aparte de las críticas que afectan a este tipo de prácticas en cuanto intentos de falsación y verificación, hay otro punto importante: un experimento de este tipo supone una disyunción excluyente entre dos enunciados teóricos meramente incompatibles, pero no contradictorios. La falsedad, caso de que se pudiera establecer, de una hipótesis, sólo contribuye a la confirmación de la negación de la misma, no de una hipótesis alternativa. Así, entre las teorías corpuscular y la ondulatoria de la luz, por ejemplo, no cubren todo el espectro de teorías posibles. En abstracto, podría haber una infinidad de teorías más⁵⁰.

¿Cómo decidir entre hipótesis alternativas?
¿Cómo proceder ante un desacuerdo entre las predicciones y los hechos experimentales? Los criterios metodológicos de decisión parecen ser el talón de Aquiles de la epistemología duhemiana.

50. *La Th. Ph.*, pp. 322 y ss.

La amenaza es el escepticismo o la irracionalidad. Nada de ello ocurre, lo que sucede es que el concepto de racionalidad de raíz positivista es excesivamente estrecho, tanto que por querer excluir otras fuentes de conocimiento, acaba por excluir de la racionalidad la ciencia real, la que hay. La solución para muchos, puede ser construir una ciencia idealizada, con sus criterios estrechos y normativos. La revolución kuhniana tuvo de positivo el devolvernos a la realidad después del viaje al mundo de la fantasía positivista. La realidad científica fue el terreno que pisó siempre Duhem, por ello reconocía como criterio metodológico algo tan subjetivo como la sagacidad del científico, el sentido común, en definitiva. Duhem introduce la razonabilidad en la ciencia antes que la estrecha racionalidad positivista. Es el buen sentido del investigador quien juzga sobre la mayor o menor simplicidad de una hipótesis. Hay criterios de elección, machianos en su raíz, en la filosofía de la ciencia de Pierre Duhem. Por ejemplo, la sencillez o la economía mental. Pero estos mismos criterios entrarían con dificultad en el sueño positivista por su difícil formalización. Y ya se sabe que lo que no quepa en nuestros conceptos existe, pero menos. Una vez más, hay que recurrir, en última instancia, a la sagacidad de cada científico⁵¹. Por ello los métodos de decisión no son automáticos. Por ello hay científicos que triunfan y otros que no. Por

51. Ver M. Bunge: *The myth of simplicity*, Englewood Cliffs Prentice hall, 1963.

ello, la tarea científica es humana. El hombre es una unidad y en ciencia, como en todo, ha de usar su sentido común, su imaginación, e incluso, como dice Duhem, su fe. También, por supuesto, entra en juego la moralidad para aceptar honestamente cuándo es aconsejable abandonar una hipótesis. Se trata de evitar los condicionamientos de la vanidad, pasiones o interés. Siempre me llamó la atención, en este sentido, que según Catón, el orador además de «dicendi peritus», haya de ser «vir bonus». También en ciencia «pour apprécier exactement l'accord d'une théorie physique avec les faits, il ne suffit pas d'être bon géometre et experimentateur habile, il faut encore être juge impartial et loyal»⁵². La moralidad no tiene porqué ser «científica o tecnológica» en el sentido en que mostraremos en el capítulo cinco, pero la ciencia, para serlo, no de modo añadido, sino esencialmente, ha de ser moral. No está de más poner de nuevo en circulación esta concepción clásica del científico.

Que la práctica de la ciencia sea como hemos mostrado, no implica, todavía, caer en el quietismo escéptico ni en el irracionalismo. El propio Kant, cuando se trata de subsumir lo empírico en el concepto (que al fin y al cabo no está tan lejos de comparar la teoría con el hecho experimental) es decir, a la hora de construir y aplicar esquemas, afirma que «el esquematismo es un arte oculto en lo profundo del alma humana. El verdadero funcionamiento de este arte difícilmen-

52. *La Th. Ph.*, p. 332.

te dejará la naturaleza que lo conozcamos y difícilmente lo pondremos al descubierto»⁵³.

La decisión del científico ha de ir precedida por una experiencia en su labor y un conocimiento de la historia, de esta forma se aleja lo subjetivo de lo caprichoso y lo razonable de lo irracional. Existe un previa preparación del espíritu científico. Después, las hipótesis llegan incluso a nacer en él, sin él: «Elles germent en lui sans lui»⁵⁴ Algo así como la luz íntima que Platón promete a quien cultive su espíritu⁵⁵.

A nivel general, tomando el desarrollo de la ciencia más que el proceder de un solo científico o un grupo de ellos, tenemos que reconocer que funciona un tanto la psico-sociología de las modas. Ese estado psicológico, colectivo y difuso que aconseja ora aceptar, ora desechar una hipótesis, buscar o no una aplicación, realizar o no un experimento. Claro que esta confluencia de factores que modifica la intersubjetividad puede ser, hasta cierto punto, analizada. Hacer este análisis es un loable empeño⁵⁶, pero el fenómeno resta, siempre, un tanto inaccesible. Hay, cómo no, modas científicas. Creo que este es el nombre que menos enmascara el suceso real⁵⁷.

53. Kant: *Kv.* B181.

54. *La Th. Ph.*, p. 334. Ver también Kuhn: *La estructura de las revoluciones científicas*, p. 146.

55. Platón: *Carta VII*.

56. Un gran análisis de la revolución copernicana como conjunción de factores dispersos que contribuyen a crear un «clima» favorable a la innovación, se halla en T. Kuhn: *La Revolución Copernicana*. Ariel, Barcelona.

57. Por ejemplo, el sentimiento de crisis en una comu-

Existe, un tribunal, que otorga o no el éxito a una teoría. La experiencia, como experimento (comparación de las predicciones con los «hechos prácticos») y la experiencia como aplicación tecnológica, según la división propuesta por Duhem. La crítica a un determinado modo de proceder en la investigación científica, debe hacerse a posteriori, en función de los resultados que obtenga, no en función de su origen conceptual. Toda metodología excesivamente estricta pretende, en el fondo, ser definitiva de la ciencia y establecerse como normativa. A veces, un avance en la ciencia supone un cambio de su concepto y una revolución metodológica, por tanto, puede ser aconsejable la amplitud que, en este sentido, propone Pierre Duhem, no excluyendo de lo científico nada que pueda dar resultados prácticos aceptables, ya sea en la aplicación tecnológica o en la economía mental.

El modelo de desarrollo científico que se sigue de ahí, no es acumulativista. El holismo implica que cada paso en la ciencia afecta y reestructura todo el contenido de la misma. No se van añadiendo al corpus científico enunciados que se comprueban individualmente, como se pueden añadir granos de arena a un montón. Antes bien, se procede por sucesivas reestructuraciones del gran puzzle orgánico de la física. Kuhn prefiere añadirle la violencia de la revolución al to-

nidad científica. Ver Kuhn: *La estructura de las revoluciones científicas*, pp. 125-126.

mar como pauta de desarrollo la parte explicativa de las teorías científicas. En Duhem parece desarrollarse todo con otro tempo, más lento y progresivo. Como ya hemos mencionado, la discrepancia viene dada por el criterio elegido para medir el cambio científico. Para Duhem la interpretación del formalismo matemático carece de importancia y otorga mucha, por contra, a la exactitud de las predicciones y a la simplicidad y economía mental que proporciona el constructo teórico. Desde este punto de vista la ciencia progresa con lentitud, sin espasmos revolucionarios. Pero el progreso, y en esto se acerca a Kuhn, no es meramente acumulativo. No pueden añadirse estrambotes (al menos de manera definitiva) que no se integren en el organismo científico.

En resumen, sabemos que la experiencia sugiere hipótesis, pero no las implica ni surgen de ella de modo inmediato. Sabemos también que no hay experiencia sin teoría previa, y que las teorías científicas se enfrentan con la realidad como un todo, no por partes. Por tanto, la experiencia no nos habla sobre la verdad o falsedad de una hipótesis, sino de un todo teórico susceptible de ser remodelado. En consecuencia, cambian las nociones de verdad y semántica de la ciencia y se hace borrosa la distinción entre enunciados analíticos y sintéticos.

Realmente importante, viva y debatida, es, pues, la aportación de Pierre Duhem en este tema.

IV

MATIZACIONES AL INSTRUMENTALISMO: CLASIFICACIÓN NATURAL

I. Valor explicativo de la teoría física

A través de su análisis lógico e histórico de la ciencia Duhem ha pretendido resolver el problema de la autonomía entre ciencia y metafísica, o dogma religioso. En su doble vertiente, esta autonomía supone que la ciencia positiva (en especial y sobre todo la física) no pretende explicar el mundo fenoménico, sólo describirlo lo más aproximadamente posible, no habla directamente sobre el Ser, no nos ofrece la verdad. En contrapartida, la metafísica no puede apoyar o descalificar ninguna teoría física. Estas se desarrollan de manera autónoma y se enfrentan exclusivamente a la experiencia. Ya hemos seguido el desarrollo técnico de la epistemología duhemiana que le permite alcanzar estas consecuencias. Ahora nuestro interés se centra en comprobar si efectivamente, se trasciende el análisis lógico y se

pasa a los postulados gnoseológicos que propugna Duhem. Nos interesa, además, hacer una clarificación global de sus tesis que hemos dado en calificar como «Instrumentalismo matizado». Trataremos de explicar cuáles son las matizaciones.

Después de establecer que las hipótesis y teorías científicas no son captadas como evidencias que nos aporta la experiencia; tras desmontar las pretensiones justificacionalistas o falsacionistas que conducían a una ciencia acumulativa hecha de enunciados bien corroborados; una vez mostrado que las operaciones matemáticas que requiere la fase deductiva no tienen porqué corresponder con las operaciones que se produzcan realmente; después de todo ello, se puede concluir que la ciencia no hace afirmaciones ontológicas. Pero se puede mostrar que semejante conclusión requiere, además de lo dicho, verse inscrita en un determinado marco conceptual, es decir, la epistemología duhemiana descansa sobre un análisis ontológico implícito. Esto no mengua su valor, es un hecho inevitable que muestra como antes que en un mundo científico, vivimos en un mundo de conceptos filosóficos.

La epistemología de Duhem presenta, según lo que hemos dicho una extraña coherencia: afirma que sólo desde la metafísica nos podemos forjar una idea del mundo, y efectivamente, así es. Afirma también que la física funciona de modo autónomo y en ello parece acertar. No obstante, en su análisis del valor gnoseológico de la física hay implícitos unos cuantos conceptos per-

tenecientes a la metafísica y a la teoría del conocimiento.

Hay que aclarar cuáles son esos conceptos y qué carácter tienen. Los hemos descrito como implícitos. Son, efectivamente, el marco conceptual en que se mueve la obra de Pierre Duhem y, en consecuencia, rara vez aparecen en ella. Se dan por supuestos. Son, a los ojos de Duhem, tan evidentes que no los nombra.

No puede satisfacer esto a quien busque una oportunidad para acusar de subjetivismo apriorista a la filosofía científica de Duhem. Su intención de elaborar un juicio objetivo es recta. Sus teorías derivan del profundo conocimiento de la historia y del trabajo científico cotidiano. Lo que no se puede pedir a nadie es que se despoje de su punto de vista, de su subjetividad, ya que son los medios insustituibles para abordar la realidad.

Una descripción acertadísima de este tipo de situaciones la realiza Conrford. A sus conceptos me remito: «Una filosofía de la vida resulta análoga al espacio kantiano. Propuesta por nuestro espíritu es inocentemente proyectada al mundo exterior.» Esto, llevado al límite, supone que «no hay hecho, por más bruto e inmaleable que sea, que no pueda encajarse en el cuadro de la propia filosofía; de otra suerte, la filosofía tendría, de cuando en cuando, que someterse a los hechos, y ¿dónde estarían entonces las filosofías? Propio de ellas es clamar validez objetiva»¹. Esta tesis

1. Conrford: *La Filosofía no escrita*. Ariel, Barcelona, 1974, pp. 28-29.

es similar, hasta cierto punto, a la que Duhem sostiene con respecto a la física. Sin embargo, no es necesario llevar las cosas hasta ese punto en que se corre el riesgo de caer en un igualitarismo escéptico, para darse cuenta de que unas concepciones filosóficas en las que se cree como evidentes, pueden verse proyectadas en la interpretación del análisis epistemológico de la ciencia. «[Estos] esquemas conceptuales abstractos se escapan a la atención en virtud de que sólo muy raramente precisan ser efectivamente mencionados»².

No trato, aquí, de analizar los factores implícitos en cuanto causas del empeño filosófico de Duhem. Que pretende salvar la metafísica aristotélica o el dogma católico de toda crítica proveniente de la ciencia positiva, tal vez sea cierto. Puede ser, como empresa filosófica, muy loable, y resulta, como acusación³ hacia su epistemología, una vanalidad. Una crítica razonable ha de abordar directamente su obra, no ampararse en una prejuiciosa descalificación en virtud de sus objetivos. Al fin y al cabo, el impulso filosófico (que en Kant parece autosustentarse), es en San Agustín una manifestación del más amplio deseo de felicidad («nulla est omni philosophandi causa, nisi ut beatus sit»). Tampoco creo que las ideas filosóficas implícitas hayan influido en manera alguna sobre el análisis lógico e histórico de la

2. *Idem.*, p. 94.

3. Como tal lo presenta A. Rey en «La philosophie scientifique de M. Duhem», pp. 699-744.

ciencia, con el cual, en muchos aspectos, están de acuerdo gentes de variadas escuelas filosóficas. Alguno de los resultados de este análisis ha obtenido general aceptación. Donde existe esa influencia, y no podría ser de otro modo, es en la interpretación de los resultados obtenidos, en el paso desde «la ciencia funciona así» a «la ciencia no hace afirmaciones ontológicas».

El marco filosófico del que depende la interpretación duhemiana es aristotélico. No Kantiano, como se puede pensar a primera vista. No existe una distinción entre noumeno y fenómeno. Si fuera así, tendría sentido decir que la física nos ofrece un conocimiento cierto del fenómeno, quedando para la metafísica el incierto terreno del noumeno, y la ardua tarea de expresar lo inefable. Obsérvese que, así, según la definición kantiana de objeto, el peso de lo objetivo cae del lado de la física. En Duhem, la ciencia empírico-matemática describe el «cómo» del fenómeno, pero no lo conoce ni explica. Es la metafísica quien puede, basándose en la experiencia ordinaria⁴, conocerlo y, conociéndolo, explicarlo en función de su realidad óptica. La apariencia en Aristóteles no es un velo de la realidad sino camino hacia ella. Conocer cierta y profundamente el fenómeno, sería para Duhem, por aceptación de Aristóteles, conocer la realidad. La física sólo describe, en principio. Después, cuando se va afianzando una teoría

4. «L'expérience, nul n'en doute, nous enseigne de vérités... cet ensemble constituerait la connaissance empirique», en *La Th. Ph.*, p. 494.

física, simboliza o representa, en el mejor de los casos. Tampoco describe la física la forma del fenómeno en el sentido aristotélico, que sería tanto como describir su esencia, sino en sentido más externo y cuantitativo del término. Esta es otra de las fuentes de arbitrariedad de la física para un aristotélico: que ha de reducir a cantidad un universo que no es sólo cantidad.

El análisis kantiano es más propio del positivismo, que, al igual que Duhem, propone una separación radical entre ciencia y metafísica, pero denegando a ésta todo valor, en función de su criterio de significación. Tampoco pretende que la ciencia dé con la esencia de lo nouménico, pero sí que proporcione un buen conocimiento del fenómeno.

El realismo científico a ultranza ha de convivir con una filosofía idealista. Identificando lo real con lo racional-científico, considerando como «meramente» existente todo lo que no encaje en su marco conceptual. Esta diferenciación de origen suareciano, que retoma Hegel, se mantiene a veces involuntariamente, en la ciencia, que prefiere hablar de «efectos anómalos» en vez de teorías incorrectas. Duhem ha contribuido a mostrar esta vinculación entre realismo científico e idealismo a través de su estudio de las relaciones entre teoría y experiencia.

Lo que, en definitiva, queda claro, es que la ciencia permanece autónoma con respecto a la metafísica. Si se pretende que haga afirmaciones ontológicas esta pretensión es de carácter meta-

físico, y por tanto independiente del propio desarrollo de la ciencia. Asegurar que la ciencia no hace afirmaciones ontológicas, como hace Pierre Duhem, también va más allá de la enunciación de la autonomía entre ambas disciplinas. Supone el reconocimiento de una cierta metafísica como vía hacia lo óntico. Esto no hace sino confirmar que «also of the fact scientific controversy is rooted in metaphysics»⁵. Una vez más el funcionamiento de la ciencia es asequible a un estudio histórico y lógico, mientras que su valor y naturaleza son objeto del discurso metafísico, en el sentido amplio. Esto no es sino confirmar que la filosofía de la ciencia ha de aproximarse como disciplina más a lo filosófico que a lo científico para no perder su identidad. Ha de ser, de hecho, una parte de la teoría del conocimiento.

La metodología puede ser otra fuente de coerción para la ciencia. En este terreno, Duhem no establece una absoluta autonomía⁶, pero comienza el proceso. Para él, la ciencia no debe usar modelos mecánicos, ni siquiera con función heurística. La metafísica y lógica clásicas deben ser respetadas. Sin embargo, en su espíritu está reducir al mínimo los criterios para la elección de hipó-

5. Agassi: «Duhem's instrumentalism and autonomism».

6. Sólo cuando Duhem se pone en el supuesto de que la ciencia fuese meramente instrumental, aboga por una absoluta libertad metodológica, incluso con respecto al principio de no contradicción. En dicho supuesto, «obliger donc la théorie physique à garder en son développement une unité logique rigoureuse, ce serait exercer sur l'intelligence du physicien une tyrannie injuste et insupportable» (*La Th. Ph.*, pp. 503-507).

tesis y potenciar la iniciativa personal del científico para optar por la revisión protocolaria o por el cambio de hipótesis. Se inclina, más bien, hacia una metodología descriptiva. La idea de «la *Théorie Physique*» es mostrar el funcionamiento real de la ciencia, no introducir criterios para definir lo científico. Quizá en esto haya influido su actividad como historiador. La ciencia, no es, en Duhem, autónoma de la metodología pero facilita el camino a autores como Feyerabend que trabajan en esta línea.

Por último, frente a la tecnología, la física no es autónoma. De ahí la caracterización de la epistemología duhemiana como instrumentalismo. Duhem señala que existen dos tipos de experiencia, la «experiencia de prueba» o experimento en el sentido normal, y la «experiencia de aplicación», «*cette expérience n'a pas pour but de reconnaître si les théories admises sont ou ne sont pas exactes; elle se propose simplement de tirer parti de ces théories*»⁷. De esta forma, el uso tecnológico se presenta como prolongación natural del hecho científico. Es más, dadas las dificultades que existen como hemos visto, para comparar teorías, la tecnología se convierte en criterio evidente de progreso científico. La siguiente pregunta sería si la tecnología es autónoma, como opina L. Winner⁸ o si, por el contrario, se puede ejercer un control en función de las necesidades

7. *La Th. Ph.*, p. 279.

8. L. Winner: *Tecnología autónoma*. Gustavo Gili, Barcelona, 1979.

humanas. De esta forma se ejercería también un control indirecto sobre la ciencia. La debilidad de este deseable control quizá venga dada, más que por dificultades inherentes a la propia tecnología, por el grado de mixtificación existente, según señala Feyerabend⁹ entre ciencia oficial y Estado. Desde el punto de vista de Duhem no es posible, ni deseable, que los criterios últimos de decisión vengan dados por la ciencia positiva.

Si por instrumentalismo entendemos que «la ciencia *sólo* sirve para la tecnología», como lo define Popper (y esta definición es la que recoge Agassi¹⁰, la epistemología de Pierre Duhem no es instrumentalista en este sentido *standar*. Tampoco se distancia radicalmente de esta tesis hasta quedar diluida en «la ciencia *también* sirve para la tecnología». Por ello debido a que, en definitiva, el fin principal, no el único, de la ciencia es la técnica (mnemotecnia y tecnología) conservamos la denominación de instrumentalismo. Sin embargo, hay matices muy importantes. Supongo que Duhem aceptaría algo así como «la ciencia sirve principalmente para la tecnología».

Las matizaciones afectan radicalmente al fondo de la siguiente afirmación: «la filosofía de Duhem nos parece un claro exponente de cómo el instrumentalismo, en cuanto recurso filosófico con el que se pretende dar pseudosoluciones tranquilizantes a determinados problemas de índole cultu-

9. Feyerabend: *La ciencia en una sociedad libre*. Siglo XXI, Madrid, 1982.

10. Agassi: *Op. cit.*

ral (metafísicos, religiosos) situados previamente al margen o por encima de la ciencia(sólo cumple sus objetivos si va unido a una postura escéptica respecto del alcance del conocimiento científico y de sus posibilidades de crecimiento»¹¹.

Resultaría extraño que un científico como fue Pierre Duhem (y así se definió a sí mismo al rechazar una plaza como profesor de historia de la ciencia en París) se mostrase escéptico ante la ciencia. Sólo es aceptable en un uso amplio de la palabra «escéptico» como equivalente a «desconfiado» o «cauteloso». Frente a una cierta confianza ingenua en la ciencia no está de más mostrarse cauteloso. Si tratamos de evitar simplificaciones, en ningún momento podemos calificar la epistemología de Duhem como escepticismo científico. Significativamente, «La Théorie Physique» concluye con la siguiente frase de Pascal: «Nous avons une impuissance de prouver invincible a tout dogmatisme; nous avons une idée de la vérité invincible a tout le Pyrrhonisme»¹². Esta es la definición más clara de la epistemología científica del autor de «La Théorie Physique». Todas las dudas en que nos sume el análisis lógico no son suficientes para que nuestro sentido común deje de ver algo objetivo en la ciencia. Al menos una representación, que puede ser más o menos acertada de la realidad. Es así, y así se ha de

11. Sebastián Álvarez Toledo. Op. cit., p. 201.

12. *La Th. Ph.*, p. 509. En la página 508 afirma que el estudio del método físico es insuficiente para mostrar al científico la razón de su búsqueda. Todo científico confía en que la ciencia contribuye al aumento del conocimiento.

tomar. Ni blanco ni negro¹³. Quien desee quedarse sólo en el análisis lógico, cauteloso si se quiere, tendrá sólo medio Duhem. Habrá perdido, además, el sentido profundo de su obra. Quizá el desacierto esté en no colocar a la ciencia positiva en su sitio dentro de las fuentes de conocimiento.

En los siguientes apartados pasaremos a examinar en qué sentido Duhem se distancia del instrumentalismo estrecho. De qué forma «cumple sus objetivos» sin necesidad de caer en el escepticismo científico.

2. Simplicidad y valores estéticos en la teoría física

La matización del instrumentalismo se realiza en dos fases. En primer lugar mediante una cierta disciplina metodológica, se puede conseguir que la ciencia presente un aspecto coherente, que tienda a ser cada vez más una y más orgánica¹⁴. Para ello es imprescindible tratar de buscar la simplicidad de la teoría física que pretende representar la naturaleza. La siguiente fase supone una captación, casi intuitiva, de que una teoría que se muestra ordenada, simple, coherente y que representa con suficiente exactitud los hechos, tiende

13. «Que una diferencia sea de grado no implica que no sea importante». (Ulises Moulines en: «Blanco, negro, gris: contra el extremismo filosófico», en *Exploraciones metacientíficas*, p. 32.

14. *La Th. Ph.*, p. 445.

a ser una «clasificación natural», algo más que una construcción meramente instrumental.

La exigencia de orden y simplicidad en la teoría científica no supone aún un acercamiento de ésta a la realidad. Es, esencialmente, un paso previo para establecer la tendencia al límite que constituye la clasificación natural. En su origen, el criterio metodológico de simplicidad viene dado por la convicción de que la naturaleza funciona, también, de una forma lo más sencilla posible. Esta convicción trasciende a la propia ciencia, pertenece a un tipo de conocimiento extracientífico. Existe otra fuente originaria de la exigencia de coherencia interna. Esta, de orden subjetivo, se refiere al efecto estético que produce la teoría a nuestros ojos. Nos da mayor sosiego e incluso nos produce un goce estético la estructura simple, ordenada. La búsqueda de un orden se convierte así en la búsqueda de la belleza y, dada una cierta libertad metodológica, este proceso es casi un proceso artístico. Según afirma B. Ginzburg, en su comentario a «The methodology of Pierre Duhem» de A. Lowinger; En Pierre Duhem, «science in short is an art»¹⁵.

La ciencia se aproxima al arte por la libertad metodológica que propone Duhem, concediendo gran peso a las motivaciones subjetivas. Pero, lo que es más importante, la ciencia es un arte en el sentido de que a través del orden y la coherencia produce belleza, y esta belleza de alguna manera

15. B. Ginzburg in *ISIS*, XXXIV (1943-43), p. 34. Referencia de A. Lowinger: *The methodology of Pierre Duhem*.

representa la realidad. Late aquí la concepción platónica del mundo como cosmos (en su triple sentido de orden, belleza y realidad). La idea, en definitiva, de que lo bello nos acerca a la verdad. Lukasiwicz en su artículo «elementos creativos en la ciencia»¹⁶ lucha contra la idea de que «el científico no crea nada (simplemente descubre la verdad), mientras que el poeta, el pintor y el compositor trabajan creativamente». Para Duhem el trabajo del científico es principalmente creativo. Es por ello que la ciencia y el arte, según propone Lukasiwicz, se aproximan. Pero, curiosamente, es a través de la belleza creada a fuerza de orden cómo la teoría física consigue imponer la sensación de que está aproximándonos a la realidad.

Para no pecar de incoherencia, hemos de apresurarnos a decir que «The cultural importance of this conception of science lies in the fact that automatically reinstates the validity of the other approaches, the other functions of the human spirit, in their intercourse with reality. If science is not a revelation of reality in its absolute character, but only a revelation of reality under the aspects and limitations of sciences, then poetry and ethics and religion all have their validity under their own special approaches»¹⁷.

El reflejo de la creatividad científica se halla en la creatividad tecnológica, y éste es otro fuerte

16. Publicado en «Revista de Occidente» junto a otros bajo el título: *Estudios de lógica y filosofía*, pp. 23 y ss.

17. B. Ginzburg. Op. cit., p. 34.

punto de apoyo para la asignación a la ciencia de un valor como representación de la naturaleza. La valoración duhemiana de lo tecnológico no puede interpretarse como una forma de rebajar la ciencia al nivel sobrevivencial. Tiene un sentido más profundo y evidente para un cristiano, quien se considera hecho a imagen y semejanza del Dios que «fundó los cielos... fijó sus términos al mar... echó los cimientos de la tierra»¹⁸. Un Dios creador que otorgó al hombre la posibilidad de remedarle por el trabajo, incluso la obligación moral de hacerlo: «tomó, pues, Yavé Dios, al hombre, y le llevó al jardín del Edén, para que lo cultivase y guardase»¹⁹. El mismo Señor del trabajo, al hombre, «le dio ojos para que viera la grandeza de sus obras»²⁰. Ya que «la belleza y el orden del cosmos traslucen el logos divino»²¹. El logos divino es verdadero, pues él creó el mundo. La obra refleja, pues el logos del que surgió, como la obra técnica refleja el logos, pequeño y humano de la ciencia y representa una de sus facetas creadoras. Así, del conocimiento científico como copia (que es una pobre idea de lo que es conocer), pasamos al conocimiento científico por creación, por génesis. Tal vez podamos decir que la ciencia conoce el mundo cuando sea capaz de crearlo. Aún así, no sabremos si lo crea o lo simula (como está sucediendo con la inteligencia

18. Proverbios, VII, 27-29.

19. Génesis II, 15.

20. Eclesiástico XVII, 7.

21. C. París: «Mundo técnico y existencia auténtica», *Revista de Occidente*, Madrid, 1973, p. 184.

artificial); a través del análisis lógico y metodológico no podemos asegurar la verdad científica. Pero cuanto más creativa sea la ciencia, en sus conceptos y en sus derivados técnicos, más fuerte será la persuasión²² que ejerza sobre nosotros. La ciencia nos aproxima a la verdad en tanto que es arte. Sólo así se salva el diagnóstico de Oscar Wilde, según el cual la ciencia no tiene futuro en este mundo, ya que no puede tratar sobre lo irracional.

Debemos concluir que la persuasión que produce en nosotros la ciencia es fruto de un conjunto de factores. No basta, desde luego, el mero acierto predictivo, ha de ir unido a la apariencia de orden interno de tal forma que nos sea imposible creer que semejante organización no sea «L'image d'un ordre et d'une organisation réels»²³.

Es necesario también que este orden tienda a la simplicidad, ya que el espíritu humano ante «un système capable d'ordonner si simplement et si aisément un nombre immense de lois, de prime abord si disparates»²⁴ no puede forzarse a creer que es meramente artificial. Seduce, según afirma Duhem, la belleza de algunos constructos teóricos: «une telle création de l'esprit humain est vraiment une oeuvre d'art». El hombre contempla su obra científica, su creación, y admira en ella las facultades que le permiten realizarla,

22. Retomaremos en el próximo apartado el concepto de persuasión de la ciencia, que también aparece en Kuhn.

23. *La Th. Ph.*, p. 35.

24. *Idem.*, p. 36.

siendo ésta, nuevamente, una forma de admiración ante la naturaleza o ante la Creación.

Aún así, a pesar de las fuerzas de seducción que la ciencia puede tener sobre el hombre, sin todo el respaldo filosófico a que hemos hecho referencia, simplicidad y belleza, orden y coherencia, no añaden nada a la ciencia en el plano cognoscitivo. Se resuelven en un craso subjetivismo. Lo simple en ciencia, concepto de origen machiano²⁵, puede alejarse de su vertiente objetiva (como reflejo del orden natural), si no se cree, por criterios extracientíficos, en una naturaleza ordenada. Se acerca así, la simplicidad a los que Mach dio en llamar «economía del pensamiento», que hace referencia a la facilidad con que el intelecto humano comprende y retiene ciertos constructos. De esta forma, la ciencia acaba siendo una mnemotecnia, y su aporte noético no queda justificado por esta vía. Es más, Duhem establece una distinción entre «espíritus amplios» y «espíritus profundos»²⁶. Con todas las deficiencias que se quiera, esta clasificación pone de manifiesto que no todos los hombres captan con facilidad los mismos tipos de estructuras, hay quien se inclina por lo abstracto y quien por lo concreto. En fin, que nuestra ciencia, si fuese mnemotécnica no sería siquiera intersubjetiva. Una vez más se nos escapa de las manos la posibilidad de introducir la objetividad en la ciencia a base de criterios metodológicos, y se hace cada vez más

25. Ver *La Th. Ph.*, p. 496.

26. *La Th. Ph.*, p. 77.

evidente que éstos han de ir acompañando a todo un tejido de ideas extracientíficas, para introducir en la ciencia una cierta capacidad representativa.

Lo que sucede, es que para Duhem este núcleo básico de convicciones extracientíficas se presenta como obvio y atañe, prácticamente, al sentido común de las gentes.

Una vez introducidos todos estos factores, podemos abordar la segunda fase de la matización del instrumentalismo: La ciencia tiende a ser una «clasificación natural» que ofrece un cierto conocimiento del mundo exterior.

3. La teoría científica como clasificación natural

a) Concepto de clasificación natural

Una vez desechadas las pretensiones de continuidad lógica entre la teoría científica y la ontológica, se trata de salir del instrumentalismo absoluto de algún otro modo. Antes que nada, hay que realizar el reconocimiento explícito de que todo intento de otorgar valor cognoscitivo a la ciencia empírica, cae fuera del dominio estricto de la misma. Quien sea estrictamente positivista y niegue todo valor a la metafísica, habrá de mantenerse en el plano de lo instrumental para guardar la coherencia. Así opina Pierre Duhem. Pero, éste no es su caso, por ello puede hablar de la tendencia de la ciencia a convertirse en clasifi-

cación natural. Cede, así, a lo que él cree que es un impulso natural del espíritu humano. El hombre se ve movido inevitablemente a hacer metafísica, a generalizar sus conclusiones, y a ver en su actividad científica algo más que una búsqueda de mejores instrumentos. En esto Duhem recoge la tradición kantiana y cede al impulso metafísico, pues toda la disquisición sobre el carácter de clasificación natural de la ciencia física, está fuera del ámbito científico y del análisis lógico. Este último no nos lleva ni puede hacerlo, más allá del instrumentalismo. La exigencia positivista supone la restricción de un impulso intelectual inherente al espíritu humano. Duhem, no está dispuesto a permanecer dentro de los límites de la ciencia, que tras el análisis lógico realizado, se le antojan estrechos. En resumen, si pensamos que la investigación científica no alcanza su completa justificación en el terreno de la utilidad práctica Duhem nos fuerza a reconocer que «pour trouver les titres qui établissent sa légitimité, la théorie physique les doit réclamer de la métaphysique»²⁷.

Como definición de clasificación natural que puede servirnos de punto de partida, Duhem ofrece la siguiente: «[C'est] la forme idéale ver laquelle doit tendre la théorie physique»²⁸. Es, pues, un límite, un horizonte de progreso. Algo así como el límite a que tiende la evolución de la física en

27. *La Th. Ph.*, p. 453.

28. *Idem.*, p. 32.

Popper, o el concepto regulador del «mundo» en Kant, como límite del proceso constitutivo del fenómeno, nunca se alcanza semejante estado, así lo piensa Duhem, pero es posible hallarse más o menos lejos de él.

Podemos seguir extrayendo consecuencias, algunas de ellas ya se han adelantado en el recorrido por las ideas de Pierre Duhem, por ello sólo cabe mencionarlas en breve. A nivel metodológico se impone una búsqueda de la coherencia interna, la unidad y el orden, ya que la ciencia ha de tender a ser clasificación natural. A nivel histórico, vemos como se mantiene la idea de una ciencia que progresa, se perfecciona, se aproxima a un ideal. No se producen en ella grandes convulsiones, ni es una búsqueda sin sentido, la tendencia a ser clasificación natural le proporciona el sentido, como dirección y como significado. Ya hemos distinguido entre la parte «representativa» y la «explicativa» (fruto de la interpretación de la teoría). Es, sin duda, la primera la que evoluciona según se ha dicho. La parte «explicativa» se somete a la dinámica de las revoluciones científicas.

Sigamos con el proceso definitorio. Tal vez nos ayude a captar el significado del concepto la noticia sobre su origen. Éste se halla, sin duda, en la metodología clasificatoria de la biología. Gran parte de los conceptos científicos de Aristóteles parecen referirse, en primera instancia, a la biología. Duhem, en este caso, sigue los pasos del estagirita. Cuando trata de explicar el con-

cepto de clasificación natural mediante un ejemplo, éste lo toma de las clasificaciones del biólogo²⁹. La clasificación de los seres vivos puede ser todo lo caprichosa que se quiera pero es deseable que nuestra estructura tenga alguna analogía con la realidad. Por ejemplo, que su orden sea acorde con el orden genealógico en que han evolucionado las especies.

Se puede pedir algo similar a la física. De la teoría se deducen leyes, las leyes son resúmenes de hechos experimentales. Pues bien, trataremos de que nuestro orden lógico corresponda con el orden real de producción de los hechos, de forma que las leyes se agrupen no por su similitud superficial, sino en función de que representan hechos más o menos afines. Evidentemente, nunca podremos saber a ciencia cierta si nuestro orden lógico representa con exactitud el orden de producción de los fenómenos. Estamos yendo más allá de la física. Pero, en todo caso, ésta es nuestra finalidad, que la genealogía atemporal (fuera del tiempo, y por tanto del mundo) que es la lógica, refleje la genealogía mundana de los hechos. Un conocimiento absoluto del mundo sería más genealógico que lógico. Pero para llegar a él haría falta la omnipresencia en la producción del mundo que supliría, con creces, el conocimiento legal. Por ello, las leyes físicas son, en cierto sentido, la medida exacta de nuestra ignorancia. Por ello, también, pensaban con sentido los antiguos

29. *La Th. Ph.*, p. 33.

al creer que la mejor cosmología es una cosmología, por más que se haya tachado de ingenua esta concepción.

Esta analogía entre lo clasificatorio, lógico, estático y atemporal, por un lado, y la dinámica genealógica por otro, viene ya sugerida por la aplicación del término estático de clasificación a la ciencia de la energía y el movimiento, a la física. Aún así, el concepto conserva ciertas connotaciones que no queremos dejar escapar. Producir clasificaciones en vez de leyes es más propio de la ciencia griega, donde la naturaleza es contemplada. Nuestra ciencia legal cambia el concepto de Naturaleza que pasa de ser un conjunto de cosas (el ente móvil) a ser un conjunto de leyes, un espacio de posibilidad (esta situación acaba por hacerse patente en Leibniz, y más tarde en Wittgenstein). Conocer o contemplar un conjunto de seres puede provocar admiración o entusiasmo. Genera un espacio de posibilidad interno. Es el hombre quien puede cambiar y desarrollar técnicas de autocontrol para adecuarse (por adaptación o aceptación) a la Naturaleza. Unificarse con ella es el modo propio de conocerla. Sin embargo, conocer un espacio legal de posibilidad, invita al juego tecnológico, a influir en el acontecer y adecuarlo a las exigencias, tal vez a las más superficiales, del individuo.

En la necesidad que siente Duhem (y con él una gran parte de nuestra cultura) de una ciencia que sea a un tiempo conocedora y dominadora, late el impulso cultural del cristianismo. Para

el cristiano el mundo merece contemplación y conocimiento íntimo, ya que así se produce entusiasmo (endiosamiento). En el mundo se refleja la mano del Creador. Un mundo que, por otra parte, por imperativo moral, ha de ser dominado, trabajado. Duhem no podría aceptar una ciencia mutilada de cualquiera de sus dos vertientes, como tal vez pudieron hacer las culturas precristianas o el positivismo estrecho con sus evidentes implicaciones agnósticas.

Hay algo más, diseñar espacios de posibilidad, crea, en definitiva, un lenguaje artificial y, por tanto, un «mundo» nuevo, imposibilita radicalmente para la captación directa de los hechos a los que sólo podemos llegar mediante una ciencia que respete el núcleo semántico del lenguaje habitual. En palabras de J. Mosterín: «El mundo se nos escurre entre las mallas de nuestras teorías»³⁰. Así, Duhem tuvo que crear una semántica nueva para un lenguaje nuevo.

b) Marco filosófico para una concepción lingüística de la ciencia

Sería conveniente que el estudio del tejido conceptual de la filosofía de la ciencia no nos haga perder una visión de conjunto que es propia de la actividad filosófica. Creo que escindir frase a frase una doctrina como la de Pierre

30. J. Mosterín. *Op. cit.*, p. 175

Duhem es un esfuerzo meritorio, pero condenado de antemano a sumirnos en el desconcierto si se realiza aisladamente. Sus formulaciones tienen letra positivista, pero, a veces, la melodía nos sueña, inevitablemente, a Aristóteles. Su intento de otorgar, a la postre, significado a aquello que el análisis lógico se lo había negado es, para algunos, desconcertante. Tan extraño se les antoja que llegan a clasificar a Duhem entre los convencionalistas, haciendo caso omiso de parte de su obra, en actitud similar a la del organismo que expulsa lo que no puede digerir.

Sólo una perspectiva global de la situación filosófica y científica en la que vive y escribe el autor, puede contribuir a otorgar sentido a su obra. Duhem vive en un momento de inflexión de las ideas filosóficas, que están pasando de un racionalismo excesivamente cerril, de origen cartesiano y ligado al realismo científico, a posturas abiertamente irracionistas propias de los comienzos de nuestro siglo. Inflexión también en cuanto al objeto de reflexión filosófica, que se traslada, progresivamente, desde el pensamiento o la percepción sensorial como formas de conocimiento, al lenguaje como expresión positiva del mismo. Este giro en la especulación tiene su origen en Kant, para quien las formas lógicas del juicio, lo eran también de la experiencia, y por tanto del conocimiento. El punto culminante de la especulación sobre el lenguaje vamos a situarlo en Wittgenstein. Entre Kant y Wittgenstein hay más de una nota en común. Parece evidente. Pero

una hay particularmente relevante, tratan ambos de practicar una cierta moderación razonable que no les saque del racionalismo esclerótico para abocarles a un escepticismo ocioso, refugiado en el estetismo. Navegan entre dos aguas. Trazan límites a lo permitido pero no mortifican el espíritu con la negación de todo lo que no se comprende a la manera cartesiana. Según Engelmann: «El positivismo sostiene —y ésta es su esencia— que aquello de lo que podemos hablar, es todo lo que importa en la vida, en tanto que Wittgenstein cree abiertamente que todo aquello que realmente importa en la vida humana, es precisamente aquello sobre lo que, desde su punto de vista, debemos guardar silencio»³¹. Evidentemente, no ha tenido suerte Wittgenstein con quienes se reclaman discípulos suyos pero desprecian su obra transformando un silencio protector (que ni siquiera Wittgensteins se resiste a romper) en un silencio displicente.

Desde este punto de vista, la obra de Duhem no es, en modo alguno, atípica. Pretende hacer una demarcación rigurosa y desde dentro del lenguaje de la física. Traza sus límites y su exacto valor con la única ayuda del análisis lógico. Sigue, en este caso, a Kant y precede a Wittgenstein. Pero no se resiste a otorgar un valor representativo significativo a la teoría física. Trasciende así el terreno del mero análisis lógico. No se

31. Engelmann: «Letters from Wittgenstein», p. 27 (citado por A. Janik y S. Toulmin en op. cit., p. 241).

resiste a transgredir los límites del lenguaje teórico para ir a lo importante, al mundo real. El «cómo» de este salto es lo que nos queda por ver. No son sus maneras, al dar este paso, excesivamente formalizables y reductibles al lenguaje científico como era previsible, ya que se trata, precisamente, de buscar la transcendencia del mismo. Tanto en la intención como en la forma de hacerlo se asemeja a Kant y a Wittgenstein, como veremos. Y esto no es, con ser meritorio, nada excepcional. Pudiera parecer exageración aproximar tanto las figuras de Duhem y Wittgenstein, sin embargo, compartieron, en gran medida, una misma tradición y ambiente científico y filosófico. A partir de esta coincidencia de temas e intereses, sólo es necesaria una cierta madurez humana para no convertir en motivo de vanagloria las limitaciones del propio lenguaje, situándose en su interior de modo orgulloso y ridículo como quien pretende, tras enclaustrarse en su habitación, haber «encerrado al resto del mundo ahí fuera».

Con todo, existe una diferencia radical entre la concepción lingüística de la teoría física intentada por Duhem, y la teoría wittgensteniana del lenguaje. La disparidad afecta la extensión. La obra de Duhem es, y pretende ser parcial, se limita al lenguaje de la física. Reconoce otro tipo de expresiones lingüísticas de validez incluso mayor. La crítica wittgensteniana del lenguaje pretende serlo del «todo» lingüístico, y esto no tanto por haber cobrado mayor extensión que la de

Duhem, como por haber reducido drásticamente la extensión propia del lenguaje. Esta reducción del lenguaje al de la física matemática se produce por aceptación del marco conceptual kantiano.

Vamos a retroceder para adquirir perspectiva. La verdad en Aristóteles es la adecuación del pensamiento al mundo, del concepto al objeto. En el concepto de verdad aristotélico, se articulan profundamente extensión e intensión, sentido y significado. Se dice de lo que es «que es» y de lo que no es «que no es». Ser en tanto que existe y en tanto que es algo concreto, con su forma esencial. Esta unificación cognoscitiva sólo se produce mediante la unidad ontológica de sujeto y objeto en el alma que es, en potencia, todas las cosas, y en acto las que conoce. El lenguaje, en tanto que reflejo del pensamiento, significa, en extensión o intensión. En un segundo movimiento, totalmente explícito en la filosofía cristiana de San Agustín, el lenguaje comunica, ya que existe una naturaleza humana común a todas las almas, de forma que el lenguaje ordinario (salvo en casos excepcionales, que Aristóteles habría de calificar de extremos o bien de enfermizos) significa, con escasa variación, lo mismo para todos los hombres. Si no fuese así —afirma el Santo— nuestra vida social sería más amarga que la convivencia con lobos.

La ruptura de esta unidad ontológica que permite el conocimiento, que es el conocimiento, introduce en la filosofía postcartesiana un problema insoluble. Sólo Hume es coherente, pero in-

satisfactorio. Kant intenta resolver la insatisfacción, devolver la extensión, el contacto con el mundo, al pensamiento, en última instancia al lenguaje. La filosofía kantiana es, en este sentido positiva, pero adolece de una deficiencia que a veces no se percibe de puro obvia. Construye una filosofía trascendental, es decir, busca las condiciones de posibilidad (a través de las deducciones de la lógica trascendental) de un hecho, punto de partida cierto e innegable. El hecho es que el lenguaje de la física significa. En términos más kantianos, que nos ofrece un conocimiento objetivo. A continuación, y por deducción, construye un mundo (sujeto y objeto³²) en el que esto se cumpla. Tal vez, y esta es la grieta obvia de su teoría, no sea cierto lo que él toma como punto de partida evidente. En todo caso, sigamos. El mundo que construye Kant para salvar la física vierte todo el peso ontológico en la *relación*. Es un mundo relacional. El sujeto se interrelaciona con el objeto y es nudo por donde pasan todas las relaciones objetivas. El ser —según Ortega— es, en Kant, la *relación*³³. El ser, diría yo, tiende a ser la relación, pero lo cierto, es que, si no queremos ver a Kant como un idealista, el peso ontológico ha de corresponder a la zona nouménica. Sin embargo, el objeto kantiano sí es la relación, se constituye en ella. La teoría del conocimiento de Kant está diseñada para un fin evi-

32. Aquí tomo «objeto» en un sentido habitual, diferente, del concepto kantiano de objeto.

33. Ortega y Gasset: *Kant, Hegel, Dilthey*.

dente: dar cuenta exacta de la formación y utilización de conceptos matemáticos o geométricos. Pero es muy dudoso que Kant haya conseguido explicar la formación de conceptos menos constructivos, menos aprióricos en definitiva. Queda bastante oscuro cómo podemos llegar, por ejemplo, al concepto de «perro». Para subsumir un individuo dado a la intuición bajo un concepto hay que recurrir al «arte oscuro del esquematismo». También nos conviene reparar en el hecho de que Kant utiliza con frecuencia en su obra la palabra «representación», Schopenhauer termina de ponerla en circulación. De momento, conservemos estos datos.

Duhem estaba bajo la fuerte influencia de Mach, uno de los científicos y filósofos de la ciencia que más cita. En multitud de sentidos se siente deudor de su obra, como hemos ido viendo, recoge de él el concepto de «economía mental», los criterios de simplicidad y orden, la idea de la ciencia como instrumento y la de que el escepticismo científico es insalvable desde el terreno del puro análisis lógico de la ciencia. Pero Duhem trató siempre de trascender el lenguaje de la física, otorgándole un cierto significado, en este sentido se acercó más a Helmholtz y, sobre todo, a Hertz, que, como discípulo de Helmholtz «no podía pasar por alto la significación que para la física teórica tenía la teoría del conocimiento de Kant. Para Mach, por su parte, la guía más segura con la que podía contar en todas las materias epistemológicas, era el escéptico psicologis-

mo de Hume»³⁴. En esta época de entresiglos, el escepticismo siempre lleva el sello psicologista y humeano, y la superación del mismo, como punto de referencia, a Kant. Hertz «era en sus conceptos básicos, completamente kantiano»³⁵. De la misma forma, la crítica escéptica y sensualista del lenguaje debida a Mauthner fue «superada» con conceptos que recuerdan la filosofía kantiana, por parte de Wittgenstein.

Hertz utilizó el concepto kantiano de «representación» en un sentido no empirista. Los modelos de Hertz son de carácter matemático, muestran una estructura lógica en sus relaciones internas, que pretende representar la realidad. Estas «representaciones» (*darstellung*) no son, en modo alguno sensoriales o perceptuales, tienen un carácter lingüístico y matemático. Las representaciones, «esquemas cognitivos» o «modelos», han de cumplir tres condiciones mínimas: mantener la coherencia lógica, la correspondencia con los datos empíricos y tender a la máxima simplicidad³⁶. Estas condiciones son, casi a la letra, las que Duhem impondría a una teoría física. Duhem que toma de Hertz la conocida sentencia de que «la teoría de Maxwell es el sistema de ecuaciones de Maxwell», muy bien podría haber utilizado el término «representación» en el mismo sentido en que lo hizo Hertz. Aparte de las claras influencias reconocidas que Duhem recibió de Hertz, pudo

34. A. Janik y S. Toulmin: *Op. cit.*, p. 175.

35. *Idem.*

36. Ver A. Janik y S. Toulmin: *Op. cit.*, p. 177.

coincidir con sus ideas por el mero hecho de vivir en un mismo ambiente cultural. Por ejemplo, Duhem también rechaza frontalmente la utilización de modelos mecánicos que no serían nunca calificados como representaciones, ya que este término se reserva, como en Hertz, para lo lingüístico y matemático, para referirse a la forma de significar de las teorías físicas. Es evidente que Duhem se alineaba con los científicos alemanes y se adscribía a la escuela «energeticista». El modo de significar propio de la teoría física es en Duhem la «representación». Este término es crucial pues cobra sentido en el marco kantiano al que pertenece. No es raro, si se piensa, que la teoría del conocimiento de Kant está diseñada para salvaguardar el valor objetivo (en sentido kantiano) de la física.

Hemos citado a Mach y a Hertz para poner de manifiesto la conexión existente entre la crítica del lenguaje de la física realizada por Duhem, y la que más tarde presentaría Wittgenstein sobre el lenguaje en general. Nos interesa profundizar y justificar esta relación debido a que el concepto de «clasificación natural» cumple en Duhem el papel más aproximado a la adecuación semántica que podemos encontrar en su teoría de la ciencia. La forma de significar es representando. La línea que nos conduce de Kant a Wittgenstein, pasando por Hertz, nos muestra de la forma más clara posible el sentido del término «representación», que adquiere, en Wittgenstein, un grado de teorización que puede arrojar luz

sobre la utilización duhemiana del término. El parentesco buscado no es en modo alguno, arbitrario, ya que Wittgenstein y Duhem compartieron influencias en asuntos que son para nosotros relevantes. Para justificarlo, hemos buscado una aproximación entre Duhem y los físicos Mach y Hertz. Ahora sólo nos resta señalar como ambos influyeron también decisivamente en Wittgenstein. Según escriben A. Janik y S. Toulmin, «pocas veces un científico ha ejercido tanta influencia en su cultura como Ernst Mach»³⁷. La influencia machiana impregnaba el ámbito cultural de entresiglos a través de las obras de Hoffmannsthal, Musil, Bogdanov, Neurath, Poincaré e incluso Einstein. En el ámbito francés además de Poincaré, Le Roy y el mismo Bergson³⁸ mantienen posiciones de claro corte machiano. Cada cual tomó posturas diferentes ante las doctrinas de Mach, y Wittgenstein se sitúa entre los que intentaron una superación del escepticismo científico mediante el giro propuesto por Hertz en sus «Principios de Mecánica». Mach leyó con agrado los «Principios» de Hertz, sin embargo se produjo un mal entendimiento en un punto que es, para nosotros, de extrema relevancia. «Pretende Mach que Hertz emplea el término "Bild" ("diseño", "imagen") en sentido del viejo término filosófico inglés "idea" y lo aplica a sistemas de ideas o

37. A. Janik y S. Toulmin: Op. cit., pp. 166-67.

38. Le Roy llega a afirmar que «La ciencia no es más que una regla de acción». Citado en Lukaciewicz. Op. cit., p. 26.

conceptos relativos a no importa que región»³⁹. Los «Bild» de Hertz representan la realidad en el sentido de que la modelan, son modelos matemáticos de ella y en caso de que sean correctos mantienen una isomorfía estructural con la realidad a que pretenden hacer referencia. En este punto recoge el concepto Duhem⁴⁰. No quisiera establecer la dirección de la influencia, el hecho es que tanto Duhem como Hertz utilizan el concepto de representación (aplicado a los «Bild» o a la «Classification Naturelle») en un sentido muy similar. «Por lo demás, los cincuenta años de historia de interpretación del «Tractatus Lógico-Philosophicus» de Wittgenstein, han estado profundamente influidos por los seguidores filosóficos de Mach —el Círculo de Viena—, quienes distorsionan el argumento de una obra relativa a la filosofía del lenguaje, que, como veremos, deriva esencialmente de las teorías de Hertz y Boltzmann, convirtiéndola en un ejercicio epistemológico de empirismo machiano»⁴¹. Creo que la cita no puede ser más expresiva.

Como formulación paradigmática de lo que Duhem entendía que era la función de la teoría física como «clasificación natural», podemos citar las siguientes palabras: «Ce que nous proposons comme but à la théorie physique, c'est de devenir une "Classification Naturelle", c'est d'établir entre les divers lois expérimentales une coor-

dination logique qui soit comme l'image et le reflect de l'ordre vrai selon lequel sont organisées les réalités qui nous échappent»⁴². Por estas «imágenes» o «reflejos» debemos entender lo mismo que por las «imágenes» hertzianas, ya que la imagen que proporciona la teoría física se presenta «sous la forme abstraite, générale, schématique»⁴³ y en este sentido constituye la parte *representativa* de la teoría física⁴⁴.

Nos vamos acercando al punto conclusivo, que puesto en palabras de R. Poirier viene a ser el siguiente: «Son expression "Classification Naturelle" équivaut à peu près à celle de "Langage". La science n'est qu'une langue bien faite»⁴⁵. Este lenguaje significa de un modo especial, para tratar de captarlo tenemos que acudir a la tradición kantiana manifestada en los conceptos de Hertz y Wittgenstein.

La disolución del sentido del lenguaje en extensión, la progresión desde el uso nominal hasta el pronominal o deíctico, comienza ya con las modificaciones que el nominalismo occamista (en gran parte con fines exegeticos) introduce en la teoría clásica de la «suppositio». La escolástica contempla un variado y matizado conjunto de funciones semánticas de la suposición lingüística. Un nombre, según la Escuela puede estar *en lugar* de un individuo concreto (suposición perso-

39. A. Janik y S. Toulmin: Op. cit., p. 175.

40. Ver, por ejemplo, *La Th. Ph.*, pp. 24, 34 o 43.

41. A. Janik y S. Toulmin: Op. cit., p. 183.

42. *La Th. Ph.*, p. 41.

43. *Idem.*, p. 32.

44. *Idem.*, p. 43.

45. R. Poirier, Op. cit., p. 403.

nal), o simplemente en lugar de su naturaleza o esencia(suposición simple). Según Occam los términos están por individuos, cosas o personas concretas. Con lo cual el nombre pierde sentido y su función comienza a ser meramente extensional, pronominal. Esta tendencia obtiene su expresión más diáfana en el aforismo wittgensteniano, según el cual «el nombre significa el objeto. El objeto es su sentido». La radicalización del extensionalismo deriva en Quine hacia una semántica behaviorista, que muy bien puede «explicar» el comportamiento lingüístico, pero no aporta nada si tratamos el lenguaje como una expresión del pensamiento y transmisión de información dirigida a una conciencia más que a un manójo de terminales nerviosas.

Cuando el lenguaje pierde una de sus dimensiones y pretende ser meramente extensional, incluso su extensionalidad corre serio peligro. La referencia de un nombre cuyo significado fuese exclusivamente un objeto, permanecería fija todo el tiempo que pudiésemos mantener erguido el dedo índice. Después el reconocimiento del objeto al que corresponde una palabra sin sentido (fuera del propio objeto) se hace dificultoso. Por otra parte, los nombres propios lógicos habrían de durar mientras permaneciese el objeto que nombran de modo que «Aristóteles» perdió su sentido y razón de ser con la muerte de Aristóteles. «Si uno se obceca en el punto de vista extensionalista —señala Inciarte— entonces habría que negar con Russell que lo que normalmente

se denomina con el nombre de nombres sean realmente nombres... Además, habría que admitir con él y con Wittgenstein que los nombres propios auténticos (nombres propios lógicos) son aquellos que nombran lo que no se da en el mundo, puesto que todo el mundo es contingente. El positivismo se convierte así en aquello que más aborrece: en mística. Este salto es evidente en Wittgenstein»⁴⁶.

La creación de un lenguaje extensional es la creación de un universo paralelo. Sin intensión, sin referencia ni punto de contacto alguno con el mundo real. Puede ser, nuestra teoría física, una buena representación del mundo, es decir, reproducir en sus relaciones lógicas las relaciones reales entre las cosas, aún así, necesitamos la ayuda de algún otro tipo de lenguaje realmente significativo e intencional para enterarnos de que intenta ser signo del mundo. Por ello la semántica de la teoría física viene dada desde el lenguaje ordinario y el sentido común, no desde dentro, no desde el análisis lógico. Por ello también, en Wittgenstein, cuyas conclusiones afectan al «todo» lingüístico, la relación lenguaje-mundo no se puede decir, sólo mostrar. A pesar de todo, Wittgenstein trata de decirlo, quema en el empeño su lenguaje desechable. ¿Cómo sino, íbamos a enterarnos de que las estructuras del lenguaje significan las del mundo? Nos percatamos de lo que quiere decir porque conocemos el sentido de sus pala-

46. F. Inciarte Armifián: *El reto del positivismo lógico*. Rialp, Madrid, 1974, p. 51.

bras «sin-sentido». Gracias, también, al lenguaje ordinario, nos enteramos de «a qué» se refiere la física newtoniana. Para que sepamos «de qué» habla su constructo teórico, Newton ha de apelar al sentido ordinario de las palabras «espacio» y «tiempo».

Todo lenguaje representativo es lenguaje en función de un lenguaje significativo que indica y comunica la intención del primero.

El mundo relacional de la objetividad kantiana tiene su reflejo en el mundo de los hechos de Wittgenstein, donde la cosa se pierde en favor de la relación. Un mundo de hechos, relacional, puede ser representado mediante una estructura isomorfa, un modelo. De todas formas, la distancia entre mundo y modelo es infinita si no hay un lenguaje intencional que diga la intención que el modelo tiene de representar, de modelar. «Toda estructura posible —afirma J. Mosterín— se realiza en sistemas numéricos. Toda teoría consistente tiene modelos matemáticos... Por más que profundicemos en un sistema, por más que definamos su estructura siempre habrá (además del sistema en cuestión) sistemas numéricos que la posean»⁴⁷. La formalización de la teoría física en lenguaje conjuntista, pone aún más de relieve este particular. La axiomatización de la teoría de conjuntos debida a Von Neumann (sistema llamado NBG o NBGQ, pues recoge también aportaciones de Bernays, Gödle y Quine) no presenta va-

riable para individuos, todos son conjuntos o clases. En la de ZF (Zermelo y Fraenkel) aparecen variables para individuos y otras para conjuntos. Las primeras son absolutamente superfluas, pues definiendo el conjunto vacío (que en esta teoría aparece sin definir) se puede prescindir de ellas ya que su definición las hace indiscernibles del conjunto vacío, como se puede probar con relativa sencillez.

«Así como en Kant el entendimiento crea el orden en la naturaleza, la lógica hace posible el "mundo" de Wittgenstein suministrándole una forma.»⁴⁸ La diferencia entre lo analítico y lo sintético se diluye (en Duhem y más aún en Quine), dado que el mundo kantiano es un mundo creado, deductivamente, a la medida de la física, es el universo relacional paralelo de la física. Pero esto no es suficiente para nadie. Hemos de pensar que ese «mundo» creado representa la estructura de la realidad cotidiana, en la que nos movemos y vivimos, pero, «como ya lo habían mostrado Hilbert y Hertz, ningún sistema axiomático por sí mismo puede decir nada acerca del mundo. Si es que tal sistema ha de realizar una función proposicional —es decir, lingüística— algo más se requiere: es necesario que se demuestre que las relaciones que realmente se dan entre el lenguaje y el mundo hacen posible una formalización de esta índole»⁴⁹.

47. J. Mosterín. *Op. cit.*, p. 186.

48. A. Janik y A. Toulmin. *Op. cit.*, p. 237.

49. A. Janik y S. Toulmin. *Op. cit.*, p. 238.

Wittgenstein en sus cuadernos pretende que «el mundo podría ser descrito completamente mediante proposiciones completamente generales, y por ello, sin usar ninguna suerte de nombres o de otros signos denotativos. Y a fin de llegar a uno de los lenguajes ordinarios uno precisaría sólo introducir nombres, etc., diciendo después que « $\exists x$ »; «y este x es A », y así sucesivamente»⁵⁰. La idea de Wittgenstein funciona en la medida en que «mundo» se entienda como mundo kantiano, diseñado especialmente, deductivamente, para que funcione el lenguaje físico. El lenguaje físico «*es*» el mundo kantiano. Si por «mundo» entendemos el mundo, el real, el que hay, no el que se construye, resulta que introducir un nombre cuyo significado es sólo un objeto, es imposible, pues no tenemos criterios para identificar qué objeto es el significado por ese nombre. Por otro lado, la existencia relacional como posición relativa en el mundo, que es la raíz del concepto kantiano⁵¹ y de la cuantificación existencial de la lógica, no es un predicado más, presupone ya la existencia en el sentido ontológico, como participación en el Ser. En definitiva, la relación entre lenguaje y mundo, que requeriría un lenguaje radicalmente significativo, del que los demás son subsidiarios, acaba, en Wittgenstein, por ser absolutamente inefable. Sólo le resta «apremiar a sus lectores... Pero si se le pusiese

50. Wittgenstein, *Notebooks*, 1914-1916, pp. 14 y 14e. (Citado en A. Janik y S. Toulmin. *Op. cit.*, p. 232).

51. Ver *Kvr.* A598, B626.

en el brete de tener que explicar por qué debemos suponer que el lenguaje está relacionado con el mundo de esa particular manera, se vería en situación —según propia confesión— de no poder dar ninguna respuesta precisa»⁵². Evidentemente, o nadie entiende a Wittgenstein o el lenguaje de su «*Tractatus*» tiene sentido. La conservación de la coherencia empuja hacia el solipsismo. El lenguaje tras perder intensidad pierde validez para su función genuina: la comunicación.

Veamos a qué suenan ahora las frases de Duhem. Según él, la teoría física representa el mundo, tiende a ser cada vez una mejor representación, abstracta, lógica y esquemática del mismo. Es decir, progresa hacia el status de «clasificación natural». Esta relación teoría-mundo no se puede justificar, «se siente», es fruto de «la persuasión»; del apremio ejercido sobre nuestro entendimiento (y sentimiento) por diversos factores extrateóricos. El modo propio de significación del lenguaje de la física es la representación. Los términos que utiliza adquieren un sentido estructural dentro del mismo. Cada enunciado de la teoría física, aislado, carece en absoluto de sentido. En consecuencia, sólo se puede predicar la adecuación de la teoría como un «todo» al mundo también como totalidad.

Concluimos: Duhem propone un concepto lingüístico de la teoría física. Su semántica, su modo de significar, no se puede captar por mero aná-

52. A. Janik y S. Toulmin. *Op. cit.*, p. 235.

lisis lógico de la misma. La trasciende. Sin embargo, Duhem no estima, a diferencia (enorme diferencia) de Wittgenstein que el lenguaje que cumple los criterios positivistas de significación, sea el único que posee sentido. Duhem parcializa el análisis de raíz kantiana y lo encuadra en una concepción general del mundo de corte evidentemente aristotélico. De forma que el lenguaje de la física, si quiere ser significativo se hace subsidiario del lenguaje común. Para Duhem el modo de significar de la teoría no es completamente inexplicable. Dispone de un lenguaje exterior, eso sí, necesariamente menos riguroso y formal, mediante el cual puede hablar de la adecuación entre el «todo» teórico y el mundo. En este lenguaje externo se utilizan categorías del lenguaje ordinario y del metafísico. Este segundo en un sentido aristotélico. Es decir, el lenguaje metafísico o cosmológico resulta del análisis y cuidada matización del lenguaje común. Por eso mismo conserva un núcleo significativo y comunicativo. Por ello quien aboga por la escisión radical entre el lenguaje filosófico y común, quien tacha a Aristóteles de ser el filósofo del sentido común, está corriendo el riesgo de relegar la metafísica a un verdadero sinsentido.

Duhem construye para la teoría física un modelo lingüístico muy similar, análogo, al que Wittgenstein propone para el lenguaje. Pero a Duhem todavía le quedan palabras «fuera» para tratar de explicar el modo de significación de la

teoría, es decir, cómo nos apremia para que captemos su intención semántica.

c) Un mensaje dirigido al sentido común

El método que utiliza el científico no puede probar que el orden lógico en que dispone su teoría sea reflejo del orden ontológico. Sin embargo, según progresa y se perfecciona la teoría física, esta convicción se hace más fuerte. Precisamente ésta es uno de las razones por las que podemos decir que la ciencia progresa, porque aumenta nuestra seguridad en que sus relaciones representan adecuadamente la realidad. La captación de este progreso hacia la formulación de la teoría como «clasificación natural» no es completamente intelectual, de ser así, sería más accesible a la justificación lógica. Aristóteles vio el origen de la ciencia en el *asombro*. Según señala Lukasiewicz, «el asombro es un estado psicológico de naturaleza a la vez intelectual y emocional. Hay otros estados semejantes a él como pueden ser la *curiosidad*, el *temor a lo desconocido*, la *incredulidad* y la *incertidumbre*»⁵³. A buen seguro que la naturaleza de la certidumbre que puede proporcionar la teoría física entra más en el campo de lo razonable que de lo estrictamente racional y vincula, junto con el intelecto, la facultad sentiente del hombre.

53. Lukasiewicz. Op. cit., p. 27.

La tradición racionalista ha estrechado, con frecuencia, el concepto de lo humano, limitándolo a la facultad racionadora y ésta al razonamiento deductivo (o hipotético-deductivo). Que la razón discursiva sea propia del hombre no indica que sea lo único propiamente humano. Si identificásemos lo humano, lo racional, con lo consciente en la línea agustiniana, obtendríamos un concepto más amplio de racionalidad. El hombre considerado de esta forma está constituido de modo indisociable por la mente (*mens*), el conocimiento, que es primeramente reflexión, conocimiento de uno mismo, autoconciencia sin la cual se hace imposible cualquier otro tipo de conocimiento (*notitia*) y el sentimiento, la tendencia, la voluntad (*amor*). Precisamente por lo indisociable de la naturaleza humana, el sentimiento, lo emocional, es una forma nada despreciable de conocimiento, es más, acompaña a todo conocimiento necesariamente. No se trata, aquí, de exponer pormenorizadamente la doctrina agustiniana del «De Trinitate», pero sí, poner de manifiesto cómo es fácil que cualquier persona que se halle fuera del más estricto racionalismo, acepte, en lo esencial, la imagen de la naturaleza humana propuesta por San Agustín. La influencia del «De Trinitate» como antropología cristiana ha sido determinante en toda la cultura occidental. En esta obra se ha fundamentado durante siglos (y aún hoy en muchos sentidos) el concepto de hombre manejado habitualmente. Influyó, por supuesto, decisivamente, en Santo Tomás,

quien matizó con ayuda de conceptos aristotélicos, el punto de vista de San Agustín, pero, en modo alguno, lo cambió sustancialmente. No es extraño, pues, que un cristiano de corte intelectual tomista como Pierre Duhem contase, de modo obvio y primario, con esta unidad integral del hombre, donde lo emocional y lo intelectual se articulan hasta el límite de perder su sentido si se toman por separado. Al llegar a esta parte de la filosofía de la ciencia de Duhem, sentimos que tomamos tierra, que se dirige al hombre real que vive en un mundo real al que se vincula en muchos sentidos. Empezamos a pensar que el análisis lógico es un rodeo necesario, pero artificial para llegar a saber cómo afecta la ciencia al hombre integral, unitario. El compromiso racional en Duhem está en la búsqueda de la claridad, de la formalidad máxima, no en el desprecio de lo que aún no hemos sabido atrapar. El juicio humano sobre la teoría física va más allá de criterios mecánicos de decisión, en él juegan la intuición (en sentido ordinario), el sentimiento, la emotividad, «le bon sens», en definitiva.

La teoría física, por su parte, *persuade*⁵⁴ al

54. No es Duhem el único que habla de persuasión de la teoría física. En Kuhn podemos leer: «cuando los paradigmas entran, como deben en un debate sobre la elección de paradigma, su función es necesariamente circular. Para argüir en la defensa de ese paradigma cada grupo utiliza su propio paradigma... Sin embargo, sea cual fuere su fuerza, el status del argumento circular es sólo el de la persuasión. No puede hacerse apremiante ni lógica ni probablemente, para quienes rehúsan entrar en el círculo» (T. Kuhn: *La estructura de las revoluciones científicas*. F. C. E.,

hombre de su adecuación al mundo, le *apremia* para que vea cómo significa, a través de varios factores: en primer lugar el orden. La ordenación que la teoría física puede producir en el ámbito de las dispersas leyes empíricas, influye en la mente y en el ánimo. El orden además simplifica, agiliza y hace más asimilable la teoría⁵⁵. Esto es visto como positivo, ya que produce una cierta economía mental. No son la simplicidad y la economía factores meramente utilitarios. Su poder de convicción se apoya en nuestra tendencia a pensar que la naturaleza no da rodeos innecesarios, que procede lo más simplemente posible. Si esto implica, en cierto modo, que la naturaleza actúa al modo teleológico, puede ser, tal vez, porque esta idea sea la que más estrechamente se adecúe a nuestro modo natural de pensar. Por otra parte, el orden crea belleza y la vinculación entre belleza y verdad está subyacente en toda visión del mundo no extremadamente pesimista. En todo caso, con la tematización platónica de este asunto, el vínculo tiende a ser ineludible. Pero la prueba primordial, la que con mayor fuerza muestra la relación entre los enunciados teóricos y los hechos, es la fertilidad de la teoría física⁵⁶, su capacidad de producir profecías

p. 152). Si nos ciñésemos a este punto de vista, sólo los criterios utilitarios distanciarían a la ciencia de la mera retórica. Esto sólo es inevitable si hablamos, como hace Kuhn, de la parte explicativa, interpretativa de la teoría científica.

55. *La Th. Ph.*, p. 36.

56. *La Th. Ph.*, p. 40. Recordemos, como afirma Janik

inesperadas, sorprendentes, que ni siquiera buscábamos. Una teoría se muestra especialmente representativa cuando produce en nosotros el sentimiento de sorpresa. Cuando, diseñada para un dominio, funciona en otro. Cuando, destinada a ordenar un conjunto de leyes, predice el funcionamiento de otras que aún no habían sido formuladas. Tendemos a valorar como adecuada, por ejemplo, la constante cuántica de Planck, porque vemos que es poco menos que «una solución a la busca de problemas» (como se ha dicho, a nivel tecnológico del láser). De la misma forma, es más creíble una teoría si ofrece soluciones que en principio no esperábamos de ella.

Esta idea intuitiva, tal vez se pueda captar a través del concepto de información, es decir, una teoría es más informativa cuanto más improbables sean sus resultados desde la actual coyuntura científica. La teoría matemática de la comunicación en sentido standard (debida a Shannon) considera más informativo un hecho cuanta más incertidumbre despeja. En nuestro caso, la teoría científica debería ser más informativa cuanta más «certidumbre» (proporcionada por las teorías a las que pretende sustituir) despejase.

¿De qué forma afectan al hombre la simplicidad, orden, belleza y fertilidad de la teoría física?

y Toulmin en op. cit., p. 230, que «todas las discusiones sobre la relación que hay entre las proposiciones y los hechos, están expresadas (en Wittgenstein) en términos activos, constructivos.

Duhem utiliza expresiones variadas, por ejemplo, afirma que «nous sentons que les groupements établis par notre théorie correspondent à des affinités réelles entre les choses mêmes»⁵⁷. El entendimiento se convierte así en una especie de «inteligencia sentiente». También trata de describir Duhem el sentimiento de persuasión que produce la teoría física como una «intuición» o, citando a Pascal, como una de esas «raisons du coeur que la raison ne connaît pas». En última instancia como un acto de fe que el análisis lógico no consigue justificar⁵⁸. La teoría física ejerce, cuando es fecunda y sencilla una coerción sobre el sentido común que nunca podría ejercer desde el punto de vista lógico. De esta forma, es en última instancia el sentido común quien se hace responsable de dar crédito o no a la estructura teórica como representación de la estructura real «The role of common sense in Duhem's philosophy is its most pivotal, yet largely overlooked and almost invariably misconstrued aspect»⁵⁹.

La física queda inscrita en el marco más amplio de una epistemología de corte aristotélico, que ofrece resortes suficientes para conservar la carga semántica de la teoría física sin recurrir a mundos construidos a su medida. Por otra parte, se vislumbra una supeditación de la cien-

57. *La Th. Pr.*, p. 34.

58. *La Th. Ph.*, p. 36.

59. Stanley I. Jakl: *Uneasy genius: The life and work of Pierre Duhem*. Martinus Nijhoff Publishers. The Hague, 1984, p. 319.

cia a otra serie de fuentes cognoscitivas en una escala de confianza en su aporte noético. Es decir, es a partir del lenguaje ordinario como podemos dotar de sentido a la física, nunca desde dentro se podría llamar la atención sobre su intencionalidad. El sentido común, formado en la práctica científica, pero también en el estudio de la metafísica, de la cosmología, en la vida cotidiana o en la práctica o disfrute de lo artístico, permanece como único juez. No debe doblegarse ante presuntos mundos científicos que él estima irreales.

No podemos ver en las tesis de Duhem una invitación a la cómoda irracionalidad, sino una exhortación a la lucha racionalizadora. No debemos conformarnos con criterios oscuros o difusos, nuestro trabajo consiste en tratar de esclarecerlos, pero tampoco es necesario prescindir y despreciar lo que todavía no acabamos de captar bien. Esta actitud conduciría a un verdadero empobrecimiento y de hecho ha convertido, en algunos momentos de la historia, el empirismo en una tendencia sumamente dogmática⁶⁰.

La teoría física es, en Duhem, un organismo. La comparación más precisa sería con un ser vivo, orgánico. Tal vez ésta sea la única forma de representar el mundo real, que desde el punto de vista aristotélico tiene también mucho que ver con un gran organismo. La vida, la organi-

60. Feyerabend: *Cómo ser un buen empirista*. Cuadernos Teorema. Valencia, 1976, pp. 15 y ss.

cidad, es el hilo conductor. «Las sustancias propiamente dichas para Aristóteles eran sólo los seres vivos. El ser por el que estaba interesada la metafísica, tiene que ser entendido a la vez como "vivir"»⁶¹. Duhem se interesa por el sistema orgánico de la física, que «modela» (en sentido wittgensteniano) el mundo. El problema de lo vivo es que hay que «cazarlo» vivo, funcionando, sin desmontar, de no ser así, lo que «cazamos» no es ya un ser vivo, era un ser vivo. Por ello la ciencia y la filosofía contra la que primordialmente luchó Duhem habían expulsado del mundo la vida. El mecanicismo, atomismo realista y determinismo se estaban dedicando a «aquella triste tarea» a la que se refiere Machado en los versos siguientes: «Los peces vivos, fugitivos / que no se dejan pescar / o aquella triste tarea / de ir arrojando en la arena / muertos los peces del mar.»

61. F. Inciarte. Op. cit., pp. 128-129.

V LA CIENCIA EN UN CONTEXTO MAS AMPLIO

1. Ciencia y saber filosófico

La ciencia positiva ha tratado en algunos momentos de sustituir a la metafísica o a la filosofía de la naturaleza. Según Comte, se sitúa en un estadio superior, es un escalón más elevado en el progreso del conocimiento humano. Duhem pretende con su demarcación de dominios, que la metafísica y la física coexistan de modo separado y paralelo, pretende, a través de esta autonomía, que la ciencia no esté sujeta a las discrepancias filosóficas, pero resulta que así entendida, la ciencia positiva, no tiene nada que decir en ellas. Por tanto, el metafísico no tiene terreno común para entrar directamente en polémica con la ciencia. Además, en contra de lo que opina la tradición positivista, Duhem encuentra que la metafísica puede tener perfecto sentido ya que hunde sus raíces en la carga semántica que le aporta el lenguaje común. En palabras de Kant, diría-

mos que procede por conceptos, no por construcción de conceptos. Lo que, quizá, no tendría sentido es una metafísica que condene la apariencia fenoménica a la mera nada, lejos de intentar justificarla y explicarla.

A nivel personal, parece evidente que Duhem se inclina hacia una metafísica de corte aristotélico¹. Esta opción no mediatiza su primer movimiento crítico, en que, mediante el análisis lógico, establece la autonomía de la ciencia. Si puede, en cambio, influir su aristotelismo en la segunda fase de su obra, donde interpreta estos resultados como una imposibilidad de la física para hacer afirmaciones ontológicas, ya que esto requiere una cierta idea previa de lo que entendemos por realidad. Este tema, no obstante, ya está aclarado. Por otra parte, cuando establece el valor de la ciencia como clasificación natural, es el propio autor quien advierte que está trascendiendo el campo de la ciencia positiva y del análisis lógico, que sus enunciados tienen ya un cierto carácter metafísico.

Con todo, el problema más delicado no son las relaciones entre la física y la metafísica, donde puede haber una clara distinción de dominios, métodos y lenguajes. El punto más conflictivo podría ser la nueva situación que ocupa

1. Duhem pudo tener un estrecho contacto con la filosofía aristotélico-tomista durante su estancia en Lille. Tuvo amigos en el «Institut Catholique», conectado con la Universidad Católica de Lovaina. Coincidieron esos años con un cierto renacimiento de la filosofía tomista. (Ver S. L. Jaki. Op. cit., p. 324.)

la filosofía de la naturaleza. Puede parecer que dos ciencias que tienen, a primera vista, el mismo objeto, es decir, el estudio de la naturaleza física, no tienen sentido de modo autónomo y paralelo. Si sus conclusiones fuesen diferentes, una de las dos se equivocaría, y como tal ciencia carecería de objeto. Pues bien, Duhem comienza por negar que ambas ciencias tengan directamente el mismo objeto. Tal vez podríamos referirnos aquí a la distinción aristotélica entre objeto material y objeto formal de las ciencias. Es decir, aunque ambas traten de la naturaleza y ésta sea su materia de trabajo, no les interesa bajo la misma forma. La física intenta un tratamiento más descriptivo y representativo, desde luego, desde el punto de vista cuantitativo, de la realidad física. En cambio, la filosofía de la naturaleza sí hace afirmaciones ontológicas, trata de dar una explicación válida del fenómeno, que remite, en última instancia a la metafísica, aunque sea, en principio, una ciencia diferentes de ella. Mientras que es propio de la ciencia positiva investigar los movimientos relativos a los planetas, lo es de la filosofía de la naturaleza indagar *qué* es el espacio o el tiempo. Mientras que la química ha de ocuparse de los procesos de análisis y composición, corresponde a la filosofía de la naturaleza clarificar el concepto de mezcla, y así sucesivamente. En Aristóteles, la física abarcaba también la psicología. El tratamiento de lo psicológico desde el punto de vista racional es propio también de la filosofía de la naturaleza. La

especificidad de esta ciencia se ve amenazada desde los campos colindantes de la física y de la metafísica, según señala Maritain². De hecho, la idea de que puede existir un conocimiento cierto de la realidad natural fue heredada de la física aristotélica por la ciencia clásica desde Galileo casi hasta Kant. En un principio se pensó en sustituir la especulación cosmológica por la ciencia experimental. Tras la crítica kantiana se produce un movimiento de signo contrario, y es la metafísica idealista la que pretende hacerse con la especulación natural. Actualmente hay una tendencia a que la reflexión filosófica sobre la naturaleza sea siempre de carácter metacientífico. La filosofía de la naturaleza, según esto, debe convertirse en una filosofía de las ciencias, debe obtener su alimento especulativo de ellas. «El término "filosofía de la naturaleza" —comenta Reichenbach— ha adquirido recientemente un nuevo significado. Está cobrando forma una nueva filosofía científica y ajustada a esquemas rigurosos. Esta filosofía ha ofrecido soluciones insospechadas a un número de problemas antiguos y ha planteado diversos temas nuevos, cuya existencia había sido pasada por alto en épocas anteriores»³. Esta mezcla entre temas científicos y filosóficos es lo que Pierre Duhem intenta evitar. Ni la ciencia puede vivir de la cosmología, ni a la inversa. Son actividades autónomas. La filo-

2. Maritain: *Filosofía de la naturaleza*. Club de Lectores.

3. H. Reichenbach: *Moderna filosofía de la ciencia*. Tecnos, Madrid, 1965, p. 101.

sofía de la naturaleza ha de quedarse en la mera sugerencia y en la analogía.

Una posible fuente de confusión ha sido el intento de dividir las ciencias según su grado de abstracción. La física y la filosofía de la naturaleza comparten el mismo grado, sólo prescinden de lo individual. Pero este criterio se muestra insuficiente. Aún concediendo que ambas se encuentren en el mismo grado de abstracción (la física podría pasar al de la matemática), es posible que mantengan un diferente objeto formal. Pero la confusión sobreviene de nuevo si decimos que el objeto propio de la filosofía de la naturaleza es «lo sensible» (como opina Mansion) o «lo material». En Aristóteles, y así lo acepta Duhem, la materia sería difícilmente estudiada, pues es, aislada de la forma, mera potencia. Por tanto, el estudio de lo material, en sentido moderno, incluye también la investigación de las formas que actualizan la materia. No se puede decir, sin más, que la filosofía de la naturaleza estudia «lo material». Por otra parte, de lo sensible individual, no hay, según Aristóteles, ciencia. Aunque sí puede haber conocimiento. Por ahora no hemos captado el objeto propio de la filosofía de la naturaleza. Sin embargo lo tiene, es el «ente móvil» en cuanto que es móvil. El movimiento natural y sus condiciones de posibilidad es lo que interesa primordialmente a la filosofía de la naturaleza. Este tipo de movimiento no es accesible a un estudio desde el punto de vista de la cantidad. La movilidad radical o ap-

titudinal de los entes no es accidental, es el principio del movimiento. Por eso en la física aristotélica el movimiento no es relativo, ya que no se trata desde el punto de vista relacional y cuantitativo, sino como cualidad que los cuerpos naturales tienen «per se» (según su naturaleza). La física aristotélica es todo menos una geometría, y el tratamiento matemático del movimiento lleva inevitablemente a una geometrización de la física que no capta, ni lo pretende, la potencia radical de los entes naturales que les permite moverse.

Desde esta perspectiva, Duhem toma posición en el asunto de las relaciones entre ciencia positiva y filosofía de la naturaleza. Frente a Maritain que aboga por la complementariedad y el mutuo entendimiento, y frente a Reichenbach que propicia la subordinación de la filosofía de la naturaleza a la física, Duhem opina que deben guardar mutua independencia en todos los aspectos, y que su relación ha de ser, cuando la teoría física se acerque al status de «clasificación natural», de analogía.

Veamos cómo detalla Duhem esta relación de analogía. En primer lugar queda claro que los enunciados de ambas ciencias son radicalmente heterogéneos «il ne peuvent ni s'accorder ni se contredire»⁴. Pero, es evidente, también, que sería poco razonable mantener la cosmología al margen totalmente de la investigación científica.

4. *La Th. Ph.*, p. 454.

Al filósofo no le interesan los pequeños detalles a los que el físico pueda llegar en sus investigaciones si no es como fuentes de sugerencias para la resolución de alguno de sus problemas. Duhem cita un ejemplo significativo: si se trata de comprender la naturaleza de las mezclas, de las combinaciones de elementos, puede ser útil para el cosmólogo saber que las reacciones químicas son reversibles, pero a nivel de simple sugerencia, nunca es determinante una ciencia para la otra. Esta parte de la ciencia física que está cercana a lo observacional, las leyes empíricas que rigen los fenómenos, pueden tener esa capacidad de sugerencia. Pero la parte más abstracta y teórica de la ciencia, las proposiciones matemáticas que constituyen la teoría, de las que derivan las leyes empíricas, esa parte conviene que sea conocida por el filósofo, antes que nada para saber su exacto valor y no tratar de mezclarla con su actividad especulativa, pues, como hemos visto, son lógicamente independientes. En segundo lugar, es conveniente que exista una intercomunicación entre científicos y cosmólogos, dado que, si ambas ciencias se acercan a su forma más perfecta, debe existir entre ellas una relación de analogía. Dado que la física tiende a ser una clasificación natural, y en ello reside su valor epistemológico, y la filosofía de la naturaleza trata directamente del ente móvil, ha de haber entre ambas, en los estadios más avanzados, algún tipo de relación. Esta relación analógica, como Duhem no duda en señalar, no es demostrable desde el punto de vista

lógico: «une analogie se sent; elle ne se conclut pas»⁵. Por tanto, la captación de la analogía implica un factor ciertamente subjetivo de sensibilidad intelectual. Donde un espíritu no lo advierte, otro más sutil o sensible puede descubrir la analogía. La utilización de este tipo de argumentos para persuadir de la adecuación de tal o cual teoría, está más cerca de la retórica que de la lógica.

No es suficiente para el cosmólogo el conocimiento de la teoría física en su estado actual, pues no es éste el que ha de compararse con la cosmología, si no ésta podría sentirse inclinada a adaptarse a la situación científica del momento. Este punto es crucial; debe, el filósofo captar el desarrollo histórico de la teoría física, y a través del conocimiento de su historia y evolución, comprender el término límite al que se encamina, es decir, la dirección de su progreso. De esta forma el filósofo de la naturaleza compara su doctrina, no con la ciencia del momento, sino con el ideal hacia el que tiende históricamente el desarrollo de la teoría física. Así, curiosamente, la historia nos salva del historicismo.

Duhem hace expresa y repetidamente la advertencia de que la analogía tiene que ser usada con sumo cuidado y prudencia, conviene no exagerar en absoluto, y estar respaldado, cuando se utilice, por un buen conocimiento de la ciencia y de su historia. Tenemos la impresión de que

5. *La Th. Ph.*, p. 457.

el propio Duhem hizo caso omiso de su advertencia, no por desconocimiento de la ciencia o su historia, evidentemente, pero sí en lo que se refiere a la proliferación de la analogía. Ciertamente, entre su termodinámica y la física aristotélica encuentra Duhem un número sospechosamente alto de analogías. Parece inevitable que el científico ame hasta tal punto su teoría que la encuentre cubierta con todas las gracias, hasta en este punto la concepción de teorías semeja una auténtica concepción.

Puede existir otro error de perspectiva si se pretende criticar las cosmologías antiguas desde el punto de vista de la ciencia moderna. Se ha producido un fenómeno simétrico a la absorción de las funciones propias de la filosofía de la naturaleza por parte de la física. Las construcciones cosmológicas asumieron en el pasado funciones que son propias de las ciencias positivas. En este sentido se han visto superadas y desfasadas. Por ejemplo, la teoría aristotélica del movimiento local, está claramente rebasada. Sería absurdo pretender que los conceptos filosóficos y cosmológicos de Aristóteles no tienen sentido por el mero hecho de que su mecánica haya resultado inadecuada. En este tema, la independencia lógica, que Duhem predica, entre filosofía y física, sirve para mostrar que hay partes de las cosmologías que pueden ser desgajadas de ellas sin que por eso se desmorone todo el edificio lógico y conceptual que las sostiene. Es así debido a que en realidad, esas partes resultaban espúreas a la pro-

pia especulación filosófica. De la misma forma que los mitos asumieron la función de justificar algunos fenómenos naturales, la cosmología también ha tomado, ante la ausencia de ciencia empírica, funciones que no le son propias. Así como no tendría sentido dejar de creer en Dios porque no se comporte «atronadoramente» tampoco es necesario perder toda la riqueza conceptual de la cosmología aristotélica porque no haya dado con el movimiento inercial.

Antes de finalizar el apartado, vamos a sacar algunas conclusiones de la obra de Duhem que pueden ser válidas para centrar el papel que tiene que cumplir la filosofía de la ciencia. Ésta tiene ante sí una alternativa múltiple, puede dedicarse a la descripción más o menos pormenorizada del acontecer científico, convirtiéndose así en una disciplina histórica sin pretensiones normativas, pero estéril desde el punto de vista filosófico. También puede optar por ser una metaciencia estrictamente, una reflexión de carácter científico sobre la propia ciencia que sería el objeto propio de esta nueva ciencia. De esta forma la filosofía de la ciencia se convierte ella misma en ciencia, hereda los métodos, pero también los problemas de la ciencia positiva y pierde su valor como reflexión filosófica. No hace sino trasladar los mismos problemas a otro ámbito. Por otra parte, así entendida, al filosofía de la ciencia, es más propia de los científicos que de los filósofos y debería ser llevada a cabo por aquellos, como opina A.J. Ayer. Queda aún otra posi-

ción, que es la adoptada por Pierre Duhem quien considera la filosofía de la ciencia como una «epistemología científica». Esta expresión que hemos utilizado con frecuencia, respetando la traducción directa del francés, equivale a una «epistemología de la ciencia». No debe ser entendida como una «epistemología con métodos científicos». Es una teoría del conocimiento científico de carácter eminentemente filosófico y que se inscribe en el marco más amplio de una teoría del conocimiento en general. Utiliza métodos y conceptos filosóficos. Duhem pretende absoluta independencia entre su actividad científica y sus ideas metafísicas, pero reconoce abiertamente que entra en el campo de la reflexión filosófica cuando escribe sobre el valor cognoscitivo de la teoría física. Por ello, Duhem, no se encuentra en el caso del científico que hace una leve reflexión sobre su actividad, sino que puede y debe ser considerado también como filósofo. Hemos tratado, por tanto, de separar su actividad como científico, historiador y filósofo. Tienen puntos de vista en común, y están estrechamente interrelacionadas, como hemos visto; no obstante, son tres puntos de vista, tres perspectivas, sobre la actividad científica, y la que a nosotros nos atañe más de cerca es radicalmente filosófica.

2. Nueva posición de la ciencia en el horizonte humano

La ciencia no agota el campo del conocimiento, tampoco el de la racionalidad en sentido amplio y mucho menos lo humano en general. Es razonable que el hombre crea y actúe por motivos extracientíficos. Desde el punto de vista de Duhem no es ni siquiera posible que la ciencia interfiera, por ejemplo, con la religión. De esta forma toda prevención frente al desarrollo científico por parte de personas religiosas, puede estar de sobra. Sin embargo, esa prevención ha de mantenerse frente a quien pretende revasar los límites de la ciencia haciendo afirmaciones que tocan el terreno de lo religioso y cubriéndolas con el prestigio de la ciencia. Religión y ciencia hablan de cosas diferentes, por tanto no pueden discrepar. Afirmar, por otra parte, que todo lo que trasciende la ciencia no es cognoscible, no existe o carece de interés, es salirse del campo de lo científico. Este tipo de afirmaciones (o sus contrarias), distan mucho de tener apoyo científico.

Existe una forma de salvar las discrepancias entre ciencia y religión semejante a la de Duhem en el sentido de que disuelve el problema al afirmar que no tiene un terreno común, pero radicalmente diferente si se tiene en cuenta que es la religión la que pierde su valor ontológico. La mentalidad positivista traspasada a los textos teológicos los convierte en un mero discurso indirecto que no habla ya de Dios, sino de los sen-

tidos en que el hombre comprende a Dios. Habla, en definitiva y rectamente, del hombre, de su «fe en Dios», de su «compromiso con Dios», de la «idea que la comunidad cristiana tiene de Dios». De este modo, y dado que el discurso indirecto no es veritativo-funcional, la teología antropocéntrica prescinde de todo compromiso existencial sobre la realidad de Dios. En opinión de F. Inciarte, «una teología que merezca tal nombre, es decir, que hable de Dios mismo y no del sentido categoremático de la palabra "Dios", de la palabra "Dios" o incluso, ya sólo de sus subrogados, tiene que ser a la vez extensional e intensional. Tiene que atender al sentido y a la significación (*Bedeutung*) o indicación, es decir, al sentido y a los hechos, al sentido y a las condiciones de verdad, a la intensión y a la extensión semánticas»⁶.

P. Jordan critica la reducción de la religión a moralidad con el fin de adaptarla a las exigencias de un cientifismo desmesurado: «La reducción de lo religioso a lo moral sólo encontró partidarios a raíz de los esfuerzos por llegar a un compromiso con la Ilustración, como un intento de evitar la decisión, de reconciliar lo irreconciliable o de avenirse a una renuncia sin querer reconocerlo». La religión no puede renunciar a los supuestos ontológicos básicos: «El hombre que toma parte en el culto, el hombre que reza, emite en esta acción un juicio sobre la realidad

6. F. Inciarte, *Op. cit.*, p. 103.

del mundo; no sólo sobre los valores, sino también sobre la estructura de la propia realidad. Pues considerar este tipo de acción como algo con sentido —y no como algo insensato o supersticioso— exige por necesidad lógica la existencia de sus correspondientes convicciones con respecto al curso y marcha del devenir mundano»⁷.

Duhem discreparía con la visión de Jordan sólo en el sentido de que éste trata de mostrar cómo los últimos descubrimientos científicos han desvirtuado la postura de quienes pretenden que entre las ciencias positivas y la religión no existe ningún punto de contacto, por tanto, se puede aprovechar el desarrollo científico para ofrecer apoyo a la religión. Cuando Duhem habla de autonomía lo hace con todas las consecuencias, la ciencia no puede ser usada ni a favor ni en contra de las convicciones filosóficas o religiosas.

Por lo demás, ésta es la vía que Duhem pretendió dejar libre a la religión y no proporcionarle refugio en una teología sin ontología. Es la ciencia la que no está en condiciones —en opinión de Duhem— de afirmar ni negar existencias, y menos de realidades espirituales. Por tanto, el mito de que la ciencia desplaza, relega o sustituye a la religión se queda en mera leyenda propia para la divulgación científica más descuidada. Un análisis detallado permite a Duhem disipar este tipo de prejuicios nacidos de malas interpreta-

ciones del verdadero alcance de la ciencia. Es legítimo proyectar ésta fuera de sus fronteras, o incluso negar que se pueda conocer nada fuera de ellas y con otros métodos. Lo que no es acertado es pretender que este tipo de afirmaciones tengan carácter científico.

Duhem va más allá de la separación de dominios, se muestra contrario a la pretensión de que entre el «espíritu científico» y el «religioso» haya ningún antagonismo. Aparte del ejemplo dado por multitud de científicos de prestigio que han mantenido creencias religiosas, parece claro para Duhem que las mentalidades científicas y religiosas no son en modo alguno contrapuestas, es más, la motivación que impulsa al científico hacia el conocimiento de la realidad puede, muy bien, tener raíz religiosa. Por otra parte, al poner de manifiesto que incluso la ciencia positiva requiere al apoyo de la fe y la persuasión, no es ya razonable oponer un presunto dogmatismo religioso a una (también presunta) mentalidad crítica y abierta de la ciencia. Podría darse el caso de que las creencias religiosas (sobre todo mono-teístas) proporcionasen una considerable economía de «esfuerzo creencial». Sea como fuere, ciencia y religión son fuentes diversas de conocimiento, y versan sobre dominios diferentes, pero surgen de uno y el mismo espíritu humano, dotado con idénticas facultades para diversas aplicaciones. La religión puede y debe conducir a una actitud crítica (sobre todo autocrítica) sin prescindir de su carga dogmática. Del otro lado, la cien-

7. P. Jordan: *El hombre de ciencia ante el problema religioso*. Gueadarrama, Madrid, 1972.

cia ha de reconocer que existe en más de un caso algo muy parecido a actos de fe, y así, expresamente, lo indica Duhem, como ya hemos citado.

Si las creencias religiosas son sustituidas en amplios espacios del conocimiento humano por otras de origen científico, ello es debido, como en el caso de la cosmología, a que la religión, por ausencia de otras fuentes de datos, ocupó dominios que no le eran propios, y bueno es que los haya cedido. Sin embargo, ello no afecta para nada (como no sea a modo de clarificación) al núcleo de conocimientos propios de la religión. La insuficiente distinción de dominios ha podido crear conflictos de todo punto amargos y evitables. Así opina Pierre Duhem, y a este error imputa las dificultades históricas por las que han podido pasar las relaciones entre ciencia y religión. Por supuesto, si se trata de Duhem, por religión se ha de entender primeramente religión católica.

En su artículo «La philosophie scientifique de M. Duhem»⁸, A. Rey trata de encontrar un nombre para la filosofía de Duhem. Según A. Rey, «elle est la philosophie scientifique d'un croyant». Esta fórmula parece molestar a Duhem y se ve obligado a matizar, cuando menos, en qué sentido su filosofía de la ciencia es la de un creyente. A tal fin publica el artículo que entraría a formar parte de la segunda edición de «La Théorie Physique», titulado: «Physique de croyant». En él

8. A. Rey: «La philosophie scientifique de M. Duhem». *Revue de métaphysique et de Morale*, XII (julio, 1904), pp. 699-714.

acepta esta afirmación sólo en su sentido más trivial, es decir, dado que él se confiesa abiertamente como creyente, su filosofía es la de un creyente. Niega, no obstante, que para estar de acuerdo con sus desarrollos filosóficos haga falta ser creyente. Y a la inversa, perfectamente un creyente podría discrepar con él en el ámbito filosófico (tenemos el ejemplo antes citado de Jordan). Por tanto, sostiene Duhem que ni la religión determina la epistemología ni viceversa. Además su sistema metacientífico hunde sus raíces, como Duhem se preocupa de exponer, en la práctica de la investigación científica, en el estudio de la historia de la ciencia y en la enseñanza de la misma. En modo alguno deriva del compromiso religioso que asume⁹. Quizá fuese más acertada la fórmula «Christian positivism», utilizada por Stanley L. Jaki en su reciente libro¹⁰. Sin embargo, yo he preferido optar por una expresión («instrumentalismo matizado») que, si bien es más ambigua, elude la confluencia de temas que Duhem pretendía autonomizar. En general, no obstante, podemos decir que la filosofía de Pierre Duhem es la de un creyente también porque es una de las alternativas que permiten al creyente compatibilizar su religión con la información que vaya aportando la ciencia. Esto a pesar de que debemos creer a Duhem cuando afirma que nada tuvo que ver la religión en la gé-

9. Ver «Physique de croyant», en *La Théorie Physique*, p. 413.

10. S. L. Jaki. Op. cit., p. 355.

nesis de su filosofía, ésta no es una solución de compromiso buscada intencionadamente, de esta falsa imagen de su filosofía pretendía huir, muy razonablemente, Pierre Duhem. Podríamos decir que su epistemología científica libera al hombre de la servidumbre cientifista (esclavitud que procede más de la mentalidad ilustrada que de la propiamente científica), de forma que éste pueda elegir su sistema creencial dentro o fuera de la ciencia (más exactamente de la interpretación de la ciencia) o completándola, sin ser, por ello, tachado de irracional. Una de las posibles opiniones que se pueden tomar es la fe religiosa. Pero la filosofía científica de Duhem sólo proporciona la libertad de espíritu, no determina cual es la opción creencial más plausible.

También en el aspecto moral la filosofía de Duhem representa un soplo de libertad en un ambiente enrarecido por un positivismo que acaba degenerando en dogmatismo acrítico. A través de la filosofía de Duhem se abre un camino de autonomía para el espíritu humano, en el que también hallamos a un Feyerabend o en ciertos aspectos a un Kuhn. Son, como Duhem, extraños fenómenos en un ambiente cultural que tiende cada día más a secuestrar la racionalidad, como las ideologías racistas secuestran el concepto de «humanidad». La ecuación positivista que iguala racionalidad y ciencia (y apunta hacia la igualdad entre lo racional y lo humano) casi ha acabado por convencernos a todos de que el único camino hacia el aire libre es la aceptación de la propia

irracionalidad. Duhem trata de advertir que no es así, que se puede ser racional, razonable, tener y actuar según el «bon sens» sin necesidad de someterse a la nueva esclavitud dogmática de los cientifistas (que no de los científicos). Muchos de nosotros comenzamos a mirar con simpatía hacia los movimientos irracionistas, hasta caer en la cuenta de que no era tanto por sus valores intrínsecos como por un deseo de huida de la racionalidad gremial que han inventado algunos metacientíficos.

La última mutación del empirismo dogmático¹¹ lo transforma en un código ético y creencial que busca, en última instancia maximizar el bienestar material y garantizar la sobrevivencia. Tal vez este modo de comportamiento tan cercano a la conducta animal sea el paradigma de la racionalidad. Tal vez. Una expresión particularmente clara de semejante actitud la encontramos en la siguiente definición: «El racionalismo en epistemología puede caracterizarse por el siguiente principio: el conocimiento científico es el paradigma del conocimiento racional. Su traducción en la esfera de la filosofía práctica podría ser ésta: la acción tecnológica es paradigma y modelo de la acción racional»¹². Según M.A. Quintanilla la ecuación entre conocimiento racional y científico es

11. Feyerabend: *Cómo ser un buen empirista*. Cuadernos Teorema, Valencia, 1976.

12. M. A. Quintanilla: «El problema de la racionalidad tecnológica», *Estudios filosóficos*, Vol. XXIX, año 1980, pp. 105-131.

incontrovertible. Esto a nivel práctico se traduce en que si los criterios morales coinciden con los tecnológicos la acción que se deriva es racional, los criterios morales son, por supuesto, superfluos; si no coinciden los criterios morales con los de la acción tecnológica «de ello se derivan consecuencias cuya aceptación es claramente irracional»¹². Por otra parte, no podemos aceptar la racionalidad estrecha que se nos propone sólo en los puntos que juzguemos beneficiosos: «Un racionalista a medias es un racionalista inconsecuente, y por tanto un irracionalista»¹³. Dado que la última pretensión de esta doctrina racionalista es la de convertirse en una moral deontológica, no debe tener ningún interés en el proselitismo, por tanto, siempre deja la puerta abierta a la opción irracionalista. Partiendo de Duhem, vemos cómo no estamos obligados a aceptar esa falaz alternativa entre la ciencia o la irracionalidad. Para empezar, comprobamos en las páginas de Duhem que a partir de la ciencia positiva y por métodos científicos no se puede extraer estas desorbitadas consecuencias que identifican lo científico con lo racional. Por tanto, constituyen este tipo de enunciados una extraña metafísica que ni siquiera se ocupa de hallar justificación. Parte del «incontrovertible hecho» de que lo racional es creer en la ciencia y actuar tecnológicamente. Poco tiene esto que ver, como muestra Duhem, con la ciencia en sí misma.

14. *Idem.*, p. 108.

13. *Idem.*, p. 107.

Quintanilla reconoce que su tesis «coincide básicamente con la mantenida por J. Mosterín, aunque aquí se formula en términos algo diferentes»¹⁵. Mosterín llega a afirmar que «ni el santo ni el héroe se comportan racionalmente»¹⁶. Es evidente que algo no funciona en nuestro concepto de racionalidad si tenemos que relegar al santo y al héroe al estatuto de irracionalidad. Normalmente entendemos que es irracional el modo de comportarse del loco, el maníaco, el caprichoso o el que responde a estímulos situados fuera del campo de su conciencia. Decir que la santidad requiere ser irracional es forzar un tanto el sentido de las palabras. Por ejemplo, tener que adecuar nuestro modo de pensar y actuar a una interpretación de la ciencia vigente que cambia de modo convulsivo y revolucionario, puede provocar un comportamiento creencial y práctico de apariencia ciertamente irracional. Creer en teorías científicas cuyos razonamientos no somos capaces de seguir, también puede resultar, si no acudimos a criterios complementarios de autoridad o sentido común, irracional. Sin embargo, ésta es la propuesta que realiza J. Mosterín como receta para una actitud racional¹⁷. La conciencia es fundamentalmente conciencia de sí misma, no existe una conciencia social y, por ello, no hay conocimientos propios de una comunidad. El cono-

15. *Idem.*, p. 105n.

16. J. Mosterín: *Racionalidad y acción humana*. Alianza Universidad. Madrid, 1978, p. 52.

17. Ver Mosterín, *op. cit.*, p. 137.

cimiento es radicalmente individual. Otra cosa es que sea comunicable, y que si se comunica sin las pruebas pertinentes pueda ser creíble en función de elementos emocionales o afectivos que propician una aceptación de la autoridad. Esto es imposible desde un punto de vista que escinde al hombre y pretende que éste rechace los elementos afectivos cuando realiza un movimiento creencial. «Un ideario científico está formulado con ayuda de conceptos lo más exactos y lo menos emotivos posible»¹⁸. La ciencia tal vez prescinde de elementos emotivos, pero cualquier tipo de creencia los implica, por más científica que se reclame.

El pretendido criticismo científicista, por otra parte, no es sino un mero círculo en que se aplican a unos enunciados los criterios que se formulan en dichos enunciados. Es racional lo que es crítico y crítico lo que es científico y científico lo que cumple los criterios críticos racionales, o sea científicos, etc. Es inevitable, como afirma Kuhn que los paradigmas se encierran en sí mismos cumpliendo sus propios criterios, lo que no es deseable, por irracional, es la inconsciencia de este hecho.

La filosofía de Duhem no trata de imponer ningún tipo de ética, escinde dominios pero no escinde al hombre, se reclama razonable pero no secuestra el concepto de racionalidad. Sobre

18. J. Mosterín, op. cit., p. 25.

todo, libera al hombre de la coacción científicista e historicista al percatarse de que una moral es mucho más que una tecnología. Ésta hace referencia exclusiva a la disposición de medios pero no a la elección de fines. Desde el punto de vista de Duhem es el hombre integral (emotividad comprendida) quien marca fines a la ciencia y la técnica, quien las controla, quien decide sus creencias en vez de comer de lo que le eche la ciencia del día. Es el hombre integral quien efectúa sus decisiones morales sin esperar a que la comunidad científica dicte sentencia. Es, en definitiva, el hombre, razonable y racional, quien juzga a la ciencia y no a la inversa. El lenguaje científico está radicalmente incapacitado, como vio Wittgenstein, para emitir juicios sobre valores, para establecer jerarquías o para hablar de la ética. Pero es que además la tecnología busca una optimización de resultados, se ajusta al acontecer, mientras que la moral del hombre libre le dice que «la Ley, tu Ley, es más santa que el evento»¹⁹, está por encima de la historia y proporciona al hombre su libertad sobre los acontecimientos. También la Ley del hombre justo le dice que «deberás, en cualquier conjetura, aceptar que el porvenir no es asunto tuyo»²⁰. Esta es la recta expresión de todo lo contrario de lo que propugna

19. Bernard Henri Lévy: *El testamento de Dios*. El Cid editor. Buenos Aires, 1979, p. 224.

20. *Ídem.*, p. 228.

la «ética» cientifista (que no científica), que somete, esclaviza al hombre a la peripecia mundana y a la parte más instintiva de su naturaleza. Tal vez sea éste el paradigma de lo racional. Tal vez.

VI A MODO DE CONCLUSIÓN

Antes de cerrar este trabajo nos parece oportuno extraer en breve las consecuencias a las que hemos podido llegar. Sabemos que la obra de Duhem se produjo como reacción ante la mentalidad cientifista que era dominante. Su postura es fuertemente crítica, trata de desmontar las pretensiones del justificacionismo y del falsacionismo. Para ello utiliza una doble estrategia, por un lado emplea el análisis lógico de la ciencia. A través de dicho análisis pone de manifiesto que la verificación de hipótesis, es lógicamente, inconclusiva, y que el esquema falsacionista sólo funciona en virtud de un exceso de simplismo en la formulación lógica. La otra estrategia, que apoya a la primera y se articula con ella, es el estudio histórico de las doctrinas científicas, mediante el cual Duhem ejemplifica y fundamenta sus tesis en el desarrollo real de la ciencia.

A partir de lo dicho podríamos concluir que la postura de Duhem es próxima al convencionalismo o incluso al escepticismo científico. Lo cierto, por el contrario, es que su obra está escrita

en clave dual, sus afirmaciones de carácter instrumentalista se ven siempre matizadas con la «sabiduría» extraída de la experiencia como investigador, del sentido común y de las fuentes cognoscitivas extracientíficas como la metafísica o la religión. Estas matizaciones le llevan a otorgar un cierto valor significativo al lenguaje científico, de modo que la ciencia cuanto más se acerca a su ideal, cuanto más se parece a una clasificación natural, tanto más ofrece una idea representativa del mundo. Para que se efectúe este progreso hacia el ideal de la «clasificación natural», la teoría debe ser contrastada experimentalmente, pero no a la manera clásica, es decir, enunciado a enunciado. Debe compararse la teoría científica como totalidad con el mundo como totalidad. Esta es la posición holista. Si esta comparación resulta negativa el puzzle científico ha de ser reorganizado. No existen criterios metodológicos que permitan al científico decidir automáticamente cómo tiene que proceder para «salvar el fenómeno» convenientemente.

La obra de Duhem no es sólo parte de la historia, también tiene su vigencia hoy, en muchos casos por sus propias ideas, y en otros por las posibilidades que ofrece y los caminos que contribuye a abrir. Por ejemplo, la exposición que Duhem hace de las doctrinas holistas puede ser, hoy, de gran utilidad, pero es que además, Duhem, propició la ampliación del holismo hasta los confines del conocimiento científico. Sucede otro tanto con la libertad metodológica, él reconocía

una amplia libertad de acción para el investigador, sin embargo esta libertad tenía sus límites. Aún así, Duhem influyó en el progresivo ensanchamiento de estos límites. También arroja luz sobre la situación filosófica actual, la concepción lingüística de la ciencia que Duhem pretende mostrarnos con su semántica representacional. Importante, asimismo, resulta en nuestros días, la relevancia que Duhem da al estudio de la historia de la ciencia. El regreso sobre sus planteamientos, en este sentido, puede contribuir a la superación de la epistemología normativa que, a fuerza de potenciar el análisis lógico y la formalización, se ha despegado de la realidad científica.

El último punto que quisiéramos poner de manifiesto es que Duhem busca las raíces cognoscitivas sobre las que se asienta el desarrollo científico, y encuentra, claro está, que éstas se hallan en las facultades comunes a todo tipo de conocimiento. Tanto la fe como el sentido común, como la sagacidad o la intuición, intervienen en el proceso científico. De dicho proceso tampoco se pueden desgajar la emotividad y la sensibilidad. A partir de aquí hemos de pensar que es el hombre, como unidad, el que produce, juzga y controla la ciencia. Que ésta no puede ser fruto, sólo, de la actividad racional (en sentido estrecho). Por tanto, no es necesario que sea la ciencia la que marque la pauta a seguir en el orden creencial y mucho menos en el ético. Antes bien, lo científico tiene que verse sometido al control del sentido común humano. El hombre puede extraer su

«filosofía de la vida» y sus normas morales del ámbito de la metafísica y la religión, sin caer, por ello, en la irracionalidad. En definitiva, la epistemología científica de Pierre Duhem, que hemos calificado como instrumentalismo matizado, es una filosofía de la libertad. Libertad del hombre integral para comportarse racionalmente sin necesidad de someterse a los designios de la ciencia.

VII BIBLIOGRAFÍA

Ofrezco una vasta selección de toda la obra de Pierre Duhem a fin de que pueda servir como instrumento para la investigación sobre este autor o temas afines. La relación no es exhaustiva. He recogido aquellos títulos que pueden ser más relevantes para la historia y filosofía de la ciencia, marginando parte de su extensísima obra científica. En segundo lugar aparecen las obras sobre Pierre Duhem y la bibliografía complementaria consultada y utilizada para la realización del presente trabajo¹.

1. Una información bibliográfica más completa sobre las publicaciones de Pierre Duhem se puede ver en Stanley L. Jaki: *Uneasy genius: The life and work of Pierre Duhem*. Martinus Nijhoff Publishers. The Hague, 1984.

Abreviaturas

AFH:	Annales de Chimie et de Physique
AFScT:	Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse
APC:	Annales de Philosophie Chrétienne
ASScB:	Annales de la Société Scientifique de Bruxelles
AScENS:	Annales Scientifiques de l'Ecole Normale Supérieure
BH:	Bulletin Hispanique
BM:	Bibliotheca Mathematica
BScM:	Bulletin des Sciences Mathématiques
CR:	Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences (Paris)
EE:	L'Eclairage Electrique
JMPA:	Journal de Mathématiques Pures et Appliquées
JPhThA:	Journal de Physique Théorique et Appliquée
MSScPhNB:	Mémoires de la Société des Sciences physiques et Naturelles de Bordeaux
RGScPA:	Revue Générale des Sciences Pures et Appliquées
RdM:	Revue du Mois
RMM:	Revue de Métaphysique et de Morale
RP:	Revue de Philosophie
RPBSOu:	Revue Philomathique de Bordeaux et du Sud-Ouest

RQSc:	Revue des Questions Scientifiques
RScPT:	Revue des Sciences Philosophiques et Théologiques

A. Publicaciones de Pierre Duhem

1884

1. Sur le potentiel thermodynamique et la théorie de la pile voltaïque, CR 99: 1113-15 (22 décembre).

1885

1. Applications de la thermodynamique aux phénomènes thermoélectriques et pyro-électriques, AScENS 2: 405-24.

1886

1. *Le potentiel thermodynamique et ses applications à la mécanique chimique et à l'étude des phénomènes électriques* (Paris: A. Hermann), xi+247 pp.
2. Sur les vapeurs émises par un mélange de substances volatiles, CR 102: 1449-51 (21 juin).
3. Sur la loi d'Ampère, JPhThA 5: 103-16.
4. Traducción, G. Kirchoff, «Sur la théorie des rayons lumineux» AScENS 3: 303-41.

1887

1. Sur la pression électrique et les phénomènes électrocapillaires CR 104: 54-56 (3 janvier).
2. Sur l'aimantation par influence, CR 105: 749-51 (24 oct.).
3. Sur la théorie du magnétisme, CR 105: 932-34 (7 novembre).
4. Sur la pression osmotique, JPhThA 6: 397-414.
5. Etude sur les travaux thermodynamiques de J. Willard-Gibbs, BScM 11: 122-48, 159-76.

1888

1. *De l'aimantation par influence* (Paris: Gauthier-Vilars). También está en AFSCT 2: L1-L138.
2. Sur les équilibres chimiques, CR 106: 485-87 (13 février).
3. Application de la thermodynamique aux actions qui s'exercent entre les courants électriques, ASScF 16: 229-332.
4. Sur un mémoire de M. Robert von Helmholtz: «Sur la variation du point de congélation», JPhThA 7: 122-23.
5. Sur un mémoire de M. Max Plank (sic) ayant pour titre: «Sur le principe de l'accroissement de l'entropie», JPhThA 7: 124-27.
6. Etude historique de la théorie sur l'aimantation par influence, AFSCT 2: 1-40.

1889

1. Sur la transformation et l'équilibre en thermodynamique CR 108: 666-67 (1 avril).

1890

1. Analyse de l'ouvrage de D. Mathieu *Théorie de l'élasticité des corps solides*, BScM 14: 161-84.
2. Des principes fondamentaux de l'hydrostatique, AFSCT 4: C1-C35.

1891

1. *Leçons sur l'électricité et le magnétisme* (Paris: Gauthier-Villars et Fils), Tome I, *Les corps conducteurs à l'état permanent*.
2. *Hydrodynamique, Elasticité, Acoustique*. Cours profesé a la Faculté des Sciences de Lille (Paris: Hermann Tome premier, *Théorèmes généraux, les corps fluides*; Tome Second, *les fils et les membranes, les corps élastiques, l'acoustique*).

1892

1. *Leçons sur l'électricité et le magnétisme* (Paris: Gauthier-Villars et Fils), Tome II, *Les aimants et les corps diélectriques*; Tome III, *Les courants linéaires*.
2. Quelques réflexions au sujet des théories physiques, RQSc 31: 139-77.
3. Notation atomique et hypothèses atomistiques. RQSc 31: 394-457.

4. Emile Mathier, His Life and Works, BNYMS 1: 156-69.
5. Commentaire aux principes de la thermodynamique. Première partie. Le principe de la conservations de l'énergie, JMPA 8: 269-330.
6. Análisis de H. Poincaré, *Cours de Physique mathématique. Thermodynamique* (Paris: Georges Carré, 1892), RQSc 31: 603-06.

1893

1. *Introduction à la mécanique chimique* (Paris: George Carré).
2. Une nouvelle théorie du monde insorganique, RQSc.
3. Physique et métaphysique, RQSc 34: 55-83, también en APC 127: 461-86.
4. L'école anglaise et les théories physiques, à propos d'un livre de W. Thomson, RQSc 34: 345-60.
5. Commentaire aux principes de la thermodynamique. Deuxième partie: le principe de Sadi Carnot et de R. Clausius JMPA 9: 292-359.

1894

1. Commentaire aux principes de la thermodynamique. Troisième partie: Les équations générales de la thermodynamique, JMPA 10: 207-85.
2. Quelques réflexions au sujet de la physique expérimentale, RQSc 36: 179-229.
3. Les théories de l'optique, RDM 123: 94-125.

4. Lettre de M. P. Duhem, APC 128: 91-92.

1895

1. *Le potentiel thermodynamique et ses applications à la mécanique chimique et à l'étude des phénomènes électriques* (Paris, Hermann) 2.^a edición (1.^a, 1886).
2. Fragments d'un cours d'optique. Deuxième fragment: Coup d'oeil sur l'optique ancienne. L'optique de Young ASScB 19: 27-94.
3. Les théories de la chaleur. I. Les précurseurs de la thermodynamique, RDM 129: 869-901.
4. Les théories de la chaleur. II. Les créateurs de la thermodynamique, RDM 130: 379-415.
5. Les théories de la chaleur. III. Chaleur et mouvement, RDM 130: 851-68.
6. Sur l'interprétation théorique des expériences hertziennes, EE 4: 494-502.
7. Quelques remarques au sujet de l'électrodynamique des corps diélectriques proposée par J. Clerk Maxwell, in *Compte rendu du Troisième Congrès Scientifique International des Catholiques tenu à Bruxelles du 3 au 8 septembre 1894, Septième Section Sciences mathématiques et naturelles* (Bruxelles: Société Belge de Librairie, 1895).

1896

1. Sur les déformations permanentes et l'hystérésis. Premier mémoire: Sur les déformations

permanentes et l'hystérésis (13 octobre, 1894), MARB 54.

2. Sur l'électrodynamique des milieux diélectriques. Premier mémoire: Propriétés fondamentales des courants de déplacement, MSScPhNB 1: 233-85.
3. L'évolution des flux de conduction et des flux de déplacement, EE 8: 110-12.

1897

1. *Traité élémentaire de mécanique chimique fondée sur la thermodynamique* (Paris: A. Hermann), Tome I.
2. Thermochimie, à propos d'un livre récent de M. Marcelin Berthelot, RQSc 42: 361-92.
3. Análisis de G. Koenigs, *Leçons de cinématique*. Tome I. *Cinématique théorique* (Paris, Hermann), RQSc 42: 279-84.

1898

1. *Traité élémentaire de mécanique chimique fondée sur la thermodynamique* (Paris: A. Hermann), Tome II; Tome III.
2. L'intégrale des forces vives en thermodynamique, JMPA 4: 5-19.
3. Remarques touchant les lois du résonnateur hertzien, établies par Mfl A. Turpain (20 janvier), PVSScPhNB (1897-98): 64-67.

1899

1. *Traité élémentaire de mécanique fondée sur la thermodynamique* (Paris, A. Hermann), Tome IV.
2. Un point d'histoire des sciences: La tension de dissociation avant H. Sainte-Claire Deville, MSScPhNB 5: 67-83.
3. Une science nouvelle: La chimie physique, RPBSOu 205-19 (mai et juin).
4. Discours de M. Pirre Duhem aux Anciens Éléves de l'École et l'Institution Sainte-Marie (Bordeaux) comme Président de leur Fête Annuelle, *Le Nouvelliste* (Bordeaux), mercredi, 28 juin, 1899.

1900

1. La notion de mixte. Essai historique et critique, RP 1: 69-99, 167-97, 331-57, 430-67, 730-45.
2. Théorie et pratique, RPBSOu 250-62 (juin).
3. Archimède connaissait-il le paradoxe hydrostatique? BM 1: 15-19.
4. Sur la théorie électromagnétique de Helmholtz et la théorie électromagnétique de la lumière, ANScEN 5: 227-36 (*Recueil de travaux offerts par les auteurs à H. A. Lorentz, professeur de Physique à l'Université de Leyden à l'occasion du 25^{me} anniversaire de son doctorat le 11 décembre 1900* [Le Haye: Martinus Nijhoff, 1900]).
5. Les théories électriques de J. Clerk Maxwell. Etude historique et critique. Introduction,

ASScB 24: 239-53. También en RQSc 49: 5-21.

6. L'oeuvre de J. H. van't Hoff, à propos d'un livre récent RQSc 47: 5-27.

1901

1. De la propagation des discontinuités dans les fluides visqueux, CR 132: 658-62 (18 mars).
2. Analyse de l'ouvrage de G. Robin: *Thermodynamique générale*, BScM 25: 174-203.
3. Les théories électriques de J. Clerk Maxwell. Première Partie: Les électrostatiques de Maxwell, ASScB 25: 1-90.
4. Les théories électriques de J. Clerk Maxwell. Seconde Partie: L'électrodynamique de Maxwell, ASScB 25: 293-417.

1902

1. *Thermodynamique et chimie: Leçons élémentaires à l'usage des chimistes* (Paris, Hermann).
2. *Le mixte et la combinaison chimique. Essai sur l'évolution d'une idée* (Paris, C. Naud). Basado en los artículos de 1900, impresos con un nuevo título.
3. *Les théories électriques de J. Clerk Maxwell. Etude historique et critique* (Paris, Hermann). Texto de los artículos de 1900 y 1901.
4. Sur les quasi-ondes, CR 135: 761-63 (10 novembre).
5. Sur l'analogie entre les rayons X et les osci-

lations hertziennes, CR 135: 845 (17 novembre).

6. Notes sur quelques points des théories électriques et magnétiques, MSScPhNB 2: 45-81.

1903

1. *Thermodynamics and Chemistry: A Non-mathematical Treatise for Chemists and Students of Chemistry*, Traducción de George K. Burgess (New York: John Willey & Sons; London: Chapman & Hall) (con prólogo de Duhem).
2. *Recherches sur l'hydrodynamique*. Première Série (Paris: Gauthier-Villars). Texto de las memorias de 1901 y 1902.
3. *L'évolution de la mécanique* (Paris: A. Joannin) Texto de 1903.
4. Remarques sur la mécanique générale et la mécanique électrique, JPhTA 2: 686-89.
5. Analyse de l'ouvrage de Ernst Mach: *La mécanique, étude historique et critique de son développement*, BScM 27: 261-83.
6. Léonard de Vinci et la composition des forces concourantes, BM 4: 338-43.

1904

1. *Recherches sur l'hydrodynamique*. Second Série (Paris: Gauthier-Villars). Texto de 1903.
2. La théorie physique. Introduction, RP 4: 387-402 (avril).
3. La théorie physique. Première Partie, RP 4:

542-56 (mai), 643-71 (juin), 5: 121-60 (août), 241-63 (septembre).

4. La théorie physique. Seconde Partie, RP 5: 536-69 (octobre), 635-62 (novembre), 712-37 (décembre).
5. Les origines de la statique. Ch. V. Les sources alexandrines de la statique du Moyen Age, RQSc 55: 560-96 (avril).
6. Análisis de A. Dufourcq, *L'avenir du christianisme. Introduction. La vie et la pensée chrétienne dans le passé* (Paris: Bloud, 1904), RQSc 55: 252-60.
7. Análisis de J. Hadamard, *Leçons sur la propagation des ondes et les équations de l'hydrodynamique* (Paris: Gauthier-Villars, 1903), BScM 28: 14-28.

1905

1. *L'évolution de la mécanique* (Paris: A. Hermann). Reimpresión de 1903.
2. La théorie physique. Seconde Partie, RP 6: 25-43 (janvier), 267-92 (mars), 377-99 (avril), 519-59 (mai), 619-41 (juin).
3. Physique de croyant, ApC 151: 44-67 (octobre), 133-59 (novembre). También como folleto en Paris, Bloud.
4. *Les origines de la statique*. Tome Premier (Paris: A. Hermann). Texto de 1903, 1904 y 1905, con notas adicionales.
5. Le principe de Pascal: Essai historique, RGScPA 16: 599-610 (15 juillet).

1906

1. *Les origines de la statique*. Tome II (Paris: A. Hermann). Texto de 1905 y 1906, con notas adicionales.
2. *La théorie physique: son objet et sa structure* (Paris: Chevalier & Rivière). Texto de 1904 y 1905.
3. *Recherches sur l'élasticité* (Paris: Gauthier-Villars). Texto de 1904, 1905 y 1906.
4. Bernardino Baldi, Roberval et Descartes, BI 6: 25-53.
5. *Etudes sur Léonard de Vinci: Ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu*. Première Série (Paris: A. Hermann). Texto de 1905 y 1906, con los inéditos capítulos VII y VIII, «La scientia de ponderibus et Léonard de Vinci», «Albert de Saxe».
6. Sur l'histoire du principe employé en statique par Torricelli, CR 143: 809-12 (26 novembre).
7. Quelques découvertes scientifiques de Léonard de Vinci, CR 143: 946-49 (10 décembre).
8. Le P. Marin Mersenne et la pesanteur de l'air. Première Partie: Le P. Mersenne et le poids spécifique de l'air, RGScPA 17: 769-82 (15 septembre).
9. Le P. Marin Mersenne et la pesanteur de l'air. Seconde Partie: Le P. Mersenne et l'expérience de Puy-de-Dôme, RGScPA 17: 809-17 (30 septembre).

1907

1. Nicolas de Cuest et Léonard de Vinci, BI 7: 87-134, 181-220, 314-29.
2. Josiah Willard Gibbs, à propos de la publication de ses Mémoires scientifiques (*The Scientific Papers of J. Willard Gibbs*), BScM 31: 1-31. También en un folleto separado (París: A. Hermann).
3. Leonardo da Vinci, RRAL 16: 34 (6 gennaio).

1908

1. Josiah Willard Gibbs. A propos de la publication de ses Mémoires Scientifiques, RQSc 63: 5-43 (janvier); reimpresión de 1907.
2. La valeur de la théorie physique, à propos d'un livre récent, RGScPA 19: 7-19 (15 janvier).
3. Ce qu'on disait des Indes occidentales avant Christophe Colomb, RGScPA 19: 402-6.
4. ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ, *Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*, APC 156: 113-39 (mai), 277-302 (juin), 352-77 (juillet), 484-514 (août), 561-92 (septembre). También en un volumen separado (París: A. Hermann).

1909

1. *Un fragment inédit de l'Opus Tertium de Roger Bacon, précédé d'une étude sur ce frag-*

ment (Ad Claras Aquas prope Florentiam, ex typographis Collegii S. Bonaventurae).

2. Un précurseur français de Copernic: Nicole Oresme (1377) RGScPA 20: 866-73.
3. Du temps où la Scolastique latine a connu la Physique d'Aristôte, RP 15: 163-78.
4. Thierry de Chartres et Nicolas de Cues, RScPT 3: 525-31.
5. A propos du ΦΙΑΟΤΕΧΝΗΣ de Jordanus de Nemore, AGNT 1: 380-84. También en *Ferstschrift Moritzs Cantor*, ed. S. Gunther and K. Sudhoff (Leipzig: Veit).
6. *Le mouvement absolu et le mouvement relatif* (Montligeon Orne: Imprimerie-librairie de Montligeon). Texto de 1907, 1908 y 1909.
7. Análisis de El Jouguet, *Lectures de mécanique*. 2 vols. (París, Gauthier-Villars, 1908-1909), in BScM 33: 124-38.

1910

1. *Thermodynamique et chimie. Leçons élémentaires*. Seconde édition entièrement refondue et considérablement augmentée (París: A. Hermann et Fils).
2. La tradition de Buridan et la science italienne au XVI^e siècle, BI 10: 24-47, 95-133, 202-31.
3. Dominique Soto et la scolastique parisienne, BH 12: 275-302, 357-76.
4. La physique néo-platonicienne au Moyen Age, RQSc 68: 10-60 (juillet), 385-430 (octobre).
5. [Analyse de l'ouvrage de] H. Bouasse, *Cours*

de mécanique rationnelle et expérimentale. (Paris: C. Delagrave), BScM 35: 144-76.

1911

1. *Traité d'énergetique ou thermodynamique générale. Tome I. Conservation de l'énergie. Mécanique rationnelle. Statique générale. Déplacement de l'équilibre. Tome II. Dynamique générale. Conductibilité de la chaleur. Stabilité de l'équilibre* (Paris: Gauthier-Villars).
2. La tradition de Buridan et la science italienne au XVI^e siècle (suite), BH 13: 157-94, 291-305, 440-67.
3. Le temps selon les philosophes hellènes, RP 19: 5-24, 128-45.

1912

1. La nature du raisonnement mathématique, RP 21: 531-43.
2. Prefacio a A. Maire, *L'oeuvre scientifique de Blaise-Pascal. Bibliographis. Critique et analyse de tous les travaux qui s'y rapportent.* (Paris: A. Hermann).

1913

1. *Le système du monde, Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic. Tome I. La cosmologie hellénique* (Paris: A. Hermann).
2. *Etudes sur Léonard de Vinci: Ceux qu'il a*

lus et ceux qui l'ont lu. Troisième Série. Les précurseurs parisiens de Galilée (Paris: A. Hermann). Texto de 1909, 1910, 1911, 1912, con un nuevo prefacio.

3. Sur deux inégalités fondamentales de la thermodynamique CR 156: 421-25 (1.^o février).
4. Le temps et le mouvement selon les scolastiques, RP 22: 453-78.
5. François de Meyronnes O.F.M, et la question de la rotation de la terre, AFH 6: 23-25.
6. Examen logique de la théorie physique, RSc 51: 737-40 (14 juin). Texto de Seconde Partie de 1913.

1914

1. *Le système du monde. Tome II. La cosmologie hellénique (suite et fin). L'astronomie latine au Moyen Age* (Paris: A. Hermann et Fils).
2. *La théorie physique. Son objet. Sa structure*, deuxième édition, revue et augmentée (Paris: Marcel Rivière & Cie). Contiene también «Physique de croyant» (1905) y «La valeur de la théorie physique, à propos de'un livre récent» (1908).
3. Le temps et le mouvement selon les scolastiques (suite) RP 23: 5-15, 136-49, 225-41, 361-80, 470-80, 24: 109-52.
4. Roger Bacon et l'horreur du vide, en Roger Bacon, *Essays contributed by Various Writers on the Occasion of the Commemoration*

of the Seventh Centenary of His Birth, seleccionado y editado por A. G. Little (Oxford: Clarendon Press).

1915

1. *Le système du monde. Tome II. L'astronomie latine au Moyen Age (suite)* (Paris: A. Hermann et Fils).
2. *La science Allemande* (Paris: A. Hermann et Fils). Contiene cuatro lecturas dadas bajo los auspicios de Association Catholique des Etudiants de L'Université de Bordeaux.

1916

1. *Le système du monde. Tome IV. L'astronomie latine au Moyen Age (fin). La crue de l'Aristotélisme* (Paris: A. Hermann et Fils).
2. *La chimie, est-elle une science française?* (Paris: Hermann et Fils).
3. L'optique de Malebranche, RMM 23: 37-91.
4. Discours de M. Duhem en *Groupe Catholique des Etudiantes de l'Université de Bordeaux. Année 1915-16. Compte rendu de l'Assemblée Générale du 25 juin 1916* (Bordeaux: Imprimerie Nouvelle F. Pech & Cie).

1917

1. *Le système du monde. Tome V. Troisième Partie. La crue de l'Aristotélisme (suite)* (Paris: A. Hermann et Fils).

2. Notice sur les titres et travaux scientifiques de Pierre Duhem, MSScPhNB 1917. Texto de 1913. También en *L'oeuvre scientifique de Pierre Duhem. Vol. I* (Bordeaux: Société des Sciences Physiques et Natureles de Bordeaux).

1919

1. De Maxwell et la manière allemande de l'exposer, RdM 20: 113-31.

1954

1. *Le système du monde, Tomes I-IV* (nuevo tiraje; Paris: Hermann). Reimpresión de 1913, 1914, 1916 y 1917.
2. *Le système du monde. Tome VI. Quatrième Partie. Le reflux de l'Aristotélisme. Les condamnations de 1227*, con notas de Helene Pierre-Duhem (Paris: Hermann).
3. *The Aim and Structure of Physical Theory*, con un prólogo de Prince Louis de Broglie: traducido por Philip P. Wiener (Princeton: Princeton University Press). Traducción de 1914.

1955

1. *Etudes sur Léonard de Vinci*, 3 vols. (nuevo tiraje; Paris: F. De Nobile), reimpresión de 1906, 1909 y 1913.

1956

1. *Le système du monde. Tome VII. Cinquième Partie. La physique parisienne au XIV siècle* (Paris: Hermann).

1958

1. *Le système du monde. Tome VIII. Cinquième Partie* (suite) (Paris: Hermann).
2. *Le système du monde. Tome IX. Cinquième Partie* (suite) (Paris: Hermann).

1959

1. *Le système du monde. Tome X. Sixième Partie. La cosmologie du XV^e siècle. Ecoles et universités au XV^e siècle* (Paris: Hermann).

1961

1. *Recherches sur l'hydrodynamique*, nouvelle édition avec une préface de J. Kampe de Fériet (Paris: Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air). Ver 1903.

1964

1. *The Aim and Structure of Physical Theory* (New York: Atheneum).

1969

1. *To Save the Phenomena. An Essay on the Idea of Physical Theory from Plato to Galileo.*

248

Traducción de E. Doland and C. Maschler, con una introducción de Essay de Stanley L. Jaki (Chicago: University of Chicago Press). Traducción de 1908.

1980

1. *The Evolution of Mechanics*, traducido por M. Cole, con una introducción de G. AE. Oravas (Alphen aan den Rijn: Sijthoff & Noordhoff). Traducción de 1903.

1981

1. *La Théorie Physique. Son objet, sa structure, avec un avant propos, index et bibliographie* par P. Brouzeng (Paris: J. Vrin). Reproducción facsímil de la edición de 1914.

1982

1. ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ, *Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*, introducción de P. Brouzeng (Paris: J. Vrin). Reproducción facsímil de la edición de 1908.

B. Bibliografía sobre el autor

Abel RAY: «La Philosophie scientifique de M. Duhem». *Revue de Métaphysique et de Morale* XII (juillet, 1904) pp. 699-744.

Armand LOWINGER: *The Methodology of Pierre Duhem.*

249

- Columbia University Press, New York, 1941. Existe una reseña de este libro publicada por B. Ginzburg en *ISIS*, XXXIV 18PGL-GAJ, pp. 33-34.
- Hélène PIERRE-DUHEM: *Un sacant français: Pierre Duhem*. Plon, 1936. París.
- E. PICARD: *La Vie et l'Oeuvre de Pierre Duhem*, Gauthier-Villars, París 1921.
- Stanley L. JAKI: *Uneasy genius: The life and work of Pierre Duhem*. Martinus Nijhoff Publishers. The Hague, 1984.
- Donald G. MILLER: «Ignored Intellect. Pierre Duhem» *Physics Today* 19 (1966), 47-53. De este mismo autor hay un artículo titulado «Pierre Duhem» en el *Dictionary of scientific biography*, vol. III, p. 225.
- Michel BLAY: «Pierre Duhem y la teoría física». *Mundo Científico*. Vol. I, pp.72-76.
- Joseph AGASSI: «Duhem's instrumentalism and autonomism» *Ratio*, 1970. Vol. XII, n.º 2, pp. 148-150.
- Joseph AGASSI: «Duhem versus Galileo». *British Journal for the Philosophy of Science* 8 (1957-58): 237-48.
- F. TOURNIER: «La thèse Duhem-Quine et l'indetermination de la traduction». *Revue de Métaphysique et de Morale*, 1980, 85 année, pp. 503-508.
- M. BOUDOT: «Le rôle de l'histoire des sciences selon Duhem», *Les études philosophiques*, 22 (1967): 421-32.
- P. LOUSTAUNEAU: «Duhem Physicien», *Les études philosophiques*, 22 (1967): 433-38.
- R. POIRIER: «L'épistémologie de P. Duhem et sa valeur actuelle». *Les études philosophiques*, 22 (1967): 399-419.
- D. H. MELLOR: «Models and Analogies in Science: Duhem versus Campbell?» *ISIS*, 59 (1968), p. 282-290.
- S. ALVAREZ TOLEDO: «Holismo y falsacionismo en la filosofía de Duhem». En *Estudios de lógica y filosofía de la ciencia*. Compilado por Miguel A. QUINTANILLA. Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca, 1982.
- W. STEGMÜLLER: «La "tesis de Duhem-Quine". Su acentuación por parte de Kuhn y Feyerabend». En *Estructura y dinámica de teorías*. Ariel, Barcelona, 1983.

C. Bibliografía complementaria

- Mariano ARTIGAS: *Karl Popper: Búsqueda sin término*. Editorial Magisterio Español. Madrid, 1979.
- Rudolf CARNAP: *Filosofía y sintaxis lógica*. Centro de estudios filosóficos, Universidad nacional autónoma de México. México D.F., 1963.
- F. M. CORNFORD: *La filosofía no escrita*. Ariel, Barcelona, 1974.
- P. FEYERABEND: *Adiós a la razón*. Tecnos. Madrid, 1984.
- P. FEYERABEND: *Cómo ser un buen empirista*. Cuadernos Teorema. Valencia, 1976.
- P. FEYERABEND: *La ciencia en una sociedad libre*. Siglo XXI. Madrid, 1982.
- G. FREY: *La matematización de nuestro universo*. G. del Toro editor. Madrid, 1972.
- Susan HAACK: *Lógica divergente*. Paraninfo. Madrid, 1979.
- Werner HEISENBERG: *Más allá de la física*. Biblioteca de Autores cristianos. Madrid, 1974.
- F. INCIARTE ARMIÑÁN: *El reto del Positivismo Lógico*. Rialp. Madrid, 1974.
- Allan JANIK y Stephen TOULMIN: *La Viena de Wittgenstein*. Taurus. Madrid, 1983.
- Pascual JORDÁN: *El hombre de ciencia ante el problema religioso*. Ediciones Guadarrama. Madrid, 1972.
- I. KANT: *Crítica de la razón pura*. Ediciones Alfaguara. Madrid, 1978.
- Alexandre KOYRE: *Estudios de historia del pensamiento científico*. Siglo XXI. Madrid, 1977.
- Thomas S. KUHN: *La estructura de las revoluciones científicas*. F.C.E. Madrid, 1975.
- B. Henry LEVI: *El testamento de Dios*. El cid editor. Buenos Aires, 1979.
- Jacques MONOD: *El azar y la necesidad*. Tusquets editores. Barcelona, 1981.
- Jesús MOSTERÍN: *Conceptos y teorías en la ciencia*. Alianza Universidad. Madrid, 1984.

- Jesús MOSTERÍN: *Racionalidad y acción humana*. Alianza Universidad. Madrid, 1978.
- Erwin PANOFKY: *Estudios sobre iconología*. Alianza Universidad. Madrid, 1979.
- Carlos PARÍS: *Mundo técnico y existencia auténtica*. Revista de Occidente, Madrid, 1973.
- Karl R. POPPER: *La lógica de la investigación científica*. Tecnos, Madrid, 1973.
- M. A. QUINTANILLA: «El problema de la racionalidad tecnológica» *Estudios Filosóficos*. 80 vol, XXIX, 1980. Valladolid.
- Hans REICHENBACH: *Moderna filosofía de la ciencia*. Tecnos. Madrid, 1965.
- J.J.C. SMART: *Entre ciencia y filosofía*. Tecnos. Madrid, 1975.
- Wolfgang STEGMÜLLER: *La concepción estructuralista de las teorías*. Alianza Universidad. Madrid, 1981.
- C. ULISES MOULINES: *Exploraciones metacientíficas*. Alianza Universidad. Textos. Madrid, 1982.
- Langdon WINNER: *Tecnología autónoma*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 1979.
- Ludwig WITTGENSTEIN: *Tractatus lógico-philosophicus*. Alianza Universidad. Madrid, 1973.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	19
1. El oportuno regreso a Pierre Duhem	19
2. Su influencia en Francia	26
3. Su influencia en el ámbito anglosajón	33
4. Carácter innovador de su obra	35
II. PIERRE DUHEM: CIENCIA, HISTORIA Y ENSEÑANZA	45
1. Una vida dedicada a la enseñanza	45
2. También la ciencia tiene su historia	50
3. Contribuciones científicas: termodinámica y enfoque «energético»	85
III. EPISTEMOLOGÍA CIENTÍFICA: HOLISMO. INSTRUMENTALISMO	103
1. Restricción del dominio	103

2. Génesis de la teoría científica .	108
3. La teoría física frente a la experiencia	131
IV. MATIZACIONES AL INSTRUMENTALISMO: CLASIFICACIÓN NATURAL	153
1. Valor explicativo de la teoría física	153
2. Simplicidad y valores estéticos en la teoría física	163
3. La teoría científica como clasificación natural	169
a) Concepto de clasificación natural	169
b) Marco filosófico para una concepción lingüística de la ciencia	174
c) Un mensaje dirigido al sentido común	193
V. LA CIENCIA EN UN CONTEXTO MÁS AMPLIO	201
1. Ciencia y saber filosófico	201
2. Nueva posición de la ciencia en el horizonte humano	212
VI. A MODO DE CONCLUSIÓN	225

VII. BIBLIOGRAFÍA	229
A. Publicaciones de Pierre Duhem	231
B. Bibliografía sobre el autor	249
C. Bibliografía complementaria	251