

DEPARTAMENTO DE LÓGICA Y FILOSOFÍA DE LA CIENCIA.
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE.

TESIS DOCTORAL

TÍTULO: INCONMENSURABILIDAD

Y

RACIONALIDAD CIENTÍFICA

DOCTORANDO: Inmaculada Fernández Sáez.
DIRECTOR DE LA TESIS: Dr. Andrés Rivadulla Rodríguez.
JUNIO 1992.

Enlalia Pedroz Sedeo

= Inmaulade

Fernández Sáez

Andrés Rivadulla

por unanimidad

Apto cum laude
3 - sept 92

El Secretario

Enlalia

TP: el

INDICE,

pág.

INTRODUCCION..... 1

PRIMERA PARTE: ANALISIS FILOSOFICO DEL PROBLEMA DE LA INCONMENSURABILIDAD,

CAPITULO 1, EL CONCEPTO DE INCONMENSURABILIDAD EN T.S. KUHN..... 21

CAPITULO 2, LA ANTICIPACION DE LAS IDEAS KUHNIANAS POR LUOWIK FLECK..... 40

CAPITULO 3, LA INCONMENSURABILIDAD SEGUN P.K. FEYERABEND..... 74

CAPITULO 4, LA PROPUESTA ESTRUCTURALISTA DE SOLUCION DEL PROBLEMA DE LA
INCONMENSURABILIDAD..... 98

CAPITULO 5, EL REALISMO ANTE EL RETO DE LA INCONMENSURABILIDAD..... 107

SEGUNDA PARTE: ESTUDIO DE CASOS DE INCONMENSURABILIDAD,

CAPITULO 6, ASTRONOMIA COPERNICANA *VERSUS* ASTRONOMIA PTOLEMAICA..... 140

CAPITULO 7, TEORIA DE LA RELATIVIDAD *VERSUS* MECANICA CLASICA..... 156

CONCLUSIONES,

CAPITULO 8, INCONMENSURABILIDAD Y RACIONALIDAD CIENTIFICA..... 185

NOTAS..... 215

BIBLIOGRAFIA..... 223

INTRODUCCION.

La problemática que ocupa una gran parte del trabajo de investigación llevado a cabo por los actuales teóricos de la ciencia es, sin duda alguna, tratar de determinar si la empresa científica es o no una empresa racional. La idea de la ciencia como una empresa racional sólo podrá justificarse si es, a su vez, justificable la idea de que el cambio científico es racionalmente explicable. En general, los modelos racionales de la ciencia constan de 1) algo que es considerado la *finalidad* de la ciencia y 2) un conjunto de principios objetivos que permiten comparar teorías rivales sobre un marco de evidencia dado, es decir, una *metodología* que se constituye en el criterio para valorar en qué medida una teoría se acerca a la meta propuesta¹. Según estos modelos, el *cambio de teoría* se produce cuando la comunidad científica admite que una teoría T_2 es *mejor* que otra teoría T_1 , en un sentido determinado por la meta propuesta de la ciencia, de manera que el progreso científico consta de una sucesión de teorías, cada una de las cuales está más cerca de la meta, y por tanto es mejor, que la anterior.

Idealmente, la ciencia, a través de sus teorías, debe darnos información cierta y precisa sobre los objetos que pueblan el mundo y sobre las relaciones que se establecen entre ellos. Cada una de las corrientes de filosofía de la ciencia han ofrecido su particular visión de este ideal, algunas de ellas admitiéndolo sin reservas, otras, por el contrario, rechazándolo por completo. En esta sección proporcionaré un panorama general de los enfoques que han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo del debate sobre la racionalidad científica.

La tradición empirista ha mantenido que el ideal de un conocimiento científico cierto puede demostrarse por recurso a la experiencia, con la ayuda de observaciones y experimentos. Se

pensaba que la certeza, la verdad o, si no podemos llegar a tanto, la alta 'probabilidad' de dicho conocimiento se podía demostrar sobre la base de un principio inductivo que expresa algo muy básico acerca del comportamiento de la naturaleza. Muy a *grosso modo*, este principio nos dice que los acontecimientos futuros serán semejantes a los pasados, o dicho de otra manera, que las regularidades observadas hasta ahora se mantendrán también en el futuro. El inductivismo desarrollado por el empirismo lógico, en su formulación no formalizada o intuitiva, se asemeja bastante a la concepción popular de la ciencia: la ciencia es un conocimiento más fiable que cualquier otro porque es conocimiento objetivo, derivado rigurosamente de los hechos de la experiencia conocidos mediante la observación y la experimentación.

La observación sólo nos proporciona hechos que se pueden expresar mediante enunciados singulares, esto es, enunciados que especifican la ocurrencia de un determinado acontecimiento en un determinado punto del espacio y en un instante determinado. Tras una constatación continuada de que dadas ciertas condiciones se producen regularmente ciertos hechos, el principio de inducción nos permite llevar a cabo la generalización que nos conduce a los enunciados universales, es decir, a enunciados que ya no se refieren a un estado de cosas concreto y localizado en unas coordenadas espacio-temporales fijas, sino que expresan la regularidad que rige la ocurrencia de ciertos hechos, dadas ciertas condiciones. Así pues, la generalización inductiva nos permite pasar de un número finito e indeterminado de enunciados singulares de observación del tipo:

En el punto x y en el instante t se ha observado, que dado e , se produce f ,

a un enunciado universal del tipo:

Siempre que se da *e*, se produce *f*.

El positivismo lógico iniciado por el Círculo de Viena a través de sus componentes más representativos, Rudolf Carnap y Moritz Schlick, es un intento de dar a esta formulación intuitiva y excesivamente simplista del inductivismo una expresión en términos de la lógica formal. El positivismo lógico pretende ser una reconstrucción lógica y racional de la ciencia, planteando un criterio de demarcación basado en el significado de los términos, proposiciones y teorías de la ciencia, de manera que sólo son 'científicos' aquellos términos, enunciados o teorías que son 'significativos'. Considera las teorías científicas como sistemas axiomáticos a los que debe darse una interpretación observacional, al menos parcial, para que se les pueda calificar como significativos. La necesidad de dar a las teorías una interpretación observacional se deriva del estatus privilegiado que se le concede a los informes de observación y al lenguaje en el que se expresan. De esta forma se exige que todos los términos que intervienen en el discurso científico se puedan reducir a un lenguaje observacional básico, es decir, se puedan definir explícitamente por referencia a términos observacionales con el objeto de que se les pueda poner en relación directa con entidades de observación.

Así, la meta de la ciencia, según el neopositivismo es alcanzar un conocimiento cierto o, al menos, altamente probable acerca de la realidad. La verdad o falsedad de las teorías científicas, o su grado de probabilidad, se podrá determinar a través de su contrastación empírica. Y la metodología utilizada para comprobar en qué medida dichas teorías se acercan a la meta propuesta es una metodología confirmacionista o verificacionista. Ésta consiste en contrastar la teoría con la realidad por medio de experimentos, de forma que todo resultado positivo, compatible con la teoría, se puede considerar como verificador o confirmador de la misma. El significado de

los enunciados de una teoría consiste en sus condiciones de verificación y puesto que el criterio de demarcación sólo admite como científicos aquellos enunciados significativos, vemos que es el principio de verificación el que actúa como criterio de demarcación. No se exige que sea una verificación actual, sino una verificación en principio, es decir, basta con que se conozcan las condiciones que pondrían de manifiesto la verdad o la falsedad de un determinado enunciado. Y tampoco se exige que sea una verificación concluyente: en la medida que las leyes universales abarcan un dominio infinito y sólo se puede constatar un número finito de instancias positivas (o negativas) derivadas de la observación, la verificación concluyente es imposible, de la misma forma que lo es la refutación concluyente. Por esta razón se pasó a un tratamiento de la verificabilidad de las teorías en términos probabilistas, de manera que el aumento de instancias a favor de una teoría significaba un aumento de la probabilidad de la misma.

El positivismo lógico es una concepción estrictamente lingüística de la filosofía de la ciencia como lo demuestra el título que Carnap dio a uno de sus trabajos: *La superación de la metafísica por medio del análisis lógico del lenguaje* y como lo pone de manifiesto Ayer en su *Lenguaje, verdad y lógica*:

"Porque el filósofo, como analista, no está directamente interesado en las propiedades físicas de las cosas. Está interesado solamente por la forma en que hablamos de ellas.

En otras palabras, las proposiciones de la filosofía no son factuales, sino de carácter lingüístico, esto es, no describen el comportamiento de los objetos físicos, o incluso mentales, sino que expresan definiciones, o las consecuencias formales de las definiciones. Por lo tanto, podemos decir que la filosofía es un departamento de la lógica."²

El progreso científico es concebido como un proceso evolutivo continuo y acumulativo en el que cada nueva teoría albergará en su seno a la anterior, de forma que ésta continuará siendo

válida como un caso límite de la teoría más amplia a la que quedará reducida. Así pues, el carácter objetivo de los criterios puramente lógicos que rigen el progreso mediante la reducción interteórica hacen de la ciencia una empresa racional.

La concepción de las teorías heredada de Carnap y el Círculo de Viena presta muy poca, por no decir ninguna, atención a la génesis del conocimiento científico. Su interés se centra, casi exclusivamente, en la justificación del mismo. Las teorías son analizadas como productos ya acabados, sin considerar el proceso que han seguido hasta llegar a ser lo que son ni los factores que han influido en dicho proceso. Su lógica de la justificación se convierte en un instrumento imprescindible, pues contiene simultáneamente:

- las reglas de correspondencia que permiten contrastar empíricamente la teoría con los datos;
- los principios de comparación que permiten tomar una decisión racional a la hora de elegir una de dos teorías en competencia;
- los criterios de demarcación que permiten discriminar entre aquellas teorías que se pueden considerar científicas y aquellas que sólo merecen el calificativo de sinsentidos metafísicos o pseudocientíficos.

Uno de los problemas más graves de los que adolece la metodología inductivista del positivismo lógico es su ingenuidad en lo que respecta a la tajante distinción que establece entre teoría y observación. El supuesto básico que subyace al inductivismo es una especie de petición de principio que se podría expresar brevemente como sigue: *la observación cuidadosa y sin prejuicios proporciona una base segura a partir de la cual se puede derivar un conocimiento científico probable.* Admitir este supuesto significa admitir que hay una experiencia única para todos los observadores, independiente del mar-

co de referencia conceptual en el que dicha experiencia ha de encajar. Esta afirmación no puede mantenerse en el ámbito de la experiencia cotidiana, cuanto menos si tratamos de la experiencia científica. En efecto, incluso concediendo que las experiencias perceptivas de distintos observadores sean idénticas (para evitar la acusación de subjetivismo que se podría lanzar contra la insinuación de que no hay seguridad de que dos observadores que perciban los mismos datos posean las mismas experiencias perceptivas), incluso así, decimos, no podemos negar que una cosa son las experiencias perceptivas de los observadores y otra cosa completamente distinta el conjunto de enunciados 'observacionales' en el que éstas se expresan. Todos los enunciados llamados observacionales, incluso los más básicos, deben expresarse en el lenguaje de una teoría, por vaga y primitiva que ésta sea, de la misma forma que, para establecer la validez de un enunciado de observación, hay que apelar a la teoría en la que está inmerso. La teoría guía la observación y la experimentación. El mero registro del mayor número de datos posible, sin ninguna directriz que permita discriminar entre datos relevantes e irrelevantes no tiene ningún interés. Las observaciones y los experimentos se efectúan para comprobar una teoría previa que prescribe el registro de sólo determinados datos, a saber, aquéllos que son relevantes (tanto en sentido positivo como negativo) para su posterior desarrollo.

La afirmación de que la ciencia no comienza con la observación, sino que, por el contrario, toda observación está guiada por alguna teoría es uno de los rasgos característicos de una de las corrientes más importantes en filosofía de la ciencia y, al mismo tiempo, una de las más críticas hacia el positivismo lógico del Círculo de Viena. Me estoy refiriendo al enfoque denominado *racionalismo crítico* o *falsacionismo*, debido a Karl Popper y su escuela. Popper afirma en su (1962):

'Así, la ciencia parte de problemas, y no de observaciones, aunque éstas puedan dar origen a un problema, especialmente si son *inesperadas*, vale decir, si chocan con nuestras expectativas o nuestras teorías."³

Popper y sus seguidores comparten con los filósofos positivistas más tradicionales el presupuesto de que el problema de la elección de teorías puede ser resuelto con técnicas semánticamente neutrales. Las consecuencias observacionales de ambas teorías en competencia son indicadas en un vocabulario de enunciados básicos compartido (no necesariamente completo o incorregible). Algunas medidas comparativas de su verdad/falsedad nos proporcionan una base para la elección entre ellas. Aparte de esto poco hay en común entre el verificacionismo y el falsacionismo. Las teorías son, para Popper, conjeturas audaces, suposiciones acerca del mundo que confieren realidad a los mundos descritos por ellas en el sentido de que, aunque sean hipotéticas y conjeturales, *pretenden* describir algo real. Las teorías son nuestras ideas, pero pueden entrar en conflicto con la realidad y cuando esto ocurre sabemos que hay una realidad que nos recuerda que nuestras ideas pueden estar equivocadas. Popper mantiene, como hemos dicho, que hay enunciados observacionales básicos que se refieren a datos públicamente observables y que, por tanto, pueden ser afirmados como verdaderos o falsos. La existencia de semejante lenguaje observacional neutral, es decir, no contaminado por teoría alguna, facilita la comparación entre teorías en competencia. Sin embargo rechaza la distinción entre términos teóricos y observacionales dentro de la misma teoría: todos los términos de una teoría son teóricos en mayor o menor grado. Eliminada esta distinción, los experimentos ideados con la intención de verificar la teoría ya no tienen ningún sentido: dada la dependencia de la observación con respecto a la teoría, lo más fácil, pero también lo menos interesante, es realizar experimentos rutinarios compatibles con la teoría encaminados a mostrar su validez. Lo más difícil, y en contraposición, lo que aporta un mayor valor a la experimenta-

ción científica, es proponer la realización de precisamente aquellos experimentos que mostrarían que la teoría en cuestión no es válida.

Así pues, vemos que el racionalismo crítico, al contrario que el positivismo lógico, da primacía al principio de falsación sobre el de verificación. La dinámica científica consiste en: 1) idear teorías arriesgadas, esto es, con gran contenido empírico (el contenido empírico es definido por Popper como el conjunto de enunciados incompatibles con la teoría), de las que se deriven predicciones asimismo arriesgadas y, por tanto, improbables en alto grado, y 2) someter dichas teorías a severos tests críticos, es decir, confrontarlas con experimentos elaborados no con la intención de verificarlas, sino con la mucho más fructífera idea de refutarlas. Si la teoría en cuestión supera estos severos tests críticos decimos que ha sido corroborada (y no verificada, pues la superación de los tests elaborados hasta el momento no es ninguna garantía de que vaya a superar el siguiente), mientras que si no logra superar alguna de dichas pruebas la teoría queda refutada automáticamente. Así queda enunciado el llamado "principio de asimetría" que afirma que, si bien no es posible la verificación concluyente de las teorías científicas, sí lo es su refutación concluyente.

Esta lógica de la investigación científica se traduce en un desarrollo continuo de la ciencia que es esencial para el carácter racional y empírico del conocimiento científico, de forma que si la ciencia deja de desarrollarse pierde este carácter, pues precisamente "es la forma de su desarrollo lo que hace a la ciencia racional y empírica."⁴ Y cuando Popper habla del desarrollo del conocimiento científico, lo que tiene *in mente* "no es la acumulación de observaciones, sino el repetido derrocamiento de teorías científicas y su reemplazo por otras mejores o más satisfactorias." (idem). El que una teoría sea mejor que otra depende, según el ideal de ciencia

racional esbozado al principio, del acercamiento de ambas a la meta que persiguen. La meta perseguida, de nuevo, es el descubrimiento de verdades profundas y explicativas acerca del mundo. Y el problema con el que se choca aquí es el eterno escollo de la carencia de un criterio apodíctico que permita reconocer a las teorías como verdaderas o como falsas. A la vista de este obstáculo, Popper revisa su concepción del objetivo de la ciencia optando por uno más modesto: la meta no es ya alcanzar la verdad, sino alcanzar el máximo grado de acercamiento a la misma, es decir, el máximo grado de verosimilitud. Popper define la verosimilitud en función del contenido de verdad y de falsedad de las teorías en cuestión. Así pues, dadas dos teorías, llamémoslas T_1 y T_2 , decimos que T_2 está más cerca de la verdad o es más verosímil que T_1 si y sólo si:

- "(a) el contenido de verdad, pero no el contenido de falsedad, de T_2 es mayor que el de T_1 ;
- (b) el contenido de falsedad de T_1 , pero no su contenido de verdad, es mayor que el de T_2 ."*

A pesar de su rechazo de la metodología inductivista y las grandes diferencias que separan el verificacionismo y el falsacionismo, podemos decir que ambas coinciden en ser concepciones que atribuyen a la ciencia la meta de producir teorías que estén en concordancia con la experiencia, que revelen nuevos órdenes de realidad, es decir, que se acerquen cada vez más a la 'verdad'. La explicación racional de la acción de los científicos que abandonan una teoría o conjunto de teorías en favor de otro obedece a una "reivindicación axiológica" con una estructura esquemática del tipo medios-fines que impone como condición necesaria para alcanzar la meta científica propuesta, o para avanzar hacia ella, que las nuevas teorías amplíen el alcance de las anteriores y preserven su contenido de verdad como un caso límite. Es decir, impone como condición necesaria que la evolución científica siga un

proceso de desarrollo teleológico cuya meta es una verdad 'objetiva' o 'absoluta' en el sentido de Tarski⁶.

Este modelo de ciencia prescribe que el comportamiento de los científicos a la hora de decidir entre teorías rivales consiste simplemente en comparar éstas con los datos: si la evidencia es positiva, la teoría es aceptable, si es negativa, la teoría propuesta debe ser rechazada. Pero en vista de que los más prominentes científicos del pasado han actuado de forma que no cuadra en absoluto con esta imagen excesivamente simplista de cómo deberían haber actuado, surgen nuevas teorías del cambio científico que propugnan una revisión de la imagen de la ciencia en función de factores no estrictamente 'científicos': preferencias típicamente personales y colectivas, actitudes institucionales, inclinaciones filosóficas y circunstancias histórico-sociológicas, más que la evidencia disponible, determinan a qué teoría se adhiere un grupo de científicos en un período determinado de la historia.

La corriente sociológica en filosofía de la ciencia propone un examen de los aspectos sociales de la ciencia paralelo al análisis epistemológico de la misma. Las relaciones sociales, tanto entre los miembros de una comunidad científica como entre dicha comunidad y su entorno histórico-social, influyen decisivamente en la forma del saber científico. La ciencia es una actividad más del género humano y, como tal, no opera de ningún modo en la especie de vacío sociocultural pretendido por los enfoques tradicionales. El científico sufre un proceso de educación durante el cual aprende a moverse en la comunidad científica a la que pertenece del mismo modo que un niño aprende a desenvolverse en su entorno social. El marco científico según el cual el grupo investigador ve el mundo está socialmente determinado y varía de un sistema social a otro y de una época histórica a otra. La postura del sociólogo de la ciencia es altamente relativista desde un punto de vista epistemológico: no hay un marco teórico privilegiado

que pueda pretender la superioridad sobre todos los demás. No podemos acceder a la 'verdad' en sentido objetivo o absoluto. El conocimiento científico es, pues, relativo al sistema de coordenadas socioculturales e históricas en el que se genera. No obstante, aunque no se puede negar la constante influencia de factores sociales en la investigación científica, esto no quiere decir que no exista en absoluto ningún componente objetivo del conocimiento. Tan inadecuado es un enfoque de la ciencia que tome en cuenta únicamente los condicionamientos históricos y socioculturales, como un programa epistemológico que descansa sobre una base exclusivamente empírica. El conocimiento y el progreso científico deben mirarse como un producto, o como una combinación, de elementos 'objetivos' (empíricos) y 'subjetivos' (histórico-sociales), por seguir utilizando el vocabulario tópico.

Esta corriente sociológica fue inaugurada muy tempranamente, en 1935, por el injustamente desconocido médico y teórico de la ciencia polaco Ludwik Fleck y fue retomada más tarde por personalidades como Kuhn y Feyerabend. En efecto, en su monografía *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*, Fleck desarrolla con detalle el punto de vista de que los hechos de la ciencia natural no se derivan automáticamente de la observación de la naturaleza, sino que son socialmente contruidos y, como tal, dependientes del contexto sociocultural e histórico. La teoría del conocimiento científico debe estudiar lo que la ciencia actualmente es y esto significa estudiar los procesos históricos, los modos de pensamiento, los usos lingüísticos, las organizaciones y las instituciones sociales, las cadenas de colaboración dentro de la comunidad científica y las relaciones de ésta con el resto de la sociedad, y cómo todos estos factores influyen en los 'descubrimientos', 'verdades' y 'hechos' de la ciencia. No obstante, la obra reconocida como pionera en el enfoque sociológico de la ciencia es *La Estructura de las Revoluciones*

Científicas de Thomas S. Kuhn, publicada en 1962, aunque en ella reconoce que muchas de sus propias ideas son anticipadas por el trabajo de Fleck antes citado, al que descubrió casualmente a finales de 1949 o principios de 1950. Afirma Kuhn que *La Génesis y el Desarrollo de un Hecho Científico* le hizo comprender "que esas ideas podían necesitar ser establecidas en la sociología de la comunidad científica"⁷ y que está en deuda con él en muchos más aspectos de los que es capaz de evaluar o recordar. A grandes rasgos, que trataré con más detalle en el próximo capítulo, en su (1962) Kuhn plantea una dinámica científica que comienza con un período pre-paradigmático en el que no hay un marco conceptual único, sino que existe un número indeterminado de escuelas cada una de las cuales pone en duda los fundamentos de las demás. Gradualmente una de estas escuelas comienza a obtener una general aceptación y se constituye en paradigma establecido a lo cual sigue un período de ciencia normal en el que la investigación es realizada en concordancia con dicho paradigma y cuya función principal es hacer encajar a la naturaleza dentro del marco proporcionado por él. Los científicos en este período se dedican principalmente a resolver los enigmas planteados por la naturaleza. Pero los científicos no sólo deben enfrentarse con enigmas que contribuyen a precisar el marco teórico, sino que a veces se presentan anomalías que se resisten a encajar en él y que, en principio son apartadas en espera de que el paradigma proporcione una futura solución. No obstante, puede llegar un momento en el que las anomalías superan a los enigmas resueltos y la ciencia entra en un período de crisis en el que de nuevo se ponen en duda los fundamentos más básicos y comienzan a proliferar paradigmas alternativos, uno de los cuales cosechará ciertos éxitos inesperados y se erigirá en el nuevo paradigma. Se ha producido lo que Kuhn llama una revolución científica que dará paso a un nuevo período de ciencia normal. El desarrollo científico, pues, está marcado por una sucesión de revoluciones científicas en las que el paradigma vigente es sustituido por otro incompa-

tible con él. Aquí nos encontramos con los dos puntos clave de la filosofía de Kuhn que son, en sí mismos, revolucionarios: 1) el progreso científico no es continuo, sino discontinuo, caracterizado por revoluciones puntuales, 2) ni acumulativo, puesto que los paradigmas sucesivos son *incommensurables*. El concepto de incommensurabilidad, objeto de esta Tesis, va contra la idea de que la ciencia debe ocuparse en encontrar, o acercarse cada vez más a, la verdad. Lo que ahora cuenta como 'la verdad' está determinado por lo que la comunidad científica decide, más que por alguna relación objetiva entre las teorías sobre el mundo y el mundo mismo. Dos paradigmas rivales son dos concepciones del mundo y de la ciencia irreconciliables, de forma que no hay reglas objetivas que permitan decidir entre ambas. La elección de una de ellas será una decisión de la comunidad científica en su conjunto.

La filosofía kuhniana contiene una fuerte carga sociológica que niega la existencia de un "método científico" definitivo que permita decidir con seguridad entre teorías en competencia. La decisión está tomada por la comunidad científica, que trabaja de acuerdo con las directrices prescritas por el paradigma vigente que es, asimismo, un producto de la comunidad, condicionado por factores históricos e, incluso, psicológicos, pues el paradigma es mucho más que una teoría o un grupo interrelacionado de teorías, es una concepción del mundo. En el sistema de Kuhn no hay nada semejante a la doctrina popperiana de la verosimilitud. Los sucesivos paradigmas no constituyen un proceso de evolución continua hacia la verdad. En caso de darse un progreso efectivo, éste no tendría un carácter teleológico. El único sentido en el que puede hablarse de teorías o paradigmas más avanzados es en el que hace referencia a su capacidad para resolver problemas con éxito. Un paradigma puede ser superior al anterior en precisión, simplicidad, capacidad predictiva, fertilidad o consistencia interna, pero no porque esté más cerca de la verdad. La visión kuhniana de la ciencia, y en particular su idea de la

ciencia normal, contradice el enfoque popperiano de acuerdo con el cual la crítica y los intentos de refutación son fundamentales para el éxito de la investigación. Para los falsacionistas, la ciencia normal es una especie de sueño dogmático que pone en peligro el desarrollo del conocimiento y puede hacer imposible el progreso de la ciencia. Kuhn mantiene, sin embargo, que todas las teorías están sumergidas en un 'océano de anomalías' que las hacen aparecer a todas ellas como falsas y, por tanto, duda de que se pueda mantener la doctrina falsacionista de que, a pesar de ser falsas, cada nueva teoría está más cerca de la verdad que la anterior.

Por su lado, Feyerabend comienza su obra *Tratado contra el Método* diciéndonos que está comprometido con un enfoque 'anarquista' de la ciencia. Con ello quiere indicar que no hay un método privilegiado de investigación científica que nos conduzca a la adquisición de conocimiento verdadero. De hecho, la ciencia no puede ser concebida como una empresa estrictamente racional. Trata de mostrar que en la práctica científica real, el progreso no tiene lugar de la forma sugerida por la tesis (mantenida tanto por positivistas como falsacionistas) del desarrollo por reducción de cada teoría por su sucesora. Cuando se produce un cambio teórico, las nuevas ideas son vistas como irracionales desde el punto de vista de la concepción anterior. Por otra parte, el cambio de teoría implica un cambio en el completo sistema de conocimiento al que pertenece, de forma que los científicos deben adscribirse, o crear, un nuevo sistema completamente extraño al anterior en sus principios más fundamentales. Si la tesis de que el progreso científico está inevitablemente ligado con actos de irracionalidad es cierta, ningún método científico particular que pretenda acceder a la verdad puede ser considerado como válido. Feyerabend mantiene que las teorías no pueden ser comparadas desde ninguna posición ventajosa, llámese lenguaje observacional neutral (verificacionismo), llámese conjunto de enunciados básicos (falsacionismo). Dos teo-

rías incompatibles entre sí sólo pueden ser comparadas desde la perspectiva de una tercera incompatible con ambas. De esta forma, sólo la proliferación de teorías puede garantizar el progreso científico, aunque no podamos reconocer una determinada dirección en este progreso.

Puesto que los informes observacionales son dependientes de las teorías, el modo en que uno conciba el mundo depende de las teorías que uno mantenga en un contexto dado. En este sentido, las teorías generales llevan consigo su propia ontología, es decir, son, de nuevo, concepciones del mundo, *Weltanschauungen*. La verificación de generalizaciones empíricas debe hacerse en relación con la *Weltanschauung* proporcionada por las teorías más generales mantenidas. Pero la verificación de la teoría más básica no puede hacerse de la misma forma que la de las generalizaciones, pues todo dato que pudiera ser relevante para verificar la teoría la presupondría y la verificación se convertiría en un círculo vicioso. La única forma de verificar o criticar una teoría general es por medio del uso de teorías alternativas e incompatibles. Si la teoría que queremos verificar y la alternativa poseen algunos enunciados observacionales en común, se puede llevar a cabo un experimento crucial que permitirá decidir entre las dos. Pero puede darse el caso de que ambas teorías no compartan ningún enunciado de observación. Cada una tendrá su propia experiencia y entre ellas no habrá conciliación posible. Ambas teorías son inconmensurables en el sentido de que el significado de los principales términos descriptivos depende de principios mutuamente inconsistentes. De esta forma, la decisión entre ellas será, de nuevo, una decisión irracional, determinada en todo caso por cuestiones de gusto subjetivo.

Por todo esto, tanto el enfoque de la ciencia proporcionado por Kuhn como el que nos propone Feyerabend han sido calificados de irracionalistas: ambos afirman que no hay criterios 'objetivos' que permitan una decisión 'racional' entre dos

teorías en competencia. Asimismo, la falta de criterios supone, implícitamente, que quizás tampoco exista eso que se ha dado en llamar 'la meta de la ciencia' y explícitamente, que, en caso de que exista, esta meta no tiene nada que ver con la 'verdad'. Este planteamiento se sitúa en el extremo opuesto al modelo racionalista de ciencia ideal expuesto al principio, y ha provocado el surgimiento de un debate en torno al estatus de la ciencia de tinte ligeramente distinto al que había tenido lugar anteriormente entre los verificacionistas por un lado, y los falsacionistas por otro. Me estoy refiriendo al debate entre los partidarios de un enfoque realista de la ciencia y los proponentes de una concepción puramente instrumentalista de la misma.

El problema principal en todas las discusiones que han tenido lugar desde que existe la filosofía de la ciencia como disciplina autónoma es, sin duda, el de determinar la relación existente entre las teorías científicas y el mundo al que se las pretende aplicar. Una posible solución consiste en afirmar, como hemos visto, que las teorías describen, o aspiran a describir, cómo es realmente el mundo. El poder de las teorías reside, fundamentalmente, en una combinación entre verdad e información, de forma que el progreso científico se considera como una 'aproximación a la verdad' o como un camino hacia representaciones mejores y más comprensivas de la realidad, es decir, como un aumento de la verosimilitud. Para los realistas científicos, las teorías son ante todo intentos de ofrecer descripciones de la realidad (o de un aspecto de ella) informativas y conforme a leyes. Así pues, la definición del progreso científico en términos de incremento de verosimilitud expresa la convicción realista de que la información acerca de la realidad es la *meta básica* de la ciencia. Las teorías son, en tanto que descripciones, verdaderas o falsas y su verdad o falsedad están en función de su mayor o menor adecuación al mundo. El realismo, pues, acepta la noción de verdad como correspondencia con los hechos (también

aceptada por Popper, sobre todo, como él mismo afirma, a partir de la aparición de los trabajos de Tarski en este terreno). En general se puede decir que los racionalistas han tendido al realismo.

Una solución alternativa es la aportada por el instrumentalismo, según el cual la ciencia no aspira a dar una definición verdadera de la realidad. Las teorías científicas son instrumentos conceptuales para llevar a cabo ciertas tareas (predicción, control, sistematización, resolución de problemas, etc), de forma que el progreso científico es definible en función del éxito de las teorías en realizar dichas tareas. Como en el caso de cualquier otro instrumento, la validez de las teorías no depende de su verdad o de su falsedad, sino de su mayor o menor utilidad. De acuerdo con el instrumentalismo, la elección entre teorías rivales no está nunca marcada por actos irracionales. Por el contrario, hay criterios muy determinados que rigen la decisión. Como ejemplo se pueden citar la capacidad para sistematizar la evidencia disponible y la capacidad de resolver los problemas planteados. Pero criterios como éstos están lejos de ser criterios infalibles puesto que lo que en un momento dado se considera la 'evidencia disponible' y los 'problemas planteados' depende de los presupuestos generales que se admitan y del marco conceptual más general en el que éstos y aquéllos se inscriben. De manera que tras un análisis adecuado, se puede llegar perfectamente al resultado de que la efectividad de la astronomía ptolemaica para sistematizar la evidencia disponible a la sazón era similar a la capacidad de la teoría copernicana para sistematizar la evidencia de la que se disponía en su momento. Y lo mismo se puede decir con respecto a los problemas. ¿Qué razones, pues, promovieron el abandono de la primera y la gradual aceptación de la última?

Por lo que respecta a los criterios de elección entre teorías, el realismo debe enfrentarse con el obstáculo no menos

grave que le impone la noción de inconmensurabilidad. En efecto, que dos teorías sean inconmensurables significa que no existe una base común (ni lógica, ni lingüística, ni empírica, ni ontológica) sobre la cual establecer un criterio racional de elección entre ellas. Si la tesis de la inconmensurabilidad se descubre como cierta, el carácter racional del progreso científico, así como la concepción realista de la ciencia quedarían en grave peligro: si no existen criterios racionales de elección entre teorías, el progreso científico tendría un carácter irracional, (si por irracional entendemos el recurso a factores extracientíficos como los ya mencionados: históricos, sociológicos, psicológicos, etc); y si no hay siquiera una base ontológica común, el realismo científico, según el cual, la ciencia trata de hacer descripciones verdaderas de una realidad externa, de forma que es ésta, en última instancia, la que determina qué teorías son válidas y cuáles no, quedaría convertido en una quimera.

La noción de inconmensurabilidad parece conducir inevitablemente a una actitud **relativista**: no hay un marco de referencia conceptual privilegiado que pueda reclamar superioridad sobre cualquier otro. Todo conocimiento es relativo al sistema conceptual que lo acoge. No podemos tener acceso a la 'verdad' en un sentido absoluto u objetivo. Desde un punto de vista metodológico, la postura coherente con este tipo de relativismo es el **instrumentalismo**, que trata las teorías no como intentos de descripciones verdaderas de la realidad, sino como meros instrumentos de cálculo, sistematización y predicción, sin tomar en cuenta las cuestiones referentes a la verdad de las mismas. Y, por último, desde un punto de vista epistemológico, la única actitud posible parece ser el **escepticismo** puesto que, si aceptamos los argumentos del enfoque sociológico, todo nuestro conocimiento está mediado necesariamente por las estructuras socioculturales e históricas que nos rodean; no hay ninguna forma en la que podamos trascender las circunstancias sociales y conocer el mundo tal y como es.

Como puede verse fácilmente, relativismo, instrumentalismo y escepticismo se sitúan en el extremo contrario a una filosofía basada en presupuestos realistas. Lo que queda por ver es si la noción de inconmensurabilidad es tan clara como pudiese parecer a primera vista, si es, de hecho, irreconciliable con el realismo científico y, si lo es, si la única salida posible es adoptar una postura relativista, instrumentalista o escéptica con respecto al conocimiento científico. La presente Tesis tratará de contribuir a la aclaración de este importante problema.

En este sentido, en la primera parte, fundamentalmente expositiva, se analiza la noción de inconmensurabilidad en la filosofía de la ciencia de T.S. Kuhn y P.K. Feyerabend (capítulos 1 y 3), así como el intento de solución que aporta el programa estructuralista a través de la noción de reducción interteórica (capítulo 4). La inconmensurabilidad representa un grave problema para todos aquellos enfoques de la ciencia que conciben a ésta como una empresa racional. No obstante, tradicionalmente se ha pensado que, si desde algún punto de vista se puede admitir la inconmensurabilidad, es desde un punto de vista instrumentalista o anti-realista, pero nunca desde una actitud realista. Pero en el capítulo 5 se muestra que el realismo en ciencia ha sufrido una evolución y ha llegado a un punto, el quasi-realismo, postura que se adopta en esta Tesis, desde el cual la inconmensurabilidad es perfectamente admisible. En el capítulo 2 se ha querido rendir un modesto homenaje a Ludwik Fleck, analizando su epistemología y comparándola con la de Kuhn, para mostrar la modernidad de las ideas de este autor injustamente olvidado hasta hace poco tiempo.

En la segunda parte se lleva a cabo una comparación de dos pares de teorías científicas, la astronomía ptolemaica y la copernicana, por un lado (capítulo 6), y la mecánica clásica y la mecánica relativista por otro (capítulo 7), tras la que

se concluye que ambas son inconmensurables entre sí. Por último, en el capítulo 8, se muestra cómo desde el punto de vista quasi-realista se puede admitir la inconmensurabilidad sin renunciar por ello a concebir la ciencia como una empresa racional.

PRIMERA PARTE

**ANÁLISIS FILOSÓFICO DEL PROBLEMA
DE LA INCONMENSURABILIDAD**

**CAPÍTULO 1. EL CONCEPTO DE INCOMMENSURABILIDAD EN
T.S. KUHN.**

1. LA FILOSOFÍA GENERAL DE LA CIENCIA DE T.S. KUHN.

Las nociones alrededor de las cuales gira toda la epistemología kuhniana son las siguientes: *comunidad científica, paradigma, ciencia normal, crisis y revolución científica*. La ciencia desarrollada por una comunidad científica pasa primero por un periodo preparadigmático que desemboca en un periodo de ciencia normal en el que todos los miembros de la comunidad comparten el mismo paradigma. En una fase posterior, el paradigma compartido se muestra incapaz de cumplir las expectativas de los científicos, de forma que se entra en un periodo de crisis cuya resolución, probablemente, constituirá una revolución científica en la que un nuevo paradigma se impone a la comunidad, entrando de nuevo en un periodo de ciencia normal.

Detengámonos ahora en cada una de las nociones mencionadas. Una comunidad científica está compuesta por un grupo de individuos que comparten un amplio abanico de creencias, actitudes, procedimientos y técnicas, de forma que llevan a cabo su actividad científica en un ámbito de común acuerdo acerca de qué tipo de problemas merece la pena resolver y qué tipo de soluciones es lícito aceptar. En el periodo llamado por Kuhn pre-paradigmático no hay una comunidad científica única articulada en torno a un único núcleo de creencias compartidas. Lo que existe es un conjunto de escuelas, cada una de las cuales formada por un pequeño número de seguidores, que compiten entre sí para imponer sus conceptos y sus soluciones a los problemas que se considera que hay que resolver. En el periodo de ciencia normal, las concepciones de una de esas escuelas ha logrado imponerse sobre las demás, gracias, probablemente, a un éxito imprevisto a la hora de solucionar un problema. En este periodo se da una fuerte dosis de acuerdo, tanto en el marco de las afirmaciones teóricas como en el de los problemas prácticos. En una palabra, los miembros de una

comunidad científica en el periodo de ciencia normal comparten el mismo paradigma.

La noción de paradigma ha sido la más problemática, por ambigua, de todas las utilizadas por Kuhn en su análisis de las teorías científicas. Ya en las primeras páginas de (1962), Kuhn mismo reconoce que quizás el término 'paradigma' no sea el más adecuado para lo que él se propone:

"En su uso establecido, un paradigma es un modelo o patrón aceptado y ese aspecto de su significado me ha permitido apropiarme la palabra 'paradigma', a falta de otro término mejor; pronto veremos claramente que el sentido de 'modelo' o 'patrón', que permiten la apropiación, no es enteramente el usual para definir 'paradigma'."⁹

A lo largo de toda la obra, la noción de paradigma adolece de una vaguedad tal que permitió a Margaret Masterman en su *Growth of Knowledge* distinguir veintidós usos diferentes del término. Por ello, en el Poscript de 1969, Kuhn intenta precisar más estrechamente qué entiende por paradigma. Comienza por reconocer dos sentidos diferentes en los que se usa el término: uno sociológico que "pasa por la completa constelación de creencias, valores y técnicas, y así sucesivamente, compartidos por una comunidad dada"¹⁰ y otro que "denota una especie de elemento en tal constelación, las soluciones-enigmas concretas"¹¹ que actúan como modelos o ejemplos de solución de problemas. Para el primer sentido de paradigma, Kuhn decide adoptar el término más apropiado de 'matriz disciplinar':

"'disciplinar' porque se refiere a la posesión común de los practicantes de una disciplina particular; 'matriz' porque está compuesta de elementos ordenados de varios tipos, cada uno de los cuales requiere de una especificación posterior."¹¹

Los elementos ordenados, a los que hace referencia Kuhn en esta cita, y que componen la matriz disciplinar son los siguientes:

- **Generalizaciones simbólicas:** expresiones básicas, teóricas y formales, o fácilmente formalizables, de aceptación general. Estas afirmaciones actúan a veces como leyes de la naturaleza y otras veces como definiciones de algunos de los símbolos teóricos. En todo caso, se muestran como leyes-esquema que adoptan distintas formas según las distintas aplicaciones. Un ejemplo de generalización simbólica es la segunda ley de Newton $f = m \cdot a$ que, para el caso de la caída libre se convierte en $mg = m (d^2s/dt^2)$, y en $mg \text{ sen}\theta = -m (d^2\theta/dt^2)$ para el caso del péndulo simple, y así la fórmula origen se va haciendo más compleja a medida que se van haciendo también más complejas las situaciones a las que debe aplicarse.
- **Principios metafísicos:** creencias en modelos particulares, relativamente heurísticos, que proporcionan al grupo las analogías o metáforas permisibles y ayudan a determinar lo que será aceptado tanto como una explicación o como una solución.
- **Valores:** por regla general son compartidos por más de una comunidad y aunque funcionan en todo momento, alcanzan una mayor importancia cuando los científicos se ven obligados a elegir entre dos o más paradigmas en competencia. Los valores que normalmente se tienen en cuenta para calificar una teoría son los siguientes: precisión, consistencia, alcance, simplicidad y fertilidad.
- **Ejemplares:** son los problemas-soluciones concretos que los estudiantes de una disciplina encuentran ya desde el inicio de su formación científica y que constituyen la tarea central de los científicos durante el periodo de ciencia normal. Este es el segundo sentido de 'para-

digma' al que nos referíamos más arriba: paradigma como el conjunto de ejemplares compartidos. Estos constituyen el segundo sentido que Kuhn le da al término 'paradigma'.

Cuando un paradigma logra imponerse sobre los demás es porque ha tenido más éxito que sus competidores para resolver unos cuantos problemas que se consideran graves. Pero tener un mayor éxito no quiere decir tener un éxito completo.

"El éxito de un paradigma (...) es al principio, en gran parte, una promesa de éxito discernible en ejemplos seleccionados y todavía incompletos."¹²

En este sentido, es necesario realizar una serie de operaciones de limpieza encaminadas a determinar qué es lo que constituye realmente un problema. En esto consiste casi exclusivamente la ciencia normal. La ciencia normal es, pues, una empresa solucionadora de los enigmas o rompecabezas que plantea el paradigma y que ponen a prueba el ingenio y la habilidad del científico para salir con éxito de la prueba.

"(...)Esa empresa parece ser un intento de obligar a la naturaleza a que encaje dentro de los límites preestablecidos y relativamente inflexibles que proporciona el paradigma. Ninguna parte del objetivo de la ciencia normal está encaminada a provocar nuevos tipos de fenómenos; en realidad, a los fenómenos que no encajarían dentro de los límites mencionados, frecuentemente ni siquiera se los ve."¹³

Durante este tipo de operaciones de resolución de enigmas aparecen ciertos problemas que se resisten a encajar en las soluciones propuestas. La primera reacción por parte de los miembros del grupo es apartarlos, ponerlos entre paréntesis, en espera de una mayor articulación del paradigma que les permita encontrar una explicación aceptable. Si la resistencia de estos problemas a adaptarse a los cánones de solución proporcionados por el paradigma persiste, ya no se les considera como simples problemas, sino como **anomalías**. Si el número de anomalías crece, la confianza de la comunidad científica en la capacidad del paradigma para explicar el comporta-

miento de la naturaleza se resquebraja. Surge un periodo de crisis en el que se producen intentos de articulación de nuevas estructuras teóricas que sean capaces de acabar con las dificultades. A veces, este periodo de crisis se resuelve a través de ciertas modificaciones en la estructura teórica vigente. Pero lo usual en estos casos es que aparezca un nuevo paradigma que consiga eliminar las anomalías que han provocado la crisis y que se imponga al hasta entonces paradigma aceptado. La sustitución de un paradigma por otro es a lo que Kuhn llama una **revolución científica**.

Pero una revolución científica significa algo más que un mero cambio de paradigma. La transición entre dos paradigmas implica un cambio en la visión del mundo, que puede interpretarse no sólo como un cambio de creencias y/o actitudes básicas, es decir, de los supuestos teóricos, sino también como un cambio en las creencias más profundas (por ejemplo, la desconfianza en la interpretación mecánica cuántica de la variable oculta, o lo que es lo mismo, el rechazo de la idea de que hay variables que el científico no conoce, y que es esto lo que nos hace hablar de la naturaleza en términos estadísticos, obliga a abandonar la visión determinista clásica de la naturaleza). Kuhn sugiere que el científico que abraza un nuevo paradigma ve el mundo de manera diferente a como lo veía anteriormente, donde "ver" no se refiere sólo a cómo concebimos el mundo, sino también a como lo percibimos visualmente: en primer lugar afectará a la manera en que describimos los objetos de la experiencia visual, y en segundo lugar, afectará al hecho de dónde y cómo buscamos las cosas. El cambio asociado a un cambio de paradigma es conectado por Kuhn al cambio de actitud de un observador que, tras haber visto un pato en el famoso dibujo del pato-conejo, descubre un conejo.

La evolución de la ciencia a través de la sucesión de periodos de ciencia normal, periodos de crisis y revoluciones

científicas no puede ser ya concebido como un proceso continuo y acumulativo, sino discontinuo, de forma que los conocimientos aportados por el nuevo paradigma no sustituyen a la ignorancia o a un conocimiento menor o menos adecuado, como sería el caso de un desarrollo acumulativo, sino que reemplazan a conocimientos totalmente distintos e incompatibles:

"(...) las revoluciones científicas se consiedran aquí como aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en que un antiguo paradigma es reemplazado, completamente o en parte, por otro nuevo o incompatible."¹⁴

El único progreso acumulativo se da en la ciencia normal:

"La ciencia normal (...) es una empresa altamente acumulativa que ha tenido un éxito eminente en su objetivo, la extensión continua del alcance y la precisión de los conocimientos científicos."¹⁵

Pero dos periodos sucesivos de ciencia normal son inconmensurables entre sí. Y esto, como puede suponerse, plantea un grave problema: ¿qué criterios deben seguirse para elegir de una forma no arbitraria uno de dos paradigmas para los que no existen principios de comparación comunes? Como el propio Kuhn afirma:

"(...) la elección de paradigma no puede resolverse nunca de manera inequívoca sólo mediante la lógica y la experimentación (...)"¹⁶ y

"la competencia entre paradigmas no es el tipo de batalla que pueda resolverse por medio de pruebas."¹⁷

No existe, pues, ningún algoritmo válido para la elección de paradigmas, de manera que el único criterio válido es la decisión del grupo científico.

"Los debates en torno a la elección de una teoría no pueden ser calculados en una forma tal que se parezcan totalmente a una prueba lógica o matemática."¹⁸

"No hay algoritmos neutros para la elección de teorías; ningún procedimiento de decisión sistemático, aplicado con propiedad, puede conducir a todo individuo del grupo a una misma decisión."¹⁹

La ausencia de tales algoritmos proviene, en la filosofía kuhniana, del rechazo de un lenguaje observacional neutro al que se pueda reducir cualquier tipo de lenguaje teórico y que se erija como el criterio último de elección de teorías:

"Si, como ya hemos señalado, no puede haber ningún sistema de lenguaje o de conceptos que sea científica o empíricamente neutro, la construcción propuesta de pruebas y teorías alternativas deberá proceder de alguna tradición basada en un paradigma."²⁰

De esta forma, los miembros de la comunidad científica partidaria de un paradigma argumenta desde los presupuestos de éste para tratar de *persuadir* a los miembros de la comunidad proponente del paradigma rival; "(...) el *status* del argumento circular es sólo el de la persuasión."²¹ Estos argumentos, no obstante, no son irracionales, apelan a los valores mencionados más arriba (precisión, consistencia, alcance, simplicidad y fertilidad) que, junto con otros que Kuhn no especifica, constituyen para él la base compartida de una elección de teoría y "(...) funcionan no como reglas, que determinan decisiones a tomar, sino como valores que influyen en éstas."²²

El problema que surge aquí consiste en que las partes de una disputa pueden convenir en que la simplicidad sea un rasgo necesario para considerar buena una teoría, pero, sin embargo, no convenir en cuál de las dos teorías en competencia es más simple. Es decir, aunque haya acuerdo a la hora de determinar los factores, puede haber discrepancias acerca de cómo se aplican en un caso dado, o acerca del peso relativo que ha de conferirse a cada uno de ellos. Pero estos factores no tienen en ningún caso carácter probatorio, es decir, una teoría que se adapte a todos ellos no tiene pruebas, demostrativamente, de que sea la mejor. Para Kuhn, la fuerza de la apelación a estos factores reside únicamente en su aceptación general por el grupo científico.

2. INCOMMENSURABILIDAD.

Si el concepto de paradigma que Kuhn emplea es ambiguo, el concepto de inconmensurabilidad no resulta mucho más claro. Por lo que se refiere a los dos escritos donde Kuhn trata más explícitamente esta noción (1962) y (1970), hemos podido diferenciar tres sentidos diferentes, aunque quizás complementarios, del término:

- incompatibilidad lógica,
- incompatibilidad semántica, e
- incompatibilidad en las concepciones del mundo y de la ciencia (inconmensurabilidad ontológica).

Para que un paradigma sea aceptado como sustituto de cualquier otro debe parecer mejor que sus competidores inmediatos. Para ello no necesita explicar, y en efecto nunca lo hace todos los hechos que se confrontan con él. Este "ser mejor", como hemos visto, se basa en la valoración conjunta de una serie de factores entre los cuales se podría destacar, además de la consistencia interna, la fertilidad o capacidad predictiva. A este respecto dice Kuhn que

"(...) la nueva teoría que tenga éxito deberá permitir ciertas predicciones que sean diferentes de las derivadas de su predecesora. Esta diferencia podría no presentarse si las dos teorías fueran lógicamente compatibles."²³

La mecánica clásica y la relativista

"son fundamentalmente incompatibles en el sentido ilustrado por la relación de la astronomía de Copérnico con la de Tolomeo; sólo puede aceptarse la teoría de Einstein reconociendo que la de Newton estaba equivocada."²⁴

Kuhn no aclara cómo hay que entender la expresión de que una teoría está equivocada.

El segundo sentido de inconmensurabilidad como incompatibilidad semántica se refiere al cambio de significado que sufren

los conceptos teóricos básicos de un paradigma al ser éste sustituido por otro que, no obstante, continúa utilizando el mismo vocabulario para expresarlos. Cuando un paradigma sustituye a otro, se produce un rechazo de presupuestos teóricos, de leyes y resultados anteriores, y los que no son rechazados se reinterpretan o modifican, adquiriendo un nuevo significado empírico. La asimilación del nuevo paradigma requiere una reconstrucción del anterior y la reevaluación de hechos anteriores. La confusión surge al mantener los mismos términos, aun cuando esta reevaluación haya supuesto un cambio de significado:

"En la transición de una teoría a otra, las palabras cambian sus significados o condiciones de aplicabilidad de forma sutil."²⁵

Para que éste cambio de significado tenga lugar no es necesario redefinir los términos, del mismo modo que Einstein no tuvo que inventar o redefinir explícitamente los conceptos de espacio y tiempo para darles, dentro del contexto de su trabajo, un nuevo significado. Así pues, la comunicación entre dos individuos que se encuentren a ambos lados de una frontera delimitada por una revolución científica es, inevitablemente parcial:

"(...) los hombres que sostienen puntos de vista incommensurables, deben ser considerados como miembros de comunidades lingüísticas diferentes y sus problemas de comunicación deben ser analizados como problemas de traducción."²⁶

(En la siguiente sección ahondaremos en la problemática de la traducción). No obstante, estos problemas, aun cuando en el momento de la comunicación se hagan evidentes, no son meramente lingüísticos. Cada una de las revoluciones científicas que han tenido lugar ha necesitado el rechazo por parte de la comunidad del paradigma que hasta entonces estaba vigente, para adoptar otro incompatible con él. Con el cambio de paradigma se produce el consiguiente cambio en los problemas que requieren análisis científico, en las normas que determinan

qué debe considerarse como problema admisible y qué como solución legítima, y en la actividad científica cotidiana de forma que se puede asimilar a una transformación del mundo en el que se lleva a cabo esta actividad. Es decir, el nuevo paradigma implica también un cambio en las reglas que regían la práctica anterior de la ciencia normal. Como resultado de ello, la recepción de un nuevo paradigma generalmente hace necesaria una redefinición de la ciencia correspondiente:

"La asimilación de un hecho de tipo nuevo exige un ajuste más que aditivo de la teoría y en tanto que no se ha llevado a cabo ese ajuste -hasta que la ciencia no aprende a ver la naturaleza de manera diferente-, el nuevo hecho no es completamente científico."²⁷

Pero los paradigmas no sólo se relacionan con la ciencia que los produjo, sino también con el mundo al que se aplican, y las profundas diferencias que separan unos paradigmas de otros no se refieren simplemente a los nombres o al lenguaje, sino igual e inseparablemente a la naturaleza. Dos paradigmas sucesivos e inconmensurables nos dicen diferentes cosas acerca de los objetos que pueblan el universo y acerca del comportamiento de dichos objetos. Según el paradigma que uno mantenga, así clasificará los fenómenos, así verá uno el mundo y así interpretará los datos. En este sentido, insiste Kuhn en que los miembros de comunidades científicas rivales viven en mundos diferentes. Por supuesto, esta expresión no puede entenderse literalmente. No es que el mundo *real* sea distinto para ambos grupos:

"Sea lo que fuere lo que pueda ver el científico después de una revolución, está mirando aún el mismo mundo."²⁸

Lo que ocurre es que a los miembros de comunidades diferentes se les presentan datos distintos a través de los mismos estímulos. Lo cual no impide, como afirma Kuhn en (1977), que se hagan impropias expresiones como 'vivir en mundos diferentes', pues "el mundo dado, sea el cotidiano o sea el científico, no es un mundo de estímulos."²⁹

Por tanto, la elección entre paradigmas en competencia resulta, también, una elección entre modos incompatibles de vida de la comunidad.

Para terminar esta exposición de lo que entiende Kuhn por inconmensurabilidad, y a modo de resumen, citaremos uno de sus textos más significativos sobre el problema:

"Estos ejemplos señalan hacia el tercero y más fundamental de los aspectos de la inconmensurabilidad de los paradigmas en competencia. En un sentido que soy incapaz de explicar de manera más completa, quienes proponen los paradigmas en competencia practican sus profesiones en mundos diferentes. (...) Al practicar sus profesiones en mundos diferentes, los dos grupos de científicos ven cosas diferentes cuando miran en la misma dirección desde el mismo punto. Nuevamente, esto no quiere decir que puedan ver lo que deseen. Ambos miran al mundo y aquello a lo que miran no ha cambiado. Pero, en ciertos campos, ven cosas diferentes y las ven en relaciones distintas unas con otras. (...) Por eso, asimismo, antes de que puedan esperar comunicarse plenamente, un grupo o el otro debe experimentar la conversión que hemos estado llamando cambio de paradigma. Precisamente porque es una transición entre inconmensurables, la transición entre paradigmas en competencia no puede llevarse a cabo paso a paso, forzada por la lógica o la experiencia neutral. Como el cambio de forma (Gestalt), debe tener lugar de una sola vez (aunque no necesariamente en un instante) o no ocurrir en absoluto."³⁰

En estas situaciones en las que la comunicación entre dos grupos de individuos que mantienen paradigmas inconmensurables queda interrumpida, el único recurso que contempla Kuhn es el de un intento de traducción mutua no sólo de las expresiones lingüísticas, sino de los presupuestos más básicos que componen los paradigmas. Este recurso será analizado en la siguiente sección.

3. RECURSO A LA TRADUCCION COMO SOLUCION AL PROBLEMA DE LA INCONMEN SURABILIDAD.

Los críticos de Kuhn han puesto de manifiesto que el hecho de la inconmensurabilidad no puede tomarse literalmente desde el momento que hay individuos que asumen paradigmas y concepciones del mundo diferentes y, sin embargo, es posible una comunicación entre ellos. Kuhn es consciente de este hecho pero

opina que sus críticos dan un salto ilícito entre la existencia observada de tal comunicación, que Kuhn mismo ha subrayado, y la conclusión de que, puesto que se da la comunicación, ésta tiene lugar de una forma no problemática.

Los científicos rivales que intentan comunicarse tienen la ventaja de que la mayoría de los signos utilizados en ambos lenguajes son idénticos o muy semejantes, que la mayoría de las funciones son las mismas y que donde la función ha cambiado hay razones para conservar el mismo signo. Pero estas ventajas son, al mismo tiempo, y en otro sentido, inconvenientes, pues facilitan el hecho de que se puedan ignorar los cambios funcionales, que hubieran sido patentes si hubieran ido acompañados por un cambio de signos. Una de las cosas de las que depende la práctica de la ciencia normal es la habilidad aprendida para agrupar objetos y situaciones en 'clases de semejanza' que son primitivas en el sentido de que no es necesario responder a la pregunta ¿similar con respecto a qué? Un aspecto de las revoluciones es que algunas de las relaciones de semejanza cambian. Objetos que estaban agrupados antes en la misma clase se encuentran agrupados en diferentes clases después, y viceversa. Pero los nombres de las clases son generalmente conservados. No obstante, estos cambios pueden afectar crucialmente a la red de interrelaciones entre clases. Cuando ocurre una tal redistribución de objetos en clases de semejanza, puede ocurrir que dos individuos cuyos discursos habían transcurrido en un acuerdo aparentemente completo se descubran a sí mismos dando respuestas incompatibles a los mismos estímulos. En este momento, no se puede tener la seguridad de que ambos hombres poseen los mismos datos; ven las mismas cosas, pero las identifican o las interpretan de forma diferente. Pero, dado que los sujetos implicados comparten una misma historia (excepto el pasado inmediato), un mismo lenguaje materno, un mismo mundo cotidiano y un mismo mundo científico, cabe esperar, so pena de caer en un solipsismo, que los estímulos a los que ambos responden

son los mismos. Así pues, atendiendo a lo que comparten, pueden averiguar mucho sobre lo que discrepan.

Los individuos que experimentan una ruptura de la comunicación pueden descubrir por medio de experimentos el área en la que ocurre la ruptura. A menudo, ésta implicará una serie de términos que ambos utilizan en su contexto teórico sin problemas (en el sentido de que forman parte de un vocabulario teórico básico que no mueve a discusión y que no precisa de explicación), pero que cada uno de ellos puede ver que el otro utiliza de forma que con ellos se refieren a la naturaleza de forma distinta. Al descubrir que en el caso de una discusión entre grupos, estos términos dan lugar a dificultades especiales, los individuos siempre pueden recurrir al vocabulario cotidiano en un ulterior intento de resolver sus problemas, tratando de representarse qué es lo que el otro vería o diría ante un estímulo al que él hubiera respondido de una forma determinada. Lo que encuentran así los participantes en una discusión interrumpida es una manera de traducir la otra teoría a su propio lenguaje y, simultáneamente, de describir el mundo al que esa teoría y ese lenguaje se aplica. Sin estos pasos en esta dirección, no habría un proceso que se pudiera identificar como progreso científico.³²

La comunicación que puede tener lugar entre los defensores de paradigmas en competencia es semejante a la que se daría entre individuos con lenguajes maternos diferentes, como pueden ser el Inglés y el Castellano. No obstante, Kuhn reconoce que las dificultades de aprender un segundo lenguaje son diferentes de las que presenta la traducción. Intentar aprender un lenguaje a través de la traducción literal de éste al idioma materno, presenta graves problemas.³³ Si se intenta mantener a toda costa los matices de una traducción literal, llegará un momento en que la comunicación se romperá de la misma forma que si no se comprendiera en absoluto el idioma en cuestión. La traducción exacta envuelve siempre compromisos que

alteran la comunicación y sólo el traductor debe decidir qué alteraciones son aceptables y cuáles no. Este hecho puede desembocar, como concluye Quine, en la traducción de una expresión que sea claramente contraria en valor de verdad a la expresión traducida. Esto mismo se puede aplicar a la posible traducción entre los lenguajes de dos paradigmas inconmensurables. En primer lugar, hay que tener en cuenta que para que alguien pueda llevar a cabo una traducción debe conocer los dos idiomas en cuestión, es decir, un científico que pretenda traducir el lenguaje de la Química del siglo XVIII al lenguaje de la Química del siglo XX, por ejemplo, debe conocer de antemano ambos lenguajes. Suponiendo que el lenguaje de la Química del siglo XX sea su idioma materno, debe haber *aprendido* el idioma de la Química del XVIII y, como dice Kuhn, aprender una lengua no es lo mismo que traducir de ella a la propia. Tener éxito en la primera tarea no implica necesariamente obtener éxito también en la segunda. Por otro lado, toda traducción lleva consigo un cierto grado de interpretación y, en el caso de una posible traducción entre los lenguajes de dos teorías inconmensurables, la interpretación se hace desde presupuestos, tanto teóricos y semánticos como ontológicos, completamente distintos, con lo cual, el resultado de la traducción puede continuar siendo inconmensurable con el idioma traducido. Las mismas dificultades se plantearían en el caso de que existiera un lenguaje neutral al cual pudieran ser traducidos los lenguajes de las dos teorías inconmensurables (lenguaje cuya existencia Kuhn niega explícitamente). De esta forma, el método más seguro de comunicación entre dos individuos con idiomas maternos diferentes, o entre dos científicos partidarios de paradigmas inconmensurables, es que uno de los dos aprenda el idioma del otro y lo hable directamente, sin tratar primero de traducir las expresiones de su lengua materna a las expresiones que el otro utilizaría en las mismas circunstancias.

Ante este hecho, Kuhn reconoce que la referencia a la traducción sólo aísla, pero no resuelve los problemas que se plantean al hablar de inconmensurabilidad y de elección entre teorías inconmensurables. El problema de la comparación de teorías, pues, reaparece.

4. CONCLUSIONES.

¿Qué es, pues, la inconmensurabilidad? ¿Es el término 'inconmensurabilidad' sinónimo de incompatibilidad?. ¿Y de incomparabilidad?.

En el caso de Kuhn, hay incompatibilidad en el caso de la inconmensurabilidad lógica y de la inconmensurabilidad semántica. Pero esto no significa que haya una total incomparabilidad entre teorías inconmensurables. Lo único que Kuhn niega es la posibilidad de una comparación 'punto-por-punto' de este tipo de teorías.

Con las revoluciones científicas no sólo cambian las estructuras lógico-matemáticas de las teorías y las estructuras lingüísticas de las mismas, sino también los compromisos cognoscitivos de sus partidarios y el mundo al que éstos se aplican. Y del cambio de las dos primeras se deriva inevitablemente el cambio de los segundos. En efecto, de las premisas más básicas sobre cómo está estructurado el mundo cotidiano en el que vive el hombre de ciencia y el mundo científico en el que trabaja depende el idioma que se utilice después para intentar describirlo y para expresar las reglas que lo rigen. Pongamos un ejemplo. Un newtoniano concibe el universo como un espacio plano de tres dimensiones en el que la masa es invariable; un einsteiniano, por su lado, lo concibe como una estructura espaciotemporal curva de cuatro dimensiones, donde la masa ya no es invariable, sino que la única magnitud invariable es la velocidad de la luz. Es claro que los respectivos sistemas lógico-matemáticos y lingüísticos

que dan lugar a estas premisas tan diferentes serán inconmensurables. (Hay que resaltar aquí la semejanza que la incompatibilidad lógica en el sentido de Kuhn guarda con la por Feyerabend llamada 'separación deductiva' de las teorías [ver capítulo siguiente]).

Una comparación punto-por-punto de dos teorías sucesivas exigiría un lenguaje mediante el cual pudieran expresarse las consecuencias empíricas de ambas teorías sin pérdidas o cambios. Idealmente, el vocabulario de tal lenguaje consistiría en términos de puros *sense-data* más conectivas sintácticas. Hace ya tiempo se perdió la esperanza de alcanzar tal ideal. No obstante, algunos filósofos de la ciencia continúan presuponiendo que las teorías pueden ser comparadas recurriendo a un vocabulario básico compuesto totalmente por términos observacionales, que están conectados de forma aporosa con la naturaleza (y en ese sentido, son independientes de la teoría), y por términos teóricos, que se definen por relación a los anteriores. Pero Kuhn (y Feyerabend) afirma que tampoco existe tal lenguaje. En la transición de una teoría a otra, las palabras cambian su significado y sus condiciones de aplicación de forma sutil pero insoslayable. Kuhn habla de la posibilidad de traducción entre ambos lenguajes. No obstante, este recurso a la traducción no está, como hemos visto, exento de problemas. Si los proponentes de dos paradigmas rivales son capaces de establecer una comunicación (aunque inevitablemente parcial), es más bien porque aprenden a hablar en el idioma del paradigma rival (el aprendizaje de un idioma no tiene por qué estar ligado a la traducción). En efecto, las concepciones del mundo no se pueden traducir; el einsteiniano le puede decir al newtoniano: "lo que usted llama espacio tridimensional plano, yo lo llamo espacio-tiempo tetradimensional curvo, pero la estructura del mundo es una estructura espaciotemporal curva". Desde luego, no puede decirse que la expresión 'espacio tetradimensional curvo' traduce la expresión 'espacio tridimensional plano'. Lo que ocurre es que el

einsteiniano aprende el 'idioma' newtoniano, aprende bajo qué circunstancias el newtoniano *usa* ciertas expresiones y reconoce qué expresiones *usa* él en similares circunstancias. Esto no quiere decir que ambas expresiones *signifiquen lo mismo* (a menos que uno admita explícitamente que el significado de un término *consiste* en su uso, y aun en este caso, habría que analizar si las expresiones mencionadas se usan en ambas teorías de la misma forma; si no es así, su significado sería distinto).

Pero la imposibilidad de una comparabilidad punto-por-punto no implica una total incomparabilidad entre dos teorías inconmensurables. Este punto es ciertamente oscuro en la epistemología de Kuhn. Para escapar a las acusaciones de irracionalismo que se lanzan contra él, Kuhn admite que aunque dos teorías sean inconmensurables, siempre hay 'buenas razones' que conducen a la elección de una de ellas en detrimento de la otra.

"Para sir Karl y su escuela, no menos que para Carnap y Reichenbach, los cánones de racionalidad se derivan exclusivamente de los de la sintaxis lógica y lingüística, Paul Feyerabend proporciona la excepción que confirma la regla. Negando la existencia de un vocabulario adecuado para informes observacionales neutrales, concluye la intrínseca irracionalidad de la elección de teorías.

Esta conclusión es seguramente pickwickiana. (...) Se puede negar, como hacemos Feyerabend y yo, la existencia de un lenguaje de observación compartido en su totalidad por dos teorías y todavía esperar conservar buenas razones para elegir entre ellas."³⁴

Estas 'buenas razones' son los cánones habituales de comparación (alcance, simplicidad, precisión, fertilidad). Pero el problema radica en que también estos cánones dependen de la visión del mundo: la mecánica clásica tiene un menor alcance; por ejemplo, no nos permite hacer predicciones acerca de lo que le ocurrirá a un frente ondulatorio en expansión desde un punto del espacio-tiempo cilíndrico, pero es que en la concepción del mundo de la mecánica clásica este fenómeno simplemente *no existe*, pues no existe tal espaciotiempo cilín-

drico. Así pues, científicos partidarios de paradigmas rivales que compartan dichos cánones pueden, no obstante, hacer diferentes elecciones en la misma situación concreta. En primer lugar, en ciertas situaciones, diferentes valores, aun siendo ambos 'buenas razones', pueden conducir a conclusiones diferentes (por ejemplo, una teoría es más simple, pero la otra es más precisa). En este caso de conflicto de valores juega un papel decisivo el peso atribuido a cada uno de ellos. En segundo lugar, aunque los científicos rivales compartan estos valores, pueden aplicarlos de forma diferente. Simplicidad, alcance, fertilidad e, incluso, precisión pueden ser juzgados diferentemente (lo cual no quiere decir arbitrariamente) por gente distinta. Así, los científicos pueden diferir en sus conclusiones sin violar ninguna de las reglas aceptadas. En última instancia es el grupo científico el que decide:

"(...) tómesese un *grupo* de la gente más capaz disponible con la motivación más apropiada; entréneseles en alguna ciencia y en las especialidades relevantes para la elección en cuestión; empáseles con el sistema de valores, la ideología, actual en su disciplina (y en gran medida también en otros campos científicos); y, finalmente, *dejémosles tomar la decisión*, (...). Sea lo que sea el progreso científico, podemos dar razón de él examinando la naturaleza del grupo científico, descubriendo qué es lo que valora, qué es lo que tolera, y qué es lo que desprecia."³⁵

Así pues, ante dos teorías inconmensurables, el grupo científico elige una de ellas de acuerdo con las 'buenas razones' que representan los valores admitidos de comparación. Dos teorías inconmensurables no son, pues, incomparables. La elección entre ellas no es irracional. Pero no está nada claro, en el sistema de Kuhn, a qué otras 'buenas razones' puede recurrir el grupo científico, en caso de que haya un conflicto de valores, para que la elección siga siendo una elección racional.

Por último, a la pregunta ¿por qué puede decirse, en lo que respecta al progreso científico, que una teoría es *mejor* que su predecesora? Kuhn ofrece una respuesta con un cierto aire

instrumentalista: decir que una teoría es mejor no significa que sea una representación más precisa de la naturaleza, de 'lo que realmente está ahí', sino que "la última teoría es la mejor de las dos como un instrumento para la práctica de la ciencia normal(...)"⁹⁵

**CAPÍTULO 2. LA ANTICIPACIÓN DE LAS IDEAS KUHNIANAS
POR LUDWIK FLECK.**

1. INTRODUCCIÓN.

El libro *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache (Génesis y Desarrollo de un Hecho Científico)*, escrito por el microbiólogo polaco Ludwik Fleck a principios de los años treinta y que permaneció prácticamente desconocido durante un largo periodo, es considerado hoy como un importante pionero en la epistemología y en la sociología de la ciencia. Fleck fue el primero en desarrollar con detalle el punto de vista de que los hechos de la ciencia natural no se derivan automáticamente de la observación de la naturaleza, sino que son socialmente contruidos y, como tal, dependientes del contexto sociocultural e histórico. La teoría del conocimiento científico debe estudiar lo que la ciencia actualmente es y esto significa estudiar los procesos históricos, los modos de pensamiento, los usos lingüísticos, las organizaciones y las instituciones sociales, las cadenas de colaboración dentro de la comunidad científica y las relaciones de ésta con el resto de la sociedad, y cómo todos estos factores influyen en los 'descubrimientos', 'verdades' y 'hechos' de la ciencia. Para Fleck la epistemología

"debe tener en cuenta fundamentalmente y en detalle la naturaleza social del pensamiento y el conocimiento.

Consecuentemente debe incluir métodos psicológicos, sociológicos e históricos. Su objeto será la totalidad de la vida cognitiva, su organización, fluctuaciones en el tiempo y características de desarrollo, rasgos locales, propiedades de sus distintas formas; tendrá puntos de contacto con la economía, la tecnología (...) el arte e incluso la política. Finalmente, tendrá en cuenta la mitología y la psiquiatría."³⁷

La ignorancia de las aportaciones de Fleck por parte de los círculos filosóficos de su tiempo (puesto que en el ambiente médico era muy apreciado) puede ser descrita como un caso de "represión" psicológica y social y, por ello, como un claro ejemplo de su propia teoría. La preponderancia del enfoque positivista propuesto por el Círculo de Viena y las circunstancias históricas que rodeaban el surgimiento y auge del Na-

cionalsocialismo no constituían el contexto cultural más idóneo para que la idea de la ciencia antipositivista de un médico polaco, que además era judío, tuviera ni siquiera posibilidades de ser tomada en cuenta.³⁹

La obra de Fleck, injustamente olvidada hasta entonces, comenzó a cobrar importancia a raíz de la mención que Thomas S. Kuhn hace de ella en el Prefacio de su *Estructura de las Revoluciones Científicas*, publicada en 1962. Aquí Kuhn reconoce que muchas de sus propias ideas son anticipadas por la monografía de Fleck antes citada, a la que descubrió casualmente a fines de 1949 o principios de 1950. Afirma Kuhn que *La Génesis y el Desarrollo de un Hecho Científico* le hizo comprender "que esas ideas podían necesitar ser establecidas en la sociología de la comunidad científica"⁴⁰ y que está en deuda con ella en muchos más aspectos de los que es capaz de evaluar o recordar. Esta es la única mención, junto con la que consta en su prólogo a la traducción inglesa de la monografía de Fleck (1976), que Kuhn hace de la misma, y en ninguna queda precisada la influencia real que el enfoque epistemológico de Fleck ha podido ejercer sobre su filosofía de la ciencia.

Por esta razón, he considerado oportuno realizar un estudio comparativo de ambos autores con el fin de determinar hasta qué punto se puede considerar a Fleck como antecedente epistemológico de Kuhn.

2. LUDWIK FLECK: VIDA Y OBRA.

Ludwik Fleck nació en Lwów el 11 de julio de 1896 en el seno de una familia de clase media. En 1914 se graduó en el *Lyceum* polaco e ingresó en la Universidad Jan Kasimierz para estudiar medicina, estudios que completó, después de una interrupción para realizar el servicio militar, obteniendo el grado de médico general. En esta universidad ejerció como asistente entre 1921 y 1923, año en que abandona las tareas universitarias hasta 1939. Durante este periodo trabaja primero como médico en el Hospital General de Lwów, en el que dirige el laboratorio de bacteriología del departamento de enfermedades venéreas y de la piel y, a partir de 1935, exclusivamente en su laboratorio bacteriológico privado, que había fundado en 1923.

Según los testimonios de su esposa, Fleck no era sólo un médico, sino que dedicó buena parte de su tiempo a lecturas de filosofía, sociología e historia de la ciencia. Como resultado de las mismas encontramos algunos trabajos de filosofía de la ciencia intercalados entre sus más numerosos escritos médicos. Sus primeras publicaciones en el terreno epistemológico son *Sobre algunas características especiales del pensamiento médico* (1927) y *Sobre la crisis de la "realidad"* (1929). A éstas siguió la presentación de su monografía *Génesis y desarrollo de un hecho científico* (1935), en la que expone su teoría del estilo de pensamiento y del colectivo de pensamiento, y dos ensayos más cortos: *Sobre la observación científica y la percepción en general* (1935) y *El problema de la epistemología* (1936).

Tras el estallido de la Segunda Guerra Mundial Lwów pasa a pertenecer a la Unión Soviética. En 1941, cuando se produce la ocupación de Lwów por las tropas nazis, Fleck es deportado junto con su mujer y su hijo al gueto judío de la ciudad, en

cuyo hospital continúa su actividad investigadora en precarias condiciones, a pesar de las cuales consigue desarrollar un nuevo procedimiento para obtener una vacuna contra el tífus a partir de la orina de los enfermos. En febrero de 1943 Fleck y su familia fueron detenidos de nuevo y enviados al campo de concentración de Auschwitz, donde trabajó en el laboratorio serológico del Instituto de Higiene con el encargo de diagnosticar la sífilis, el tífus y otras enfermedades mediante tests serológicos tales como la reacción de Wassermann.

En agosto de 1943 el Instituto de Higiene de las SS en Buchenwald instala un laboratorio para el estudio y producción de nuevos y más rentables métodos de vacuna contra el tífus. Fleck fue deportado a Buchenwald en diciembre de ese mismo año y allí, junto a un grupo de prisioneros entre los que se contaban algunos médicos y varios expertos en otros campos ajenos a la medicina, llevó a cabo una importante operación de sabotaje consistente en la producción de grandes cantidades de vacunas ineficaces con las que fueron inyectados los miembros de las SS, de lo cual permanecieron ignorantes hasta el final de la guerra.

Tras la liberación del campo de concentración de Buchenwald en abril de 1945, Fleck hubo de reponerse en un hospital antes de poder volver a Polonia. En Lublín se convirtió en director del Departamento de Microbiología Médica de la Facultad de Medicina de la Universidad Marie Curie-Sklodowska. En 1950 fue nombrado catedrático de la Academia de Medicina en la que permanecerá hasta 1952. En 1954 ingresó en la Academia de Ciencias y un año después fue elegido miembro de su Presidencia. Durante este periodo desarrolló la llamada "prueba de Fleck" para la detección de infecciones, realizó trabajos sobre el germen de la difteria y la defensa contra ella, sobre la leucocitosis, sobre el diagnóstico de la sífilis mediante la reacción de Wassermann y sobre el diagnóstico e inmuniza-

ción contra el tifus. En reconocimiento de esta gran actividad investigadora fue galardonado con diversos premios como el Premio Estatal de Logros Científicos en 1951 y la Cruz Oficial de la Orden del Renacimiento de Polonia en 1955.

Después de la guerra continuó también con su trabajo en filosofía de la ciencia. Hasta 1952 Fleck fue miembro de la Sociedad Filosófica y Psicológica de Lublin y tomaba parte regularmente en las conferencias organizadas por la misma. Durante este periodo publicó dos escritos de filosofía de la ciencia: un informe sobre sus observaciones en Buchenwald titulado *Problemas de teoría de la ciencia* (1946) y el ensayo *Mirar, ver, saber* (1947), últimos trabajos epistemológicos de Fleck.

En 1957 la salud de Fleck comienza a empeorar: después de sufrir un infarto se le diagnostica una enfermedad cancerosa en los ganglios linfáticos. En ese año decide trasladarse con su esposa a Israel para estar cerca de su hijo, que vivía en Palestina desde el final de la guerra. En Israel se creó para Fleck el Instituto Israelí de Investigación Biológica en Ness-Ziona, que le permitió continuar con sus labores de investigación. Ludwik Fleck murió el 5 de junio de 1961 en Ness-Ziona, a los 64 años de edad a causa de un nuevo infarto.

3. LA EPISTEMOLOGÍA DE FLECK.

Ludwik Fleck se situó, epistemológicamente hablando, en oposición a las dos escuelas predominantes en su época: el Historicismo de Durkheim y de los sociólogos de la ciencia (Gumplowicz, Lévy-Bruhl, Jerusalem) y el Positivismo lógico de Schlick, Carnap y el resto del Círculo de Viena (citados todos ellos, así como los anteriores, por Fleck en su monografía de 1935). Los primeros clamaban por una pretendida ob-

jetividad de las ciencias naturales (*Naturwissenschaften*) en contraste con el inherente carácter subjetivo de las ciencias sociales (*Geisteswissenschaften*).

"Ahora bien, dice Fleck, todos estos pensadores formados humanística y sociológicamente incurrir (..) en un error característico; tienen un respeto demasiado grande, rayano en la veneración religiosa, por los hechos científicos."⁴⁰

Fleck, al contrario, equipara los 'hechos sociales' a los 'hechos naturales' en el sentido en que estos son, como los primeros, productos de procesos que están cultural, psicológica, sociológica e históricamente condicionados.

Los segundos imponían una tajante línea divisoria entre teoría y lógica, por un lado, y hechos empíricos (expresados por enunciados de un lenguaje observacional puro), por otro. A estos, Fleck les achaça un error distinto, pero igualmente característico:

"Su error consiste en tener un respeto excesivo por la lógica, una especie de veneración religiosa por la conclusión lógica."⁴¹

Contra los positivistas, pone en tela de juicio la misma categoría de 'hecho' científico y la omnipotencia de la lógica. Así pues, me dejaré guiar por estas dos críticas para exponer la epistemología de Fleck, vertebrada, según creo, por las dos claves siguientes:

- 1) la crítica a la noción positivista tradicional de 'hecho' científico,
- 2) la concepción histórico-sociológica del conocimiento científico.

3.1. LA CRÍTICA A LA CONCEPCIÓN POSITIVISTA TRADICIONAL DE 'HECHO' CIENTÍFICO.

Como microbiólogo activo, consciente de la importancia de las relaciones histórico-evolutivas, Fleck no podía seguir a los empiristas lógicos en su persecución de algoritmos formales capaces de medir el éxito científico. No podía apoyar la creencia en la noción de hecho como algo preexistente e independiente de las ideas y técnicas con ayuda de las cuales se pudo determinar y formular dicho hecho.

La posición fundamental de Fleck es que los hechos (y aquí se incluyen los hechos científicos) son siempre y necesariamente dependientes de nuestro poder de percepción; sólo se nos hacen patentes hechos nuevos cuando se producen ciertos cambios en nuestro modo de percibir y estos cambios están siempre cultural e históricamente condicionados. Así pues, no son *objetivos* en el sentido de ser independientes de los sistemas humanos de investigación. El observar libre de presuposiciones es, según Fleck, un absurdo. Para demostrarlo se sirve de la ayuda de la psicología gestáltica. Fleck describe el proceso de surgimiento de un hecho científico como el desarrollo de los poderes (*powers*) de percepción y observación científica, que pasa por dos etapas: 1) el ver confuso inicial y 2) el ver formativo, directo y desarrollado (*Gestaltsehen*). Para pasar de la primera etapa a la segunda es necesario un entrenamiento preliminar que consiste en un "aprender a ver" una forma determinada:

"Para ver primero hay que ser capaz de saber qué es esencial y qué es inessential; hay que ser capaz de distinguir el fondo de la imagen; hay que saber a qué categoría pertenece el objeto. De otra forma, miramos pero no vemos, miramos atentamente muchos detalles sin aprehender la forma observada como una totalidad definida."⁴²

Para llegar a "ver" primero hay que conocer buena parte de los rasgos fundamentales de la forma, distinguirla de otras

formas alternativas, de manera que, a pesar de la gran cantidad de detalles diferentes seamos capaces de observar una forma completa, una específica totalidad (*Gestalt*). Sólo podemos ver una totalidad cuando hemos aprendido a "olvidar", al menos en gran parte, los elementos de su estructura. Es entonces cuando se puede decir que hemos adquirido la "capacidad de ver":

*"Para ver, primero hay que saber, y luego saber cómo, y olvidar parte de este conocimiento. Hay que adquirir una cierta disposición dirigida a ver."*⁴³

Esta capacidad de ver una forma determinada lleva asociada como contrapartida la pérdida del poder de percibir aquello que la contradiga. Es una capacidad dirigida y es lo que constituye la raíz del estilo de pensamiento.

*"Por tanto, podemos definir el estilo de pensamiento como un percibir dirigido con la correspondiente elaboración intelectual y objetiva de lo percibido"*⁴⁴

Al contrario, el ver confuso inicial es caótico y desorientado. Lo percibido se experimenta como una *resistencia* contra el ver arbitrario y sin forma y se hace patente gracias a una *coerción de pensamiento* impuesta por el estilo.

*"Así es como surge el hecho; primeramente, hay una señal de resistencia en el pensar caótico inicial, después una determinada coerción de pensamiento y, finalmente, una forma directamente perceptible."*⁴⁵

La señal provisional de resistencia, junto con la tradición, la formación y la costumbre dan lugar a una disposición a percibir y actuar conforme a un estilo, que determina lo que no puede pensarse de otra manera, lo que debe ser desatendido o ignorado y dónde hay que buscar con mayor atención. La dependencia de cualquier hecho científico del estilo de pensamiento es, pues, evidente. Los resultados de la investigación científica están básicamente determinados como eventos históricos en el desarrollo del estilo de pensamiento científico. El uso de un aparato instrumental es siempre el resultado de

aplicar un cierto estilo de pensamiento y el aparato científico dirige el pensamiento tras los pasos del estilo científico de pensamiento: produce la disposición a ver ciertas formas, mientras que elimina al mismo tiempo la posibilidad de ver otras. Aun así, dice Fleck, no todo el mundo admite que virtualmente cada forma está condicionada por el estilo de pensamiento:

"Algunos representantes de la ciencia que todavía mantienen el estilo de pensamiento de la física clásica afirman que es posible tener una 'observación objetiva' de un hecho elemental aislado, independiente de la disposición psicológica o sociológicamente condicionada a ver las más o menos 'formas subjetivas',"⁴⁶

Pero ¿dónde están las observaciones inmutables, objetivas, válidas para siempre, desde las cuales el conocimiento científico podría crecer por pura aposición, como si fueran pequeños ladrillos? ¿Dónde están los *data* de los que hablan los positivistas, y de qué forma están dados *directamente*? Fleck cree que estos elementos básicos de la observación no existen:

"Una inferencia a partir de los elementos fundamentales o de los enunciados elementales no es la piedra de toque de la ciencia, puesto que *no existen tales elementos. Lo que consideremos como elementos básicos depende solamente de nuestro punto de vista.*"⁴⁷

Fleck utiliza el ejemplo de la variabilidad de las bacterias para demostrar que una observación absolutamente objetiva independiente de las teorías existentes y las ideas preconcebidas es imposible. Los hechos pueden ser puestos de manifiesto como 'fenómenos' sólo si contrastan contra el fondo de un cuerpo teórico establecido. En este sentido, este enfoque se asemeja al elaborado por filósofos de la ciencia actuales como Hanson o Feyerabend, sobre todo a lo que estos últimos han dado en llamar 'carga teórica de los hechos empíricos'.

Por tanto, conocer quiere decir principalmente constatar los resultados impuestos por ciertas presuposiciones dadas. Los

términos técnicos separan su significado del sujeto de conocimiento, estableciendo el significado "objetivo" del objeto, que recibe así una existencia absoluta. Por su lado, los instrumentos técnicos de medida exigen la aplicación de la noción de "unidad" a lo que el estilo de pensamiento ha construido. Y es el poder específico de los términos técnicos y de los instrumentos de medida lo que hace que lo que es sólo un producto mental adquiera rasgos de una completa independencia del hombre.

"En este estadio, la objetivación de los productos mentales es la más fuerte; éstos adquieren los rasgos de una completa independencia del hombre."⁴⁹

A lo que está determinado por el estilo de pensamiento es a lo que se llama realidad científica:

"En las ciencias naturales que contienen un cierto estilo de pensamiento y conducen a un sistema, llamamos al determinismo del estilo la realidad científica."⁴⁹

Es en este sentido en el que Fleck afirma que el estilo de pensamiento crea realidad:

"El estilo de pensamiento *crea* realidad de la misma forma que otros productos de la cultura (...)"⁵⁰

Así pues, Fleck no es un realista en el sentido metafísico o ingenuo del término: la realidad no es lo que existe independientemente de los sistemas de investigación humanos. Los hechos científicos se reconocen como la respuesta pasiva del mundo al despliegue activo del sistema de investigación perceptual. Aquí aparece la distinción que hace Fleck entre dos tipos de relaciones integrantes de cualquier contenido cognoscitivo: "conexiones activas" y "conexiones pasivas". Las primeras son explicables en términos de factores psicológicos e históricos variables; las segundas no son explicables ni por la historia ni por la psicología y por eso parecen relaciones "reales" y "objetivas". Dada una serie de presuposi-

ciones, que corresponden a las conexiones activas, se producen ciertos resultados obligados, que equivalen a las conexiones pasivas y forman aquello que se percibe como realidad objetiva.⁵¹ Cada proposición científica (y, más especialmente, cada ley científica) puede ser analizada en función de sus componentes activos y pasivos. Para ilustrar esta diferencia entre conexiones activas y pasivas, tomaré una analogía de la que hace uso Stephen Toulmin en un contexto algo diferente:⁵² si observamos un mapa terrestre, el sistema de proyección utilizado jugará el papel correspondiente a las conexiones activas, mientras que los rasgos cartográficos concretos derivados de dicho modelo de proyección desempeñarán la función de las conexiones pasivas: si utilizamos el modelo de proyección de Mercator, el "hecho" de que las paralelas de latitud y longitud se intersecan en ángulos rectos se nos aparecerá inevitable (*zwangläufig*). Pero no hay que olvidar que estos caracteres desaparecerán en el momento en que adoptemos un sistema diferente de proyección. Análogamente, los hechos científicos que se presentan como dados e inevitables (como conexiones pasivas) en un estilo de pensamiento o sistema de teorías (conexiones activas) pueden no ser inevitables si adoptamos un sistema conceptual completamente diferente.

Así pues, un "hecho científico" es una "relación conceptual" (*Begriffsrelation*) cuya expresión está determinada por un estilo que, a su vez, depende de las visiones e ideas predominantes en la época. Los "hechos" a los que los científicos apelan en apoyo de sus ideas y teorías no están dados de antemano; al contrario, los hechos son enfocados, clarificados y dotados de una expresión verbal sólo a través del refinamiento teórico de la ciencia misma, lo cual no comporta la existencia de una estructura lógico-formal determinante del progreso científico.

⁵¹En la historia del conocimiento científico no existe una relación lógico-formal entre las relaciones y sus pruebas; las pruebas se acomodan a las

concepciones tan a menudo como las concepciones a las pruebas. Después de todo, las concepciones no son sistemas lógicos, por más que aspiren a serlo, sino unidades fieles a un estilo que o bien se desarrollan como tales, o bien se funden junto con sus pruebas en otras unidades.⁵³

3.2. LA CONCEPCIÓN HISTÓRICO-SOCIOLÓGICA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.

Frente a la concepción ahistórica de los empiristas lógicos y a la exclusión de los hechos de las ciencias naturales del historicismo por parte de los sociólogos del conocimiento, Fleck intenta demostrar, por medio de su investigación del surgimiento del concepto de sífilis y del descubrimiento de la reacción de Wassermann, principalmente, que las concepciones de la ciencia moderna son productos del condicionamiento social y del desarrollo histórico.

"(...) toda teoría del conocimiento que no haga investigaciones históricas y comparativas se queda en un juego de palabras, en una epistemología imaginada."⁵⁴

"Los medios de investigación actuales son precisamente el resultado del desarrollo histórico, son así y no de otra manera debido precisamente a esta historia."⁵⁵

Para Fleck la mayoría, o incluso la totalidad, de los contenidos científicos son explicables histórico-conceptual, psicológica y socio-conceptualmente. No se puede considerar a la ciencia sólo como un conjunto de enunciados o como un sistema de ideas. La ciencia es un fenómeno cultural complejo, colectivo, que posee instituciones propias. Forman parte de ella leyes escritas, costumbres no escritas, ciertas metas, métodos, tradiciones y un desarrollo propio que depende de la preparación de la mente y de la habilidad de las manos. Posee una estructura organizativa con su propia jerarquía, formas de comunicación y cooperación, opinión pública, prensa, y mantiene relaciones con otros aspectos de la vida cultural, con la sociedad, con el Estado.

En su concepción histórico-sociológica del conocimiento científico, Fleck parte del supuesto de que una noción individualista de la ciencia es ficticia. Descubre en los casos estudiados que la ciencia ha de concebirse como un proceso esencialmente colectivo en el que deben tenerse en cuenta, además de las actividades empíricas y las especulaciones de los individuos, las estructuras sociológicas que unen entre sí a los científicos. En una palabra, hay que tener en cuenta al colectivo de pensamiento (*thought-collective*), que designa la unidad social de la comunidad de científicos de un campo dado.

La empresa científica es, pues, una empresa colectiva. El fondo de conocimiento (*fund of knowledge*) existente no es una posesión de los individuos aislados. Sólo se puede apreciar el significado de las ideas e innovaciones introducidas por científicos individuales, como Newton, Darwin o Einstein, gracias a que éstas son aportaciones a la comprensión colectiva de la ciencia. De esta forma, el conocimiento está socialmente determinado en el sentido en que sólo puede ser entendido y evaluado con respecto a su contenido y validez en el contexto histórico del colectivo de pensamiento, que se erige así en el origen y el portador del conocimiento científico.

"El proceso de conocimiento no es bilateral, como la opinión individualista proclama; no ocurre solamente entre un 'sujeto' abstracto y un 'objeto' igualmente absoluto. El colectivo se incorpora al proceso como el tercer miembro, y no hay forma de excluir ninguno de estos tres miembros del proceso de conocimiento; cada conocimiento es un proceso entre un individuo, su estilo de pensamiento, que resulta de la afiliación a un grupo social, y el objeto."⁵⁶

Así pues, cada acto de conocimiento es un acto social que debe ser considerado como una función de tres componentes: es una relación entre el sujeto individual, el objeto y la comunidad de pensamiento (*Denkkollektiv*) en la que el sujeto se integra y actúa.

Como dice Fleck, ni un Robinson Crusoe, ni un grupo de Robinsones, incluso aunque estuviesen equipados con medios técnicos adecuados, podrían realizar un trabajo científico si están aislados de la comunidad científica. No obstante, la comunidad científica, o el colectivo de conocimiento, no es la simple suma de individuos, de la misma forma que un equipo de fútbol, por utilizar un símil del propio Fleck, no es la suma del particular juego individual de cada uno de sus once componentes. Sólo se comprende el juego individual como contribución a la actividad conjunta de veintidós individuales, organizados en equipos rivales, que llamamos "fútbol".

"Por eso, el conocer no es un proceso individual de una teórica «conciencia en general» (Bewußtsein überhaupt). Más bien es el resultado de una actividad social, ya que el estado de conocimiento de cada momento excede la capacidad de cualquier individuo."⁵⁷

Todos los colectivos de pensamiento estables, como portadores de los diversos estilos de pensamiento, tienen una estructura interna, en muchos de cuyos detalles puede asumir distintas formas. La fuerza que mantiene unidos a los componentes del colectivo es lo que Fleck llama "ambiente colectivo" (*collective mood*). Este ambiente colectivo es el que produce en los individuos la disposición hacia una percepción dirigida, hacia una idéntica evaluación y un idéntico uso de lo percibido, es decir, es el que produce el estilo de pensamiento. Al mismo tiempo, es la fuente de una solidaridad intragrupal y de un sentimiento de hostilidad hacia todo lo extraño.

La estructura interna del colectivo establece una división de roles entre sus componentes sin la cual sería imposible la coexistencia dentro del grupo: el primer núcleo de identidad del colectivo es un pequeño *círculo esotérico* compuesto por los especialistas en un campo dado alrededor del cual se forma un *círculo exotérico* más grande compuesto por los legos "educados" que participan en el saber científico. La base del saber exotérico es la confianza en la competencia de los es-

pecialistas que forman el círculo esotérico. A su vez, el saber esotérico depende del exotérico en cuanto que éste le sirve como opinión pública, como divulgador del saber y como fuente de legitimación.

De esta forma, el colectivo de pensamiento se constituye en una unidad cerrada a la cual no todo individuo puede acceder. El acceso se verifica tras un periodo de aprendizaje que consiste más en un adoctrinamiento rígido que en un estímulo del pensamiento crítico. Se caracteriza por una sugestión de ideas puramente autoritaria regida por el estilo de pensamiento.

'Así, el estilo es una unidad limitada, un organismo cerrado, y no puede accederse a él por medio de una vía universal, 'lógica' o 'racional'. Todos los educadores saben que la iniciación en cualquier campo del pensamiento debe llevarse a cabo siempre a través de un periodo de aprendizaje en el que sólo la autoridad y la sugestión son activas, pero no una interpretación 'racional' general."⁵⁸

Lo que los individuos ven y cómo deben verlo, lo que piensan y cómo deben pensarlo depende del colectivo de pensamiento al que pertenecen. El estilo de pensamiento implica la elección de determinados modos de acción y de determinados términos del lenguaje, que expresan algo más de lo que corresponde a su definición lógica:

'[El estilo] posee un cierto poder específico, y es no sólo un nombre, sino también un slogan o un símbolo; posee algo a lo que yo llamaría un específico encanto de pensamiento (thought-charm)."⁵⁹

Una vez que se ha formado un sistema de opiniones estructuralmente completo y cerrado persistirá tenazmente frente a todo lo que le contradiga. Se crea una "armonía de ilusiones" necesaria para el mantenimiento de la estructura colectiva que hace que los hechos contradictorios sean apartados o re-interpretados de forma que encajen en el estilo o, simplemente, sean concebidos como dificultades iniciales que podrán resolverse posteriormente.

"Únicamente si la explicación dada a cualquier relación se acopla con el estilo de pensamiento dominante, puede ésta sobrevivir y desarrollarse dentro de una determinada sociedad."⁶⁰

El aislamiento del colectivo de pensamiento supone una limitación, impuesta por el estilo, de los problemas admitidos. Mientras que algunos son considerados como "problemas reales", otros se rechazan como carentes de sentido. Surgen así valoraciones específicas e intolerancias características, que son rasgos comunes a toda comunidad cerrada y que, según Fleck, no se derivan de las observaciones experimentales, sino de factores históricos y psicológicos.

"Esta tendencia a la persistencia demuestra que no fueron las denominadas observaciones empíricas las que llevaron a cabo la construcción y fijación de la idea, sino que intervinieron factores especiales anclados profundamente en la tradición y en la psicología."⁶¹

La naturaleza cerrada de estos sistemas afecta de lleno al lenguaje, en particular al significado de las expresiones. El individuo actúa como un vehículo en el tráfico de pensamiento. Éste se produce a través de la palabra que, como tal, constituye un objeto especial de circulación tanto intracolectiva como intercolectiva.

La estructura general del colectivo de pensamiento hace que la comunicación intracolectiva produzca, por razones sociológicas, recalca Fleck, es decir, sin tener en cuenta el contenido y la legitimación lógica, el fortalecimiento de las creaciones intelectuales, mientras que la comunicación intercolectiva produce una transformación de las mismas.

"Todo intercambio mental dentro de la comunidad (intercambio intracomunitario) refuerza sus ideas dotándolas con características de realidad objetiva. Toda comunicación más allá de la comunidad (intercambio intercomunitario) altera el sentido de las nociones, les da un significado más o menos nuevo, y puede ser así una fuente de nuevas ideas."⁶²

Compartir un estilo de pensamiento común es una condición indispensable para que pueda producirse una comunicación sin

ambigüedades, pero al mismo tiempo implica que la comunicación con los individuos que comparten un estilo de pensamiento diferente tenga un grado de dificultad que crece en función de la distancia que separa a ambos estilos.

"De ahí su dominio sobre los miembros del colectivo que creen en el origen suprahumano de la forma de pensamiento dada, la única buena. De ahí el desprecio por los hombres que piensan de forma diferente, i.e. de forma equivocada."⁶³

Todas las palabras llevan impreso el tono del estilo y este tono cambia cuando circulan intercolectivamente. De esta forma, puede decirse que toda circulación intercolectiva de ideas implica un desplazamiento o transformación de los valores de los pensamientos. Cuando pasan de un grupo a otro, las palabras cambian su significado, las ideas adquieren un tono estilístico distinto (*style colouring*), las opiniones, un nuevo valor. Si un grupo está muy distante de otro, el intercambio de pensamientos puede ser completamente imposible y, en tal caso, la transformación de un pensamiento consiste en su completa destrucción.⁶⁴ Pero incluso en el proceso de comunicación dentro de un mismo colectivo se produce una transformación del pensamiento comunicado que, si bien no impide el entendimiento básico, es la causa de una evolución continua del estilo de pensamiento que comparte dicho colectivo.

"Los pensamientos circulan de individuo a individuo, transformándose cada vez un poco, pues cada individuo establece diferentes relaciones con ellos. En sentido estricto, el receptor no entiende nunca el pensamiento de la misma manera que el emisor intentaba que lo entendiera. Después de una serie de tales transformaciones no queda prácticamente nada del contenido original."⁶⁵

Así pues, durante la circulación social del estilo de pensamiento se produce un cambio en sus componentes y adquiere un nuevo contenido que no es motivado por el individuo, sino originado *motu sociali*.

En este planteamiento hay implícita una crítica a la noción tradicional de progreso. El progreso del conocimiento consis-

te para Fleck en el desarrollo colectivo incesante del estilo de pensamiento. En este proceso el conocimiento no se incrementa, sino que cambia.

"Las ciencias no se desarrollan como cristales, por aposición, sino más bien como organismos vivos, desarrollando cada, o casi cada detalle en armonía con el todo,"⁶⁶

De esta forma, contra la ambición de los seguidores del Círculo de Viena de medir el progreso científico con exactitud matemática, Fleck desarrolla un concepto de progreso que no es estrictamente cuantificable y que no es acumulativo. Por un lado, los elementos acumulativos en el desarrollo histórico de las ciencias naturales no son, en general, del tipo de los que se pueden medir numéricamente y, mucho menos, de los que nos permiten determinar un 'índice' de progreso científico. Por otro lado, sólo en un sentido *cualitativo* puede decirse que los científicos de hoy 'saben más' que sus predecesores. Así, el 'progreso' que, por ejemplo, se produjo en la bacteriología con Koch y Pasteur, con los que se inició la investigación de la variabilidad de las bacterias, no fue, efectivamente, un simple incremento del conocimiento.

"El mismo concepto de especie, lo mismo que muchos otros, quedó concebido de una manera distinta. Por tanto, no se puede hablar de un simple incremento del saber ni de una simple conexión con la época anterior a Koch, sino de un cambio en el estilo de pensamiento,"⁶⁷

No obstante, Fleck no considera que cada conocimiento sea independiente de todos los anteriores. Al contrario, el progreso científico es un proceso histórico en el que cada conocimiento depende del fondo de conocimiento ya adquirido, cuyo peso cambia las condiciones internas y externas del conocimiento recién obtenido.

"De esta forma, los viejos descubrimientos determinan los actuales resultados de las observaciones y condicionan los descubrimientos futuros. La secuencia de descubrimientos y errores influye claramente en los contenidos de la ciencia,"⁶⁸

Este enfoque de la ciencia y su experiencia personal con los peculiares "hechos establecidos" por la bacteriología y la inmunología llevan a Fleck a reflexiones epistemológicas más amplias sobre los mecanismos sociales que conducen a la aceptación general de la "verdad científica". En efecto, si la ciencia progresa siguiendo una secuencia tal de estilos de pensamiento diferentes, la imagen de la ciencia como perseguidora de la verdad es, para Fleck, ficticia, pues no hay un criterio absoluto de verdad y validez. Mientras que para los filósofos del Círculo de Viena, la verdad de una teoría científica residía en la "correspondencia" de sus implicaciones con los hechos previamente dados, Fleck ve la verdad como residiendo en la 'coherencia' interna de la teoría y, en particular, en la coherencia con lo que se hace manifiesto como objeto perceptual dentro de un estilo de pensamiento. Durante la vigencia de un estilo de pensamiento sólo una única solución a un problema determinado es adecuada con el estilo.

*"Tal solución conforme al estilo, sólo posible en singular, se denomina verdad. Esta verdad no es 'relativa' ni 'subjetiva' en el sentido popular del término. Está siempre o casi siempre, completamente determinada por el estilo de pensamiento."*⁶⁹

Así pues, la verdad no se convierte simplemente en relativa, sino en "relativa al estilo de pensamiento" y específica de cada especialidad. Según Fleck, la verdad en su significado clásico, como valor independiente del sujeto de conocimiento y de las fuerzas sociales, obliga al científico a aceptar la verdad como un ideal inalcanzable, y la historia nos enseña, además, que no nos podemos acercar a la verdad ni siquiera asintóticamente, pues el desarrollo de la ciencia no es unidireccional, la ciencia cambia incesantemente.

*"La epistemología, que es la ciencia de los estilos de pensamiento, de su desarrollo histórico y sociológico, considera que la verdad es el estadio actual de los cambios del estilo de pensamiento."*⁷⁰

La verdad científica pasa de ser un concepto estático a ser un concepto dinámico. Este enfoque dinámico de la noción de

verdad científica se extiende a la visión de la ciencia en general. No existe ciencia completa, sino sólo ciencia en desarrollo; no se puede hablar de 'buenas' o 'malas' observaciones, sino sólo de observaciones que son o no consistentes con un estilo de pensamiento; no se puede hablar de una descripción de 'todos los sucesos'; no se puede concebir la 'totalidad de la ciencia' o la 'ciencia en general'; no se puede hablar de la ciencia como la imagen objetiva de la realidad. Y es que tampoco se puede hablar de una 'realidad objetiva' como independiente del sujeto, sino como un producto social dependiente de la experiencia y las costumbres mentales (*mental customs*) del colectivo científico. No hay, pues, una única realidad a la que la ciencia se va acercando paulatinamente a través de imágenes objetivas cada vez más 'verdaderas'.

"No pienso que la ciencia de hoy está más cerca de la imagen objetiva del mundo que la ciencia de hace 100 años. Por otro lado, estoy seguro de que la ciencia de hoy está más cerca del mundo de hoy, mientras que la ciencia de hace 100 años estaba más cerca de lo que entonces era el mundo de los creadores de la ciencia."⁷¹

Con este enfoque, Fleck hace depender de la época las visiones y observaciones científicas. Sin esta dependencia el desarrollo del conocimiento es imposible. De esta forma, Fleck se adentra en un fenómeno fundamental de la epistemología como es

*"la existencia de un específico desarrollo histórico del pensamiento, que no puede ser reducido al desarrollo lógico de los contenidos de pensamiento ni al simple incremento de la información detallada."*⁷²

No hay un desarrollo lógico u objetivo del conocimiento. El desarrollo de las ideas ocurre según su propio condicionamiento histórico, no según un condicionamiento lógico. Nuestro conocimiento incluye ciertos elementos que no son ni especulativos ni empíricos, sino derivados *ab evolutione historica*. Así Fleck pone de manifiesto la influencia de factores externos a la ciencia en el desarrollo de la misma. El ejemplo más claro a este respecto es el objeto de la monografía

de 1935. El desarrollo histórico de la investigación sobre la sífilis y el nacimiento de la reacción de Wassermann estuvieron influidos por el significado moral de la sífilis como enfermedad venérea, "deshonrosa", pues en el caso de la tuberculosis, que desde hacía siglos estaba produciendo muchos más daños que la sífilis, no se dedicó tanto tiempo a su investigación, debido a que era considerada simplemente como la enfermedad "romántica".

"Precisamente es mi deseo subrayar esta específica determinación histórica del pensamiento epistemológico, como opuesta a la determinación lógica o real(...)"⁷³

La investigación es, pues, un proceso histórico que se mueve desde un estado de obscuridad y confusión, presuposiciones no adecuadas y experimentos iniciales irreproducibles hacia una relativa estabilidad y claridad bajo la guía de un estilo de pensamiento. El hilo conductor que confiere una cierta unidad a este proceso es la noción de "protoidea" o "preidea". Fleck denomina así a las concepciones surgidas en el pasado y que continúan existiendo a pesar de todas las variaciones de estilo de pensamiento. Al recogerlos las épocas nuevas, estos elementos arcaicos pierden el sentido que les confirió su contexto originario y son interpretados según el estilo de pensamiento vigente. De estas protoideas no se puede decir ni que sean verdaderas ni que sean falsas pues, sacadas de su contexto cultural no pueden adquirir ningún valor de verdad. Pertenecen a otro colectivo y a otro estilo de pensamiento. Para nosotros son inadecuadas, pero para los miembros de dicho colectivo eran correctas.

Tras todo lo dicho, podemos definir con Fleck el hecho científico

"como una relación conceptual conforme al estilo de pensamiento que es analizable desde el punto de vista de la historia y la psicología -ya sea ésta individual o colectiva-, pero que nunca es reconstruible en todo su contenido desde esos puntos de vista."⁷⁴

Este complejo no puede ser examinable en función de motivaciones puramente lógicas. Sólo puede ser estudiado por medio de una teoría del conocimiento basada en la sociología del pensamiento y en la historia sociológica del desarrollo de la ciencia. La epistemología, en tanto que ciencia de los estilos de pensamiento sólo puede ser concebida como una ciencia comparativa de los distintos estilos y debe estudiar la circulación de pensamiento entre los diversos colectivos de pensamiento.

La conclusión de Fleck, primero aplicada al ámbito del estilo de pensamiento médico y generalizada después al estilo de pensamiento científico, es la imposibilidad de una realidad científica objetiva, independiente, y no condicionada socialmente, de forma que es también imposible lograr una aproximación totalmente racional y una comprensión global de la ciencia.

"La única piedra de toque de la ciencia son los rasgos específicos del conocimiento científico; la singularidad histórica de su desarrollo, la estructura de los colectivos de pensamiento relevantes, las características del estilo de pensamiento científico. Sólo por medio de un método comparativo en el marco de una sociología general del pensamiento llegaremos a conocer los rasgos del pensamiento científico."⁷⁵

4. COMPARACIÓN ENTRE KUHN Y FLECK.

La comparación entre la epistemología de Fleck, que se acaba de exponer en sus rasgos fundamentales, y la epistemología de Kuhn no es tarea fácil. Mucho menos teniendo en cuenta que este último solamente reconoce la influencia del primero en un par de puntos, con lo cual una comparación como la que aquí nos proponemos corre el riesgo de caer en una cierta artificiosidad, que en ningún caso contribuiría a una análisis riguroso de las ideas kuhnianas anticipadas por Fleck.

Kuhn leyó por primera vez la monografía de Fleck *Génesis y Desarrollo de un Hecho Científico* a finales del año 1949 o principios de 1950. El punto fundamental en el que Kuhn reconoce la aportación de esta obra es la dimensión sociológica que desde entonces adquirieron los problemas que más le preocupaban:

"Muy probablemente, el conocimiento del texto de Fleck ayudó a que me diese cuenta de que los problemas que me preocupaban tenían una dimensión fundamentalmente sociológica."⁷⁶

Kuhn afirma que releendo más tarde la monografía encontró algunos contenidos que podían haber influido en su punto de vista, y cita explícitamente la relación entre ciencia de revistas (*journal science*) y ciencia de manuales (*vademecum science*) y la dificultad en la transmisión de ideas entre colectivos de pensamiento distintos.⁷⁷ Y esto es todo lo que Kuhn concreta con respecto a su posible deuda con el microbiólogo polaco Ludwik Fleck. Así pues, todas las semejanzas entre ambos que aquí se van a exponer van más allá de lo que Kuhn se atrevió a hacer explícito.

Ahora bien, si centramos nuestra atención en los conceptos clave deberemos analizar las similitudes y diferencias entre las nociones de Fleck de *colectivo de pensamiento* (*thought-collective*) y *estilo de pensamiento* (*thought-style*) y las correspondientes kuhnianas de *comunidad científica* y *paradigma*, así como la noción común de *progreso científico*.

4.1. COLECTIVO DE PENSAMIENTO - COMUNIDAD CIENTÍFICA.

Tanto Kuhn como Fleck conciben la ciencia como una empresa colectiva. Si bien Fleck nunca da una definición explícita de colectivo de pensamiento, a lo largo de su obra deja claro que una imagen individualista de la ciencia es ficticia. En

todo caso, en sus escritos epistemológicos abundan expresiones como la siguiente:

"Existe un cierto colectivo de hombres que poseen un estilo de pensamiento común."⁷⁹

Esta expresión es claramente similar a la que encontramos explícitamente unas veces, implícitamente otras, en *La Estructura de las Revoluciones Científicas* de Kuhn: una comunidad científica consiste en un grupo de individuos que comparten un paradigma común.

Ambas estructuras se convierten en algo así como unidades cerradas a las que sólo es posible el acceso tras un periodo de aprendizaje semejante a un 'rito de iniciación'. La educación profesional no trata en ningún caso de fomentar la capacidad crítica del educando; más bien al contrario, consiste en una introducción dogmática del mismo en el campo dado. En palabras de Kuhn:

"Aunque el desarrollo científico es particularmente creador de novedades importantes, la educación científica sigue siendo una iniciación relativamente dogmática en una tradición preestablecida para la solución de problemas, tradición que no se invita al estudiante a evaluar ni se le prepara para ello."⁷⁹ [58]*

Los dos filósofos conciben estas unidades (la comunidad científica y el colectivo de pensamiento) como las únicas productoras del conocimiento científico y las únicas que detentan el poder de ser la Autoridad. También Kuhn considera que la comunicación dentro de una misma comunidad es casi completa, mientras que la comunicación entre comunidades distintas es inevitablemente parcial:

(*) Los números entre corchetes se refieren a las citas de Fleck consignadas en la sección anterior que se prestan a una comparación directa con las de Kuhn que les preceden.

"Dentro de tales grupos, la comunicación es relativamente completa y los juicios profesionales, relativamente unánimes. Debido a que la atención de diferentes comunidades científicas está, por otra parte, enfocada sobre temas diferentes, la comunicación profesional a través de líneas de grupos es, a veces, ardua y frecuentemente conduce a equivocaciones, que si continúan pueden acarrear desacuerdos significativos e inimaginables con anterioridad."⁹⁰ [62]

No obstante, al lado de todas estas evidentes semejanzas, se puede constatar una no por ligera menos importante diferencia y es que el punto de vista colectivista está mucho más arraigado en Fleck, quizás debido al carácter de su campo de investigación. En efecto, en la disciplina médica el grupo de trabajo cobra una mayor importancia que en la física. De esta forma, mientras que Fleck deja claro que investigadores tan relevantes como Wassermann, Koch o Pasteur sólo eran las cabezas visibles de un a veces numeroso, pero anónimo, grupo de colaboradores imprescindibles, Kuhn habla de Copérnico, Galileo, Newton o Einstein como si de genios solitarios se tratara. De ahí que la visión comunitaria de la ciencia mantenida por Fleck contraste con la versión más individualista, o como Lothar Schäfer y Thomas Schnelle la denominan en su introducción a la monografía del primero, con la "concepción histórica 'monumentalista'" sostenida por Kuhn.

4.2. ESTILO DE PENSAMIENTO - PARADIGMA.

Como hemos visto en el apartado anterior, tanto el estilo de pensamiento como el paradigma pueden caracterizarse, en primera instancia, como aquello que es compartido por un colectivo de pensamiento o una comunidad científica. El paradigma es una constelación de acuerdos de grupo que prescribe una serie de reglas para discriminar los problemas que deben acaparar la atención del investigador de aquellos que sólo son pseudoproblemas y una serie de métodos, tanto teóricos como

prácticos, para resolverlos. Para Fleck, el estilo de pensamiento

"Queda caracterizado por los rasgos comunes de los problemas que interesan al colectivo de pensamiento, por los juicios que el pensamiento colectivo considera evidentes y por los métodos que emplea como medio de conocimiento."⁸¹

El paradigma, según Kuhn, propone los problemas-soluciones concretos que guiarán la investigación de los miembros de la comunidad y Fleck afirma:

"No sólo las formas de las soluciones están sujetas al estilo científico, sino también la elección de problemas, y en un alto grado (...)"⁸²

No obstante, es conocido que el término 'paradigma' en la obra de Kuhn tiene más de un sentido. Y, en mi opinión, es el sentido de paradigma como "visión del mundo" (*Weltanschauung*) el que más se parece al sentido global que Fleck le da a la noción de "thought-style". Esta visión del mundo o *Weltanschauung* es lo que según Kuhn inculca la educación científica:

"La educación científica inculca lo que la comunidad científica conquistó anteriormente con dificultad; una profunda adhesión a un modo particular de ver el mundo y de practicar la ciencia en él(...)"⁸³

Para Fleck el estilo de pensamiento es tal que

"Si una concepción impregna suficientemente fuerte a un colectivo de pensamiento, de tal forma que penetra hasta en la vida diaria y en los usos lingüísticos y queda convertida, en el sentido literal de la expresión, en un punto de vista, entonces una contradicción parece impensable e inimaginable."⁸⁴

El estilo de pensamiento impone una forma determinada de ver y actuar de modo que lo observado, lo que ha de ser calificado como 'hecho' científico, depende inevitablemente del estilo de pensamiento. Esta es la postura adoptada por algunos de los más importantes filósofos de la ciencia actuales, convencidos de que es imposible la experimentación sin una teoría

previa que dicte las normas de dicha experimentación. También para Kuhn

"(...)la naturaleza es demasiado compleja para ser explorada al azar, aun aproximadamente. Algo debe decirle al científico hacia dónde mirar y qué buscar, y ese algo, aunque no perdure más allá de su generación, es el paradigma que le ha proporcionado su educación como científico."⁶⁵

La educación del científico, tanto en Kuhn como en Fleck, se lleva a cabo a través de los *libros de texto*, que presentan de una forma aproblemática el conocimiento ya obtenido. Dichos textos son el medio de comunicación entre las autoridades iniciadas y los no iniciados que pretenden entrar a formar parte de la comunidad científica como tal. Por otra parte, se distinguen de las *revistas* especializadas, que sirven como vehículo de transmisión de conocimientos entre los especialistas y que presentan una ciencia inacabada y provisional, candidata a adquirir en algún momento el estatus de la que se encuentra contenida en los libros de texto.

El esquema que ambos autores presentan de la evolución científica es, asimismo, muy similar. Fleck nos habla de un primer momento en el que

"(...)el ver confuso inicial no está impregnado por el estilo. Se mezclan temas fragmentarios de estilos distintos amontonados caóticamente y actitudes contradictorias que llevan al ver no orientado de un lado a otro; es la lucha entre los distintos campos conceptuales de visión"⁶⁶

Más tarde, cuando un estilo de pensamiento se ha impuesto, la teoría

"(...)atraviesa primero una época de clasicismo, en la que sólo se ven hechos que encajan perfectamente en ella, y otra de complicaciones, en la que comienzan a presentarse excepciones.(...)Al final, las excepciones superan, a menudo, el número de los casos regulares."⁶⁷

Kuhn, por su lado, propone un desarrollo de la ciencia que pasa primero por un periodo pre-paradigmático en el que un conjunto muy numeroso de escuelas que no comparten un único

núcleo de creencias compiten entre sí para imponer sus puntos de vista. La investigación en este momento es casi caótica. Este periodo desemboca en un periodo de ciencia normal en el que un paradigma se ha impuesto sobre el caos existente y tanto la reunión de hechos como la formulación de teorías que los expliquen se convierten en *actividades dirigidas* (nótese aquí incluso la similitud en el vocabulario). En una fase posterior, comienzan a surgir las complicaciones o anomalías que el paradigma no puede resolver, de forma que se entra en un periodo de crisis cuya resolución, probablemente, constituirá una revolución científica.

Durante la época de clasicismo llega a establecerse un sistema de opiniones estructuralmente completo que dicta lo que los miembros del colectivo deben ver, al mismo tiempo que elimina la capacidad de ver aquello que no se adapta al sistema. Nace, como ya dijimos, una "armonía de ilusiones" que persiste tenazmente frente a todo lo opuesto. De la misma forma, el paradigma impone ciertos límites que restringen el campo de visión⁸⁸ y si aparecen fenómenos que no encajan dentro de estos límites, la primera reacción por parte de los científicos es apartarlos en espera de que el paradigma pueda darles una posterior solución. Así, Fleck afirma que

"(...) [puede existir] demasiada crítica que causa esterilidad"⁸⁹,

en lo que Kuhn está completamente de acuerdo:

"(...) no es necesario hacer una virtud de la resistencia o el dogma para reconocer que sin ellos no puede existir ninguna ciencia madura."⁹⁰

Ahora bien, a pesar de esta resistencia contra todo lo nuevo, la ciencia posee el rasgo fundamental de descubrir siempre fenómenos nuevos. Para Fleck una inquietud intelectual específica y un cambio en las costumbres del colectivo de pensamiento son la condición necesaria para crear simultáneamente la posibilidad y la necesidad de ver algo nuevo y diferente.

"(...)debe cambiar la totalidad del estilo de pensamiento, la totalidad del ambiente del colectivo de pensamiento, lo cual es la condición necesaria para crear simultáneamente la posibilidad y la necesidad de ver algo nuevo y diferente."⁹¹

"De ahí que la nueva observación, i.e. el descubrimiento, sea llevado a cabo de tal forma que, durante la época de equilibrio, surge una cierta inquietud intelectual y una tendencia hacia el cambio, un caos de imágenes alternativas y contradictorias."⁹²

Creo que es patente la estrecha relación que puede establecerse entre estos pasajes y la descripción kuhniana de la época de crisis. El descubrimiento surge siempre con la percepción de una anomalía. Si la resistencia de esta anomalía a adaptarse a los cánones establecidos por el paradigma persiste, los científicos comienzan a comportarse de manera diferente, se produce un clima de inseguridad profesional y una situación muy parecida a la del periodo pre-paradigmático, en la que de nuevo nos encontramos con una proliferación de explicaciones divergentes y a menudo contradictorias. En Kuhn encontramos que es en estos periodos de crisis donde factores como la presión social y los elementos históricos actúan con mayor fuerza y un claro ejemplo del propio Kuhn es la Revolución Copernicana en la que las presiones para la reforma del calendario, el ascenso del neoplatonismo con su culto al sol, la crítica escolástica a Aristóteles y la proliferación de viajes y exploraciones en el Renacimiento (que exigían una mejora en los mapas y técnicas de navegación, lo cual dependía de un mejor conocimiento de los cielos), ejercieron una influencia directa.

Estas situaciones de crisis o inseguridad profesional se resuelven para Fleck con una *variación del estilo de pensamiento* y para Kuhn con una *revolución científica*. Es en este punto donde he encontrado la diferencia más notable entre ambos. En contraste con la opinión común desde Kuhn, Fleck no considera que la transición entre los distintos estilos de pensamiento se produzca 'a saltos'. Los presupuestos del conoci-

miento cambian continuamente, gradualmente, en una sucesión de pequeños pasos a menudo no percibidos por los científicos implicados en dicha transición. De nuevo me parece el específico carácter de la investigación médica la causa del enfoque epistemológico de Fleck.

En efecto, según Fleck, el problema fundamental de "the medical way of thinking" es encontrar una ley para los fenómenos irregulares.⁹³ Es por esto por lo que para Fleck las anomalías cuentan más como origen de un posterior descubrimiento, mientras que pasan desapercibidas como origen de una revolución científica. En el caso de Kuhn, sin embargo, las anomalías constituyen el toque de atención que nos indica que estamos a las puertas de una posible revolución científica.

La ausencia de estos cambios bruscos o revoluciones, sin embargo, no impide que las transformaciones que se producen sean significativas. Dichas transformaciones consisten para Fleck, fundamentalmente, en una variación del significado de las expresiones. Fleck reconoce que la función que desempeña el lenguaje va más allá de la simple comunicación, incluso los "malentendidos" inherentes a toda comunicación juegan un papel positivo en el desarrollo de la ciencia. De esta forma, una comprensión mutua entre los partidarios de diferentes estilos de pensamiento es imposible, pues sus conceptos -incluso cuando suenan igual- no tienen una base común. Son intraducibles y sólo adquieren significado en su propio complejo de significados impregnado por el estilo.

"Cuando el estilo de pensamiento está muy alejado del nuestro, ya no es posible su comprensión, pues las palabras no pueden traducirse y los conceptos no tienen nada en común con los nuestros(...)"⁹⁴

(...)un entendimiento inmediato entre los defensores de los distintos estilos de pensamiento es imposible. ¿Quién podría traducir, por ejemplo, el viejo término "seno" en uno moderno? ¿Dónde localizar este órgano místico?"⁹⁵

También Kuhn admite una cierta variación en el significado de los términos de paradigmas sucesivos y rechaza, igual que Fleck, la existencia de un lenguaje observacional puro adecuado para enunciar las teorías propuestas por ambos paradigmas, de manera que lo único que pueden hacer los partidarios de los paradigmas en competencia es reconocerse a sí mismos como miembros de comunidades con diferente lenguaje y tornarse traductores.*** Quizás defender aquí una semejanza estrecha entre los dos autores es un poco forzado, pues Fleck jamás habla de estilos de pensamiento 'en competencia', ni se plantea el problema de la 'elección' entre ellos, que es el contexto en el que Kuhn inserta la cuestión de la variación de significado. En este mismo contexto introduce Kuhn su noción de inconmensurabilidad, que no aparece en ningún momento en la obra de Fleck, pero que puede vislumbrarse en pasajes como los anteriores (aunque creo que esto sólo puede hacerse ahora que ya conocemos el concepto de inconmensurabilidad, por lo que no pienso que Fleck tuviera en la mente ni el término, ni el concepto como tal).

Pero sí se puede establecer un paralelismo entre el cambio en el concepto del mundo que se produce, según Kuhn, tras una revolución científica y la transformación de los modos de percibir que Fleck hace acompañar a la transformación del estilo de pensamiento. (Volviendo a lo que se acaba de decir en el párrafo anterior, hay que tener en cuenta que el cambio en las concepciones del mundo constituye para Kuhn precisamente una de las manifestaciones de inconmensurabilidad). Con la revolución científica, dice Kuhn, se produce un cambio en el concepto del mundo: los científicos "ven" cosas diferentes mirando a los mismos lugares desde el mismo sitio. El prototipo elemental de esa transformación del mundo es el cambio de forma (*Gestalt*) visual. Después de una revolución, la percepción del científico debe ser *reeducada*, debe *aprender a ver* formas nuevas en las situaciones con las que estaba familiarizado. Lo que uno percibe depende tanto de lo que mira

como de lo que su experiencia visual le ha *preparado para ver*.⁹⁷

4.3. PROGRESO CIENTÍFICO.

Una de las ideas que más polémica levantó cuando Kuhn publicó su *Estructura de las Revoluciones Científicas* fue la que proclamaba que el progreso de la ciencia no es un proceso de acumulación de conocimientos, de forma que se pueda decir que cada teoría nos enseña más sobre la naturaleza que las anteriores y, mucho menos, que cada teoría está más cerca de la verdad. El progreso científico es un proceso no acumulativo de sucesión de teorías que no abarcan a las anteriores ni en contenido de conocimientos ni en contenido de 'verdad'. Pero esta idea revolucionaria no es original de Kuhn. La encontramos ya en los escritos de Fleck, como hemos podido ver en la sección anterior. Para Fleck, el desarrollo de la ciencia

"no consiste solamente en acumular nuevas piezas de información, sino también en superar las antiguas."⁹⁸

Así, el progreso es progreso *a partir* del conocimiento obtenido pero no progreso *hacia* una meta previamente definida, no es un camino hacia *la verdad*, ni hacia un estado final o ideal de la propia ciencia. La ciencia ideal será aquella que haya resuelto *todos* los problemas lo cual es claramente imposible.

"Si el 'estado final de la ciencia' no significa nada ¿se puede discutir el proceso de acercarse a él?"⁹⁹

Desde el punto de vista histórico en el que se colocan ambos autores, ni la inclusión del contenido de conocimiento de las viejas teorías en el de las nuevas, ni la inclusión lógica de las mismas es válida. Los sistemas de pensamiento no son sistemas lógicos, sino sistemas fieles al carácter histórico y sociológico de una época. La verdad del contenido de estos sistemas no se puede determinar independientemente de las

circunstancias que los rodean. Las viejas ideas quizás son inadecuadas para el pensamiento científico de hoy, pero para sus creadores eran correctas.

Asimismo, los dos rechazan la existencia de un método apodíctico y cuantitativo para medir en qué grado un estilo de pensamiento o un paradigma es mejor que otro, en qué grado un estilo de pensamiento o un paradigma es una imagen más exacta de la realidad que otro, puesto que también los dos rechazan la existencia de una realidad o de una experiencia fija, neutra e independiente del aparato teórico y experimental del sujeto que intenta conocerla.

"¿Cuántos detalles estructurales han de establecerse para determinar la consistencia de una imagen con la realidad, o mejor: cuántos detalles en dos estructuras deben ser comparados para determinar la identidad de ambas estructuras? ¿Cinco, o cinco mil?"¹⁰⁰

No obstante, aun cuando Fleck considere el progreso científico como un proceso no acumulativo, como Kuhn, ya dijimos que para él la transición entre los distintos estilos de pensamiento no se produce bruscamente, sino de forma gradual, de manera que la evolución de la ciencia está teñida con un cierto tinte de continuidad, contrariamente a la opinión de Kuhn.

"(...)querámoslo o no, no podemos liberarnos de un pasado que -con todos sus errores- sigue vivo en conceptos heredados, en las formas de concebir los problemas, en los programas de la enseñanza formal, en la vida diaria, en el lenguaje y en las instituciones. No existe ninguna *generatio spontanea* de los conceptos, sino que están -valga la expresión- determinados por sus antepasados."¹⁰¹

"Surge, de esta manera, una dependencia histórica entre los distintos estilos de pensamiento. En el desarrollo de las ideas se encuentran procesos que con frecuencia conducen, *sin solución de continuidad*, desde las pre-ideas primitivas hasta las concepciones científicas modernas."¹⁰²

Finalmente, he creído ver en la epistemología de Fleck una alusión a la posibilidad de un desarrollo ontológico paralelo

al desarrollo de la ciencia, extremo que es rechazado vehementemente por Kuhn.

"En las ciencias naturales que contienen un cierto estilo de pensamiento y conducen a un sistema, llamamos al determinismo del estilo *la realidad científica, ésta se desarrolla junto con el desarrollo de estilo de pensamiento científico.*"¹⁰³

5. CONCLUSIONES.

En una primera lectura y desde un punto de vista global, dos semejanzas claras saltan a la vista. Por un lado, la imposibilidad de dotar al 'hecho' científico de una independencia del marco teórico general (denominado por Fleck "*estilo de pensamiento*" [*thought-style*] y por Kuhn "*paradigma*") y la crítica subsiguiente a la imagen del 'hecho' científico (y de la ciencia en general) elaborada por el positivismo lógico del Círculo de Viena. Por otro, la importancia que ambos conceden a la intervención de factores extracientíficos en el desarrollo de la ciencia (históricos, psicológicos y sociológicos, fundamentalmente). Asimismo, una diferencia fundamental se hace patente: si bien el progreso científico es para ambos no acumulativo, para Fleck es *continuo*, mientras que para Kuhn es esencialmente *revolucionario*.

En cuanto a los detalles, las coincidencias son lo suficientemente numerosas y lo suficientemente importantes como para darse cuenta de que el poder de las aportaciones de Fleck en la epistemología kuhniana va más allá de una simple influencia general, lo cual no significa quitarle a Kuhn la importancia que merecidamente ha adquirido, sino, más bien, darle a Fleck una importancia de la que injustamente nunca ha gozado.

**CAPÍTULO 3. LA INCOMMENSURABILIDAD SEGÓN P. K.
FEYERABEND.**

El concepto de inconmensurabilidad es un concepto clave en la filosofía de la ciencia de Feyerabend puesto que lo utiliza como parte de la definición del concepto más amplio de 'desarrollo del conocimiento'. Para Feyerabend

"(...) el conocimiento no consiste en una serie de teorías autoconsistentes que tiende a converger en una perspectiva ideal; no consiste en un acercamiento gradual hacia la verdad. Por el contrario, el conocimiento es un océano, siempre en aumento, de *alternativas incompatibles entre sí (y tal vez inconmensurables)*; toda teoría particular, todo cuento de hadas, todo mito, forman parte del conjunto que obliga al resto a una articulación mayor, y todos ellos contribuyen, por medio de este proceso competitivo, al desarrollo de nuestro conocimiento. No hay nada establecido para siempre, ningún punto de vista puede quedar omitido en una explicación comprensiva."¹⁰⁴

En estas frases se halla implícita buena parte de los principios básicos que configuran la concepción de la ciencia de Feyerabend: aquí se adivina su tesis de la proliferación de teorías, su relativismo, su anarquismo metodológico. Y a todo ello subyace como base la noción de inconmensurabilidad. A su vez, dicha noción surge fundamentalmente a partir de la crítica que Feyerabend elabora contra la epistemología empirista y, más concretamente, contra las ideas de reducción y explicación científicas tal y como son desarrolladas por Nagel y Hempel-Oppenheim, respectivamente. Por ello, comenzaremos con el análisis de esta crítica, de la que iremos extrayendo, junto con Feyerabend, las consecuencias que darán lugar a los principios básicos mencionados y a otros a los que aún no se ha hecho alusión.

1. EXPLICACIÓN, REDUCCIÓN Y EMPIRISMO.

Explanation, reduction and empiricism (1962) es el título del trabajo en el que Feyerabend introduce su concepto de inconmensurabilidad. Y lo hace, como hemos dicho, en el contexto de su crítica a la teoría de la reducción de Nagel y a la teoría de la explicación asociada con Hempel y Oppenheim. Feyerabend afirma que ninguna de estas teorías está de acuerdo con la práctica científica real ni con una metodología razonable. Estos enfoques son adecuados para representar la relación entre enunciados del tipo "Todos los cuervos son negros", pero cuando se aplican a estructuras comprensivas del pensamiento como la teoría del movimiento de Aristóteles, la teoría del *impetus*, la mecánica celeste de Newton, la electrodinámica de Maxwell, la teoría de la relatividad o la mecánica cuántica, ambos fracasan estrepitosamente. Este fracaso se deriva de la inaplicabilidad de los dos principios fundamentales sobre los que se basa la 'teoría ortodoxa' de la explicación y reducción: 1) Principio de deducibilidad, según el cual la explicación y la reducción se alcanzan por deducción en un sentido estrictamente lógico; 2) Principio de la invariancia del significado, según el cual una explicación no debe modificar los principales términos descriptivos que forman el explanandum.¹⁰⁵

1.1. CRÍTICA AL PRINCIPIO DE DEDUCIBILIDAD: EL PRINCIPIO DE PROLIFERACIÓN DE TEORÍAS.

El principio de deducibilidad expresa una condición necesaria para que la reducción de una teoría a otra o la explicación que da una teoría de un conjunto de fenómenos sean consideradas como tales. En el caso de la explicación, dada una teoría T y un conjunto de fenómenos, o explicandum E, perteneciente al dominio D de aplicación de la teoría, T se considera una explicación de E si y sólo si E es una consecuencia lógica de T. Análogamente, supongamos que T' es una teoría ya existen-

te cuyo ámbito de aplicación es D' , y que T es una teoría más amplia cuyo dominio de aplicación es D de manera que $D' \subset D$; según el principio en cuestión, T' queda reducida por T si y sólo si las leyes o principios fundamentales de T' son consecuencias lógicas de los presupuestos de T . Este principio fue adoptado por los seguidores del Círculo de Viena y también por muchos científicos practicantes en una forma más generalizada, que podemos llamar **principio de consistencia** y que se puede enunciar así: sólo son aceptables como explicación o reducción en un dominio determinado aquellas teorías que contienen a las teorías ya utilizadas en dicho dominio, o al menos son consistentes con ellas. Feyerabend intenta mostrar 1) que el principio de consistencia no puede aplicarse a la mayoría de los casos presentados como ejemplos de teorías reducidas y que, por tanto, no puede adaptarse al esquema deductivo y 2) que la adopción de dicho principio conduce a consecuencias metodológicas indeseables, en una palabra, como dijimos antes, trata de mostrar que el principio de deducibilidad (y el más amplio de consistencia) no concuerda con la práctica científica ni con una metodología razonable.

Para probar el primer punto, Feyerabend recurre a dos ejemplos de la historia de la ciencia: la superación de la teoría de Galileo por la dinámica newtoniana y la sustitución de la termodinámica fenomenológica por la termodinámica estadística tras superar el problema del movimiento browniano.

En el primer caso, se considera que el cuerpo central de la física galileana se ocupa del movimiento de objetos materiales (piedras que caen, péndulos, bolas en un plano inclinado) cerca de la superficie de la tierra. Un presupuesto básico de esta teoría es que las aceleraciones verticales en un intervalo (vertical) finito son constantes. Si llamamos T' a las leyes de esta teoría y T a las leyes de la mecánica celeste de Newton, la afirmación empirista de que T reduce a T' (o la explica) puede formularse así:

T & d \vdash T'

donde d expresa, en términos de T, las condiciones iniciales válidas en D'. En este caso, d incluye la descripción de la tierra y sus alrededores (suponiendo que está libre del rozamiento del aire y de los fenómenos debidos a la rotación) y el hecho de que la variación H de la altura del objeto es muy pequeña comparada con el radio R de la tierra.

Según esto, la expresión anterior no puede ser correcta: puesto que la razón H/R tiene un valor finito, aunque sea *muy pequeño*, T' no se sigue *lógicamente* de T y d. Lo que se sigue, más bien, es una ley T'' que, aunque experimentalmente indistinguible de T' (sobre la base de los experimentos que forman la evidencia de T'), es, no obstante, inconsistente con T'. Así pues, en una primera aproximación, vemos que es imposible establecer una relación *deductiva* entre T y T' por razones *cuantitativas*.

El resultado que extrae Feyerabend es que, tal y como se desarrolla la práctica científica, el hecho es que coexisten teorías alternativas *inconsistentes* entre sí. Así pues, al principio empirista de consistencia, Feyerabend contrapone el **principio de proliferación**, según el cual

"(...) la unidad metodológica a la que hay que referirse cuando se discuten cuestiones de contrastación y de contenido empírico está constituida por un *conjunto completo de teorías en parte coincidentes, factualmente adecuadas, pero inconsistentes entre sí.*"¹⁰⁶

El conocimiento se desarrolla no comparando una única teoría con la experiencia, sino llevando a cabo experimentos cruciales entre teorías que, aunque en concordancia con todos los hechos conocidos, son mutuamente inconsistentes y dan respuestas completamente diferentes en dominios inexplorados. Un buen ejemplo de esta forma de procedimiento la proporciona el desarrollo reciente de la termodinámica, a partir del descu-

brimiento del movimiento browniano. Como se sabe, la partícula browniana es una máquina de movimiento perpetuo de segunda especie y su existencia refuta la segunda ley (fenomenológica) de la termodinámica. No obstante ¿cómo podría haberse descubierto este hecho de forma *directa*, es decir, mediante una investigación directa de las consecuencias observacionales de la termodinámica vigente? Dicha investigación estaba más allá de las posibilidades experimentales puesto que las magnitudes involucradas (transferencia de calor, trayectoria de la partícula) no podían medirse con la mínima precisión requerida para establecer resultados concluyentes. Así pues, es imposible una refutación directa de la segunda ley que sólo tenga en cuenta la teoría fenomenológica y los 'hechos' del movimiento browniano. La refutación efectiva tuvo lugar a través de la teoría cinética y la utilización que Einstein hizo de ella para calcular las propiedades estadísticas del movimiento browniano. De esta forma, la termodinámica clásica quedaba incorporada en el contexto más amplio de la termodinámica estadística, pero de una forma que viola expresamente la condición de consistencia y sólo *después* fueron llevados a cabo los experimentos cruciales decisivos para la imposición de la segunda.

El rasgo más importante de esta situación es que la refutación de una teoría compleja puede ser imposible por razones estrictamente *empíricas*. Ya no pueden utilizarse las dificultades empíricas recalcitrantes para desechar una teoría T, pero se pueden usar *otras* teorías T', T'', T''', que acentúan dichas dificultades al mismo tiempo que proponen medios para su solución.

"Tanto la relevancia como el carácter refutador de los hechos decisivos sólo puede establecerse con la ayuda de otras teorías que, aunque factualmente adecuadas, no están de acuerdo con el punto de vista que ha de contrastarse. Siendo esto así, la invención y articulación de alternativas tal vez haya de preceder a la producción de hechos refutadores."¹⁰⁷

Al contrario que Kuhn, que admite la proliferación de teorías rivales sólo en el periodo preparadigmático y cuando se desencadena el periodo de crisis precedente a una revolución, mientras que el periodo de ciencia normal está regido por una especie de principio de tenacidad, Feyerabend afirma que la proliferación existe siempre. No hay periodos separados de monismo y proliferación (que concuerdan con los periodos de ciencia normal y de crisis, en términos de Kuhn), sino que siempre coexisten paradigmas diferentes e incompatibles en continua interacción.¹⁰⁹ Los que han mantenido que la única relación de interés es la relación entre una única teoría y 'los hechos' han creído que estos hechos son capaces de asentar o refutar dicha teoría y, por eso, se inclinaban a concebir la discusión entre alternativas como una cuestión de la historia o de la psicología, pero en ningún caso como un factor metodológico importante. Pero, tan pronto como se reconoce que la refutación (y también la confirmación) de una teoría necesita su incorporación en un conjunto de alternativas mutuamente inconsistentes, la discusión de estas alternativas adquiere una gran importancia para la metodología y debería ser incluida en la presentación de la teoría aceptada al final (entendiendo que la aceptación de una teoría no significa la desaparición de su rivalidad con las otras alternativas). Así, mucho de lo que ha sido llamado "histórico" o "psicológico" en las anteriores discusiones del método es una parte muy relevante de la teoría de los procedimientos de contrastación.¹¹⁰

Por otro lado, la adopción de la condición de consistencia tendría unos singulares efectos sobre el progreso científico: aceptar dicha condición conduciría a la eliminación de una teoría no porque es inconsistente con los hechos, sino porque es inconsistente con otra teoría todavía no refutada cuyas instancias confirmadas comparte. En efecto, en el ejemplo de la termodinámica, la condición de consistencia exigiría eliminar la teoría estadística porque sus principios fundamenta-

les son inconsistentes con los de la termodinámica fenomenológica. Según esto, cuando se pregunta por qué una teoría es retenida y otra rechazada, la única respuesta podría ser que la teoría que ha de ser retenida es la más antigua. Así, esta condición conduce a la preservación de las teorías más antiguas y el rechazo de las nuevas incluso antes de que éstas hayan tenido la posibilidad de ser confrontadas con los hechos. Si antes vimos que la condición de consistencia (y el principio de deducibilidad del que se deriva) no estaba de acuerdo con la práctica científica, ahora comprobamos que no puede ser incluida en una metodología razonable.

Ahora bien, proceder según el principio de proliferación es un método *racional (sic)*¹¹⁰ de provocar el cambio científico: no sólo es un 'catalizador externo de progreso', sino una parte esencial del mismo porque, además de recomendar la *invención* de teorías nuevas alternativas, evita la eliminación de *teorías más antiguas*, puesto que estas teorías contribuyen al contenido de sus rivales victoriosas.¹¹¹

Hay varias consecuencias que se derivan de la adopción del principio de proliferación: una de ellas es el anarquismo metodológico, que analizaremos más adelante; otra es la necesidad de volver la mirada hacia la historia:

*"Una ciencia interesada por encontrar la verdad debe retener todas las ideas de la humanidad para su posible uso, o, dicho de otra forma, la historia de las ideas es un constitutivo esencial de la investigación científica."*¹¹²

Y una tercera consecuencia es la transformación del concepto de racionalidad tal y como era mantenido tanto por el empirismo lógico como por el racionalismo crítico. Según éstos, la racionalidad debe ser evaluada mediante su comparación con las leyes de la lógica: se define la lógica de una cierta forma, se enuncian ciertas demandas para la ciencia y se concluye mostrando que estas demandas pueden ser satisfechas só-

lo si se construye la ciencia de acuerdo con las leyes de la lógica, que juegan, así, un papel fundamental, pues garantizan la racionalidad mientras que otras circunstancias sólo nos ayudan o nos obstaculizan en nuestro intento de alcanzarla. De esta forma, violar las leyes de la lógica pone fin a nuestra capacidad para el discurso racional. Para un empirista lógico o para un racionalista crítico hay una cuestión clara: progresen o no progresen, las partes de la ciencia que no están de acuerdo con la lógica no son racionales. Ahora bien, si se descubre que el conocimiento científico está plagado de contradicciones, que la ciencia a menudo viola aquellas leyes de la lógica consideradas *conditio sine qua non* de la racionalidad, que progresa no a pesar de estas violaciones, sino más bien, a causa de ellas, que este progreso implica cambios fundamentales que conducen a la inconmensurabilidad, entonces la lección es obvia: la racionalidad tal y como ha sido definida no ayuda al conocimiento y ha de ser eliminada¹¹³.

El ataque que se suele lanzar contra un sistema que adolezca de contradicciones internas consiste en hacer uso del principio de contradicción, que afirma que dada una contradicción se puede afirmar cualquier cosa. Pero

*"(...) hay formas de tratar las contradicciones que no conducen a la aserción no buscada de todo enunciado, sino a resultados específicos y altamente útiles. O, para expresarlo de otra manera, existe una lógica práctica, usada por los científicos y todavía no disponible de forma explícita (...) que nos capacita para hacer descubrimientos con la ayuda de sistemas infestados de contradicciones. Este es un serio reto a la extendida creencia en la suprema autoridad de ciertos tipos de lógica formal."*¹¹⁴

*"No hay una "racionalidad científica" que pueda considerarse como guía para cada investigación; pero hay normas obtenidas de experiencias anteriores, sugerencias heurísticas, concepciones del mundo, disparates metafísicos, restos y fragmentos de teorías abandonadas, y de todos ellos hará uso el científico en su investigación."*¹¹⁵

Así pues, la racionalidad tradicional, entendida como concordancia con las reglas de la lógica formal clásica, debe ser

sustituida, en opinión de Feyerabend, por una *racionalidad práctica* que esté de acuerdo con una *lógica práctica* menos rígida y menos estrecha.

"Si se quieren extraer principios de racionalidad del análisis de la ciencia, ésta debe poseer una cierta unidad. La imagen filosófica de la ciencia es naturalmente coherente en alto grado. La práctica científica, no obstante, es un proceso histórico que cambia continuamente, del cual se pueden extraer *reglas prácticas pero en ningún caso principios universales*."¹⁶

1.2. CRÍTICA AL PRINCIPIO DE LA INVARIANCIA DEL SIGNIFICADO: INCOMMENSURABILIDAD.

El otro principio sobre el que se basa la 'teoría ortodoxa' de la ciencia es, como ya dijimos, el principio de la invariancia del significado, que puede formularse como sigue: los significados son invariantes con respecto al proceso de reducción o de explicación. Este principio se incluye en la teoría general del significado desarrollada por el empirismo. Su principal punto de apoyo lo constituye la clara distinción entre los llamados lenguaje observacional y lenguaje teórico. Se considera que el lenguaje observacional L_o se refiere a los objetos y propiedades de objetos que son accesibles a la observación, es decir, que son de tal forma que un observador normal puede decidir rápidamente si el objeto posee o no determinada propiedad, mientras que el lenguaje teórico L_T contiene un sistema de postulados T cuyos términos sólo pueden ser parcialmente interpretados a través de las reglas de correspondencia (enunciados que contienen tanto términos observacionales como teóricos) que les ponen en conexión con los términos observacionales. Este procedimiento presupone que el significado de los términos observacionales está fijado independientemente de su conexión con cualquier sistema teórico. Al mismo tiempo, es el lenguaje de observación quien otorga su significado a los términos de L_T , que no posee una interpretación independiente, lo cual quiere decir que, mientras dos teorías se apliquen al mismo ámbito de fenómenos, es de-

cir, mientras los términos teóricos de dos teorías se refieran a los mismos términos observacionales, los significados de dichos términos teóricos permanecerán siendo los mismos.

A lo anterior Feyerabend contrapone la llamada *teoría pragmática de la observación*, que fue adoptada en un principio por el empirismo, pero que fue violada más tarde al afirmar que los términos observacionales otorgaban el significado a los términos teóricos. La teoría pragmática de la observación postula una separación tajante entre naturaleza y convención o, lo que es lo mismo, entre observación y significado. Esta separación permite una libertad de interpretación de los términos teóricos puesto que ahora la interpretación no depende de los términos del lenguaje observacional, sino del sistema teórico en el que los primeros están incorporados. De esta forma, dos teorías pueden aplicarse al mismo dominio de sucesos y, no obstante, contener términos teóricos comunes cuyo significado difiere fundamentalmente, lo cual impide que una de ellas sea reducida a la otra (o sea explicada por ella), como pretendían los empiristas.

El ejemplo utilizado para ilustrar esta cuestión es la relación entre la teoría del *impetus* y la mecánica newtoniana. La ley básica de la teoría del *impetus* se puede formular como sigue:

El *impetus* de un cuerpo en el espacio vacío que no está bajo la influencia de ninguna otra fuerza permanece constante.

Esta ley parece idéntica a la primera ley de Newton, de manera que en este caso el proceso de derivación de la primera a partir de la segunda caería en la trivialidad. Pero Feyerabend muestra que es imposible establecer una relación deductiva entre ellas. *Cuantitativamente*, el *impetus* es idéntico al momento o cantidad de movimiento de la mecánica newtoniana (producto de la masa del cuerpo por su velocidad, mv). Pero

es un error identificar *impetus* y momento pues, mientras que el primero se define como la fuerza responsable del movimiento de un cuerpo una vez que ha dejado de estar en contacto directo con su motor, es decir, como la *causa* del movimiento, el momento se define más bien como el *resultado* de dicho movimiento. De aquí hay que concluir que el concepto de *impetus*, tal y como ha sido fijado por la teoría a la que pertenece, no puede ser definido de forma razonable dentro de la teoría de Newton. Y esto es así porque el uso establecido en la teoría del *impetus* para dicho concepto envuelve una ley inconsistente con la mecánica newtoniana: el movimiento es un proceso resultante de la acción continua de un motor. La teoría del *impetus* no puede ser reducida a, ni explicada por, la teoría de Newton porque los conceptos básicos que utilizan no tienen el mismo significado. Así como el significado de un término no es una propiedad intrínseca del mismo, sino que depende de la forma en que el término ha sido incorporado a una teoría, de la misma forma, el contenido de una teoría (y, por ello, de nuevo, el significado de los términos descriptivos que contiene) depende de la forma en que ésta sea incorporada tanto en el conjunto de sus consecuencias empíricas como en el conjunto de todas las alternativas que se discuten en un momento dado.

Esta teoría contextual del significado hace que la imposibilidad de efectuar una reducción o una explicación en los términos establecidos por el empirismo, que en el apartado anterior se debía a razones *cuantitativas*, se convierta aquí en una imposibilidad por razones *cualitativas* derivadas del carácter *inconmensurable* de los respectivos contextos teóricos de las teorías en cuestión.¹¹⁷

Lo que ocurre, entonces, cuando hay una transición de una teoría T' a una teoría más amplia T (que se supone es capaz de abarcar todos los fenómenos que abarcaba T') es algo más radical que la incorporación de T' *incambiada* (esto es, con

respecto a los significados de sus términos descriptivos principales, así como de los significados de los términos del lenguaje de observación) en el contexto de T. Lo que ocurre es una *completa sustitución* de la ontología (y quizás incluso del formalismo) de T' por la ontología (y el formalismo) de T y un correspondiente cambio en los significados de los términos descriptivos del formalismo de T' (suponiendo que este formalismo se siga utilizando). Esta sustitución afecta no sólo a los términos teóricos de T', sino también al menos a algunos de los términos observacionales que aparecen en sus enunciados de contrastación. Los enunciados descriptivos y los que expresan lo que es accesible a la observación directa dentro del dominio de aplicación de la teoría T' significan ahora algo diferente. Por ejemplo, cuando se mide la 'masa' de un sistema según la mecánica clásica y según la relativista, los resultados, bajo ciertas condiciones, son los mismos, lo cual no quiere decir que se esté midiendo *lo mismo* en ambos casos: lo que se mide en el caso clásico es una *propiedad intrínseca* del sistema en cuestión; lo que se mide en el caso de la relatividad es una *relación* entre dicho sistema y otras variables que intervienen en él (velocidad, p.e.). Es, pues, imposible definir los conceptos clásicos en términos relativistas o relacionarlos con ellos con la ayuda de generalizaciones empíricas.¹¹⁸

"En resumen; introducir una nueva teoría implica cambios de perspectiva tanto con respecto a los rasgos observables como a los rasgos inobservables del mundo, y cambios correspondientes en los significados de incluso los términos más "fundamentales" del lenguaje empleado."¹¹⁹

Esta posición implica una concepción de las teorías científicas que se asemeja en grado muy alto a la que Kuhn expresó en su (1962): las teorías son formas de ver el mundo y su adopción afecta a nuestras expectativas y creencias generales y, por ello, a nuestras experiencias y nuestra concepción de la realidad.

"Podemos incluso decir que lo que es considerado "la naturaleza" en un momento dado es *nuestro propio producto* en el sentido de que todos los rasgos atribuidos a ella han sido primero inventados por nosotros y usados para poner orden en nuestros alrededores."¹²⁰

El cambio en el aparato conceptual va acompañado, pues, de un *cambio de experiencia* y presupone nuevas concepciones del mundo y nuevos lenguajes capaces de expresarlas. Como ejemplo ilustrativo, Feyerabend analiza las diferencias entre dos cosmologías sucesivas: la que prevaleció en Grecia durante el periodo arcaico (700-500 a.C.) y la que surgió en los siglos VII al V a.C.¹²¹

La cosmología arcaica se revela a través de sus pinturas y de los relatos homéricos fundamentalmente. El mundo homérico es un mundo de agregados que se yuxtaponen, es lo que Feyerabend llama un *agregado paratáctico* donde los elementos reciben todos la misma importancia, donde no hay jerarquía alguna y la única relación que existe entre ellos es la relación secuencial. Se da un tratamiento aditivo de los acontecimientos. Tampoco hay unidad en los conceptos del lenguaje: no hay expresiones que sirvan para definir el cuerpo o el alma humanos como entidades individuales, el 'cuerpo' es un agregado de miembros, tronco, movimientos; el 'alma' es un agregado de sucesos 'mentales' que no son necesariamente privados y pueden pertenecer a distintos individuos. Es un mundo sin sustancias. No hay un *conocimiento* que recoja la unidad tras la multiplicidad, no hay una *verdad* general que se refiera a esta unidad, sólo hay *conocimientos* o *verdades*. El *saber* es sólo la lista de esos conocimientos. También hay una multiplicidad de dioses que si poseen tal *saber*, es sólo porque ellos pueden divisar todas las partes del mundo. Con la nueva cosmología, sin embargo, surge un totalitarismo conceptual que reconoce unidades tras las diversas multiplicidades aparentes: hay un Mundo Verdadero tras el mundo de las apariencias; hay un Conocimiento por encima de los conocimientos; los eventos 'mentales' son ahora modificaciones, acciones de un

'yo' autónomo, se hacen, pues, más 'subjetivos'; los símbolos (lingüísticos, artísticos) informan de la estructura del objeto, de sus partes y de cómo las partes se relacionan entre sí para formar un todo coherente.

Ahora bien, ¿qué relaciones se pueden establecer entre estas cosmologías? Ambas están construidas con *elementos* diferentes: ni los términos del sentido común, ni las concepciones artísticas, ni la idea de la religión tienen rasgos comunes en una y otra. Así pues, en la transición de la una a la otra se introducen entidades nuevas y relaciones nuevas entre las entidades, al mismo tiempo que cambia el concepto y la auto-experiencia del hombre. Contemplados desde una de ellas, los individuos que pertenecen a la otra aparecerán como *locos* o *irracionales*. Y esto es así porque ambas cosmologías son *incommensurables*. Veamos como explica aquí Feyerabend esta noción de inconmensurabilidad:

"Tenemos un punto de vista (teoría, sistema, cosmos, modo de representación) cuyos elementos (conceptos, "hechos", grabados) se construyen de acuerdo con ciertos principios. Los principios implican algo semejante a un "coto cerrado": hay cosas que no pueden decirse, o "descubrirse" sin violar los principios (lo cual *no* significa contradecirlos). Díganse estas cosas, o háganse estos descubrimientos, y los principios quedan suspendidos. Tómense ahora estos principios constructivos que subyacen a todo elemento del cosmos (de la teoría), a todo hecho (concepto). Llamemos a tales principios *principios universales* de la teoría en cuestión. Suspender los principios universales significa suspender todos los hechos y todos los conceptos. Por último, digamos que un descubrimiento, o un enunciado, o una actitud, es *incommensurable* con el cosmos, (teoría, sistema) si suspende algunos de los principios universales."¹²²

El método empleado para establecer las características de estas dos cosmologías es idéntico al de un antropólogo que examina la concepción del mundo de una tribu (salvando las diferencias debidas a la escasez de fuentes o a la inexistencia de contacto personal en el caso de las cosmologías analizadas). En primer lugar, el antropólogo aprende el lenguaje y los hábitos sociales básicos de dicha tribu, intenta identificar las ideas clave y, una vez descubiertas, intenta *com-*

prenderlas e internalizarlas para que se graben firmemente en su memoria y en sus reacciones y así poder reproducirlas a voluntad. En ningún caso debe intentar una *reconstrucción lógica* de estas ideas mediante la comparación con las ideas de su propia cultura. Al terminar su estudio, el antropólogo lleva dentro de sí mismo tanto la sociedad nativa como su sociedad de base y, entonces, puede empezar a comparar las dos. La comparación decide si la cosmología nativa se puede reproducir en términos de alguna otra cosmología ya conocida o si, por el contrario, tiene una "lógica" propia sin antecedentes. Por último, Feyerabend propone explícitamente que el método antropológico es el método correcto para estudiar la estructura de la ciencia. Pero ¿qué tipo de comparación se puede establecer en el caso de que las cosmologías sean inconmensurables, como en el caso analizado? No se pueden comparar por el *contenido* puesto que representar los hechos de la una significa suspender los principios asumidos en la construcción de los hechos de la otra. Tampoco es posible *traducir* el lenguaje de la una a la otra, lo más que puede hacerse es aprender ambos sin la referencia a ningún otro lenguaje, de la misma forma que un niño aprende su idioma sin conocer ningún idioma previo. Esto no significa que no se puedan examinar y discutir dichos puntos de vista, pero esta discusión no puede hacerse en términos de cualesquiera relaciones lógicas (formales) entre los elementos de una y otra. Esta discusión tendrá que ser 'irracional'. Esto no significa que una persona no pueda, *en diferentes ocasiones*, usar conceptos que pertenecen a marcos inconmensurables. Lo único que no puede hacer una persona que ha entendido y aceptado un punto de vista inconmensurable con el que había mantenido, es aplicarlos *al mismo tiempo*.

Y es precisamente esta relación de inconmensurabilidad la que mantienen la teoría del *impetus* y la física newtoniana, la mecánica clásica y la mecánica relativista, la mecánica clásica y la teoría cuántica.

Pero Feyerabend deja bien claro que inconmensurabilidad no significa incomparabilidad. En la comparación que lleva a cabo en (1977) entre su concepto de inconmensurabilidad (inc_F) y el de Kuhn (inc_K)¹²³, Feyerabend establece que según inc_K diferentes paradigmas (A) usan *conceptos* que no pueden ser puestos en las relaciones lógicas usuales de inclusión, exclusión, solapamiento, etc; (B) nos hacen ver las cosas de forma diferente (investigadores que trabajan en paradigmas diferentes no sólo tienen diferentes conceptos, sino también diferentes *percepciones*) y (C) contienen diferentes *métodos* para llevar a cabo la investigación y evaluar sus resultados. De acuerdo con Kuhn, es la colaboración de todos estos elementos lo que hace a un paradigma inmune a las dificultades e incomparable con otros paradigmas. Por otro lado, inc_F originariamente, bajo la influencia de Wittgenstein, consistía también en la colaboración de (A), (B) y (C) pero más tarde se restringió al área (A), de forma que inconmensurabilidad, para Feyerabend, significa disjuntividad deductiva (*deductive disjointedness*) y *nada más*.

"Así, mientras inc_K es la incomparabilidad de paradigmas que resulta de la colaboración de (A), (B) y (C), inc_F es disjuntividad deductiva y nunca inferí de ello la incomparabilidad como sugiere Stegmüller."¹²⁴

Al quedar excluida la comparación por el contenido y, por tanto, una comparación de los contenidos de verdad y falsedad en términos popperianos, también queda excluida una comparación con referencia a la mayor o menor verosimilitud de las teorías. Pero ciertamente quedan otros métodos: hay criterios formales (una teoría lineal es preferible a una teoría no-lineal, una teoría coherente es preferible a una no coherente, el número de hechos predicho puede ser otro criterio) y criterios no formales (que exigen una conformidad con las leyes básicas de la teoría o con principios metafísicos básicos (como el 'principio de realidad' de Einstein)¹²⁵).

Ahora bien, lo más interesante de estos 'otros métodos' es que la mayoría de ellos, aunque razonables en el sentido de que están de acuerdo con los deseos de un considerable número de investigadores, son arbitrarios o 'subjetivos' en el sentido de que es muy difícil encontrar *argumentos* para fundamentar estos deseos. Así, la mayoría de las veces estos 'otros métodos' dan lugar a resultados conflictivos: una teoría puede parecer preferible por las numerosas predicciones que hace, pero éstas pueden estar basadas en aproximaciones arriesgadas y excesivamente complejas. De esta forma, la transición a criterios que no se refieren al contenido

"(...) convierte la elección de teorías de una rutina 'racional, 'objetiva' y más bien unidimensional en una compleja decisión que implica preferencias conflictivas, y la propaganda jugará un papel principal en ella, como en todos los casos que implican preferencias. Añadir las áreas (B) y (C) refuerza el componente subjetivo, o 'personal' (o sociológico) del cambio de teoría."¹²⁶

Los cambios que propone Feyerabend hacen imposible retener una teoría formal de la explicación o la reducción, tal y como pretendían los empiristas, porque estos cambios introducen consideraciones pragmáticas y 'subjetivas' inaceptables desde un punto de vista estrictamente lógico.

2. IRRACIONALISMO, RELATIVISMO, ANARQUISMO.

Feyerabend no sólo elimina la posibilidad de un enfoque formal de los procesos de explicación y reducción científicas, sino que aconseja abandonar todos los patrones de reconstrucción racional de la ciencia propuestos hasta entonces. Los principios del empirismo lógico (ser rigurosos, basar las teorías sobre mediciones, darle a la investigación una fundamentación lógica), del falsacionismo popperiano (tomar en serio las falsaciones, aumentar el contenido, evitar las hipótesis *ad hoc*), del falsacionismo sofisticado de Lakatos (modificar sólo el cinturón de protección del núcleo de la teoría, abandonar los programas de investigación degenerativos),

"ofrecen una explicación inadecuada de la ciencia porque la ciencia es mucho más 'cenagosa' e 'irracional' que su imagen metodológica. Y tienden a obstaculizarla porque el intento de hacer más 'racional' y más rigurosa la ciencia desemboca (...) en su destrucción. (...). Sin un olvido frecuente de la razón, no hay progreso."¹²⁷

Los hechos por sí solos no son lo suficientemente fuertes para hacernos rechazar, o aceptar, las teorías científicas, el margen que dejan al pensamiento es *demasiado amplio*; por el contrario, la lógica elimina demasiadas cosas, es *demasiado estrecha*. En medio de estos dos extremos Feyerabend coloca el dominio siempre cambiante de las ideas y deseos humanos. Ninguno de los métodos que Hempel, Nagel, Popper o Lakatos quieren aplicar para racionalizar la ciencia es aplicable, lo único que queda son juicios estéticos, juicios de gusto, prejuicios metafísicos y deseos religiosos, en una palabra, *nuestros propios deseos subjetivos*.

La única respuesta a la pregunta ¿por qué una elección es 'racional'? o ¿cómo se fundamenta la elección de un procedimiento determinado, por ejemplo la ciencia frente a la superstición?, sigue siendo la respuesta dada por Protágoras: *es una cuestión de gusto*. La ciencia es una empresa humana, y es preferible que la elección entre teorías lo suficientemente generales como para proporcionarnos un enfoque comprensivo del mundo y la elección de nuestra cosmología básica sean una cuestión de gusto a que sea algo 'objetivo' e impermeable a los gustos y deseos humanos. Lo 'objetivo', entendido como independiente de cualquier marco conceptual, no existe. Los juicios de los participantes de una tradición de pensamiento *parecen* objetivos porque ni los participantes ni la tradición son mencionados.

"Mantengo también que la apariencia de objetividad asociada a algunos juicios de valor deriva del hecho de que se *utilice*, aunque no se *reconozca*, una tradición determinada; la falta de toda impresión de subjetividad no es una prueba de "objetividad", sino la prueba de una omisión."¹²⁸

La dependencia de los juicios de una tradición salen a la luz sólo cuando se enfrentan con los juicios de los participantes en una tradición distinta.

El relativismo afecta también al concepto de 'verdad'. La verdad es un rasgo inmanente a la propia investigación científica y, por ello, *no guía el desarrollo de la ciencia, sino que queda constituida por él y se modifica de un periodo histórico a otro. De esta forma,*

"La elección de un estilo, de una realidad, de una forma de verdad, incluyendo criterios de realidad y racionalidad, es la elección de un producto humano. Es un *acto social*, depende de la *situación histórica*, ocasionalmente es un proceso relativamente consciente -se reflexiona sobre distintas posibilidades y se decide una por una-, mucho más frecuentemente es acción directa basándose en intuiciones más fuertes. Es "objetiva" esta elección sólo en el sentido condicionado por la situación histórica; también la objetividad es una característica de estilo (...)." ¹²⁹

Y, por supuesto, este relativismo, aplicado al método, se transforma en el anarquismo metodológico que caracteriza a Feyerabend: no hay ningún método científico, no hay ningún procedimiento único, no hay ningún conjunto de reglas que sea fundamental para la investigación y que garantice que es 'científica'.

"La idea de un método universal y estable que sea medida inmutable de adecuación, así como la idea de una *racionalidad* universal y estable, son tan fantásticas como la idea de un instrumento de medición universal y estable que mida cualquier magnitud al margen de las circunstancias." ¹³⁰

Considerando el rico material que proporciona la historia y prescindiendo de toda pretensión de 'objetividad' y 'verdad', se llegará a la conclusión de que el único principio que puede defenderse bajo *cualquier* circunstancia y en *todas las etapas del desarrollo humano es el principio de que todo sirve (anything goes)*.

No obstante, el famoso lema de Feyerabend "todo sirve", que se ha utilizado como carta de presentación de su anarquismo

metodológico, ha sido sistemáticamente mal interpretado. Se ha querido ver en este lema una voluntad de prescindir de todo método, un intento de eliminar toda regla en virtud de su presunta inutilidad. Pero nada más lejos de la intención de Feyerabend. Lo que mantiene no es que se deba proceder sin reglas, sino que todas las reglas tienen sus limitaciones. El enfoque contextual que defiende no pretende *sustituir* las reglas absolutas por las reglas contextuales, sino sólo *complementarlas*. No trata de eliminar reglas, ni de demostrar su inutilidad. Su intención es aumentar el repertorio de reglas y sugerir un nuevo uso de éstas. Esto quiere decir que todas las reconstrucciones, todas las reglas, todos los métodos, sólo son válidos en *algunos* casos, mientras que fracasan en otros. Hay que usar diferentes métodos en diferentes ocasiones, puesto que la suposición de que un esquema metodológico único (ya sea racional o irracional) puede abarcar *toda* la ciencia y, por extensión, *todo* el pensamiento humano es sólo un sueño.

"Es esto, pues, lo que entiendo bajo el slogan 'todo sirve': no hay garantía de que las formas conocidas de racionalidad tendrán éxito y de que las formas conocidas de irracionalidad fracasarán. *Cualquier* procedimiento, aunque sea ridículo, puede conducir al progreso, *cualquier* procedimiento, aunque sea seguro y racional, puede dejarnos atascados en el fango."¹³¹

3. CONCLUSIONES.

La primera dificultad que surge al enfrentarnos con el concepto de inconmensurabilidad tal y como es presentado por Feyerabend, y yo diría aún más, cuando nos enfrentamos al concepto de inconmensurabilidad en general, es la imposibilidad de ofrecer una definición explícita del mismo. En efecto, el propio Feyerabend reconoce este hecho:

"(Como la inconmensurabilidad depende de clasificaciones ocultas e implica importantes cambios conceptuales, apenas resulta posible ofrecer una definición explícita de la misma. Las 'reconstrucciones' usuales tampoco conseguirán hacerla patente. Se ha de exponer este fenómeno; el lector ha de ser conducido a él enfrentándolo con una gran variedad de ejemplos; y luego el lector debe juzgar por sí mismo. (,,,))"¹³²

Bien, juzguemos. Después de analizar los escritos de Feysabend y su examen de ejemplos históricos podemos identificar varias acepciones distintas del término 'inconmensurabilidad', aplicado a las teorías científicas: 1) diferencia en las ontologías, 2) suspensión de los principios de una de las teorías por los principios de la otra, 3) cambios en los aparatos conceptuales, 4) variación de los significados de los términos fundamentales, 5) disjuntividad deductiva. Las cuatro primeras acepciones se pueden agrupar en dos tipos de inconmensurabilidad, las tres primeras forman lo que podemos llamar la inconmensurabilidad ontológica y la cuarta la inconmensurabilidad lingüística que, no obstante constituyen una especie de cadena de razonamientos en la que cada una de ellas implica a la siguiente. Una diferencia en las respectivas ontologías de dos teorías científicas, tomemos como ejemplo la mecánica clásica y la relativista, supone que los principios básicos de la ontología de la una quedan suspendidos por los principios básicos de la otra. El mundo de la física clásica está formado por objetos con ciertas propiedades tales como formas, masas, volúmenes, intervalos temporales; uno de los "principios fundamentales" de esta ontología es que estas propiedades son *inherentes* a los objetos y que sólo cambian a consecuencia de una interferencia física directa. La ontología de la mecánica relativista, al menos en la interpretación de Einstein-Bohr, implica que no existen propiedades inherentes, que las masas, formas, intervalos de tiempo, son *relaciones* entre objetos físicos y sistemas de coordenadas, que pueden cambiar, *sin ninguna interferencia física*, cuando se sustituye un sistema de coordenadas por otro. El principio fundamental clásico antes mencionado queda, pues, en suspenso. El descubrimiento de que ciertas entidades no existen, de que, si existen, tienen distintas características o de que existen entidades nuevas, exige una *redescripción* de los sucesos físicos, es decir, exige un marco conceptual distinto. El marco conceptual que surge no sólo *niega* el estado de cosas anterior (el clásico, en este caso), sino que ni siquiera

permite *formular enunciados* que expresen tal estado de cosas, pues los términos fundamentales comunes de ambos marcos conceptuales no tienen ya un significado común.

Pero Feyerabend no deja nada claro si alguna de ellas, la incommensurabilidad ontológica o la incommensurabilidad lingüística, tiene preferencia sobre la otra a la hora de determinar en qué consiste *fundamentalmente* la incommensurabilidad de las teorías científicas. En algunos pasajes de su obra parece dar primacía a la segunda:

"Dentro de las ciencias, la incommensurabilidad está estrechamente relacionada con el significado."¹³³

Pero en otros considera que el hecho que caracteriza a la incommensurabilidad es la suspensión de los principios básicos de la ontología de las teorías:

"(...) es cierto que los sistemas incommensurables y los conceptos incommensurables pueden exhibir muchas similitudes estructurales, pero este rasgo no elimina el hecho de que los principios universales de un sistema quedan suspendidos por el otro sistema. Es *este* hecho el que establece la incommensurabilidad a pesar de todas las similitudes que se puedan descubrir."¹³⁴

Por otro lado, la disjuntividad deductiva de dos teorías incommensurables, es decir, la imposibilidad de que se pueda establecer entre ellas la relación puramente lógica de la derivabilidad, parece ser una consecuencia de los cambios sufridos por los respectivos marcos conceptuales y, con ello, por los significados de los términos descriptivos comunes a ambos: una teoría no puede deducirse de la otra cuando no parten de premisas comunes y cuando los términos utilizados en el proceso de deducción no tienen el mismo significado. Por ello, creo que el término 'incommensurabilidad' en la epistemología de Feyerabend es sinónimo de 'disjuntividad deductiva', siempre que entendamos que esta expresión contiene dentro de sí las ya mencionadas de 'disparidad ontológica' (o de perspectiva), 'disparidad conceptual' y 'disparidad de

significados'. De otra manera no podrían entenderse las siguientes frases de Feyerabend:

"Para mí, inconmensurabilidad no significa otra cosa que separación deductiva (deduktive Trennung)."¹³⁵

"Cuando uso el término 'inconmensurable' siempre quiero decir disjuntividad deductiva (deductive disjointedness), y *nada más*."¹³⁶

No obstante, Feyerabend no afirma que dos teorías cualesquiera sean inconmensurables. Sólo a ciertas teorías, las llamadas teorías 'universales' o 'no-instanciales', es decir, sólo a los puntos de vista cosmológicos comprensivos (aquellos cuyos elementos están presentes en todos los procesos de cierto dominio) se les puede aplicar las consideraciones sobre inconmensurabilidad tratadas en este capítulo. Es más, dichas consideraciones sólo pueden aplicarse a teorías universales *interpretadas de cierta forma*: interpretadas como sistemas cuya tarea principal es ofrecer "una explicación correcta del mundo, i. e. de la totalidad de los hechos *tal y como están constituidos por sus conceptos básicos propios*."¹³⁷ Interpretadas como instrumentos de cálculo cuya misión es producir predicciones correctas de los fenómenos, sin pretender que el marco teórico que las produce nos dé una información adicional sobre las entidades que pueblan el universo, su comportamiento y sus relaciones, las teorías no pueden considerarse nunca inconmensurables, en el sentido analizado hasta aquí, puesto que no contienen las implicaciones ontológicas que contienen si son interpretadas en el sentido comprensivo de Feyerabend, es decir, como *concepciones del mundo*.

Por último, creo que la conclusión más clara que se puede sacar del análisis del concepto de inconmensurabilidad en Feyerabend es que la *inconmensurabilidad no significa incomparabilidad, sino sólo la imposibilidad de aplicar simultáneamente dos teorías competidoras* y que la elección entre ellas no está regida por reglas fijas y de acuerdo con la lógica, o al

menos, no sólo por ellas, sino por reglas que obedecen pautas que pertenecen al ámbito de la razón práctica más que al ámbito de la razón teórica, donde los principios directores están constituidos por juicios subjetivos.

**CAPÍTULO 4. LA PROPUESTA ESTRUCTURALISTA DE SOLUCIÓN
DEL PROBLEMA DE LA INCOMMENSURABILIDAD.**

El programa estructuralista surge como alternativa a la concepción carnapiana o formalista de las teorías (concepción lingüística standard). A la hora de elaborar una reconstrucción racional de una teoría científica, el primer paso consiste en llevar a cabo una axiomatización de la misma que fije su estructura matemática. En filosofía de la ciencia se han hecho intentos en este campo desde dos enfoques diferentes: la concepción de Carnap y la concepción de Suppes. Según el enfoque de Carnap, la teoría debe axiomatizarse dentro de un lenguaje formal. El enfoque de Suppes es completamente distinto, pues sólo usa la lógica informal y la teoría informal de conjuntos para construir la axiomatización. Desde este punto de vista, las teorías científicas reales (y más concretamente, las teorías físicas) pueden axiomatizarse sin recurrir a lenguajes formales.

El enfoque de Suppes colocó las bases de la concepción estructuralista de las teorías. Sus principales exponentes son Sneed, Balzer, Stegmüller y Moulines. Aunque Stegmüller niega explícitamente¹⁹⁷ que el origen del estructuralismo se deba al intento de ofrecer una reconstrucción de la filosofía de la ciencia de Kuhn, ésta encaja bastante aproximadamente en el tratamiento que el estructuralismo hace de las teorías científicas. Stegmüller considera que la reconstrucción de teorías físicas con un aparato matemático complejo dentro de la concepción formalista de Carnap no es una alternativa viable en la práctica. Según la concepción standard, una teoría es un conjunto de enunciados, es decir, entidades lingüísticas con significado, que pueden ser verdaderas o falsas. Según esto, las teorías científicas ideales son aquellas que están perfectamente axiomatizadas y formalizadas. El conjunto de los axiomas y sus consecuencias lógicas, extraídas por medio del cálculo deductivo, constituye la teoría.

Una de las dificultades de la concepción que Stegmüller denominó enunciativa (además de otras dificultades en las que no voy a entrar aquí) fue constatada por Kuhn y Feyerabend en sus primeros escritos y es la de que las teorías científicas no son caracterizables simplemente por una lista de axiomas, las teorías científicas son algo más que una serie de enunciados (el concepto kuhniano de 'paradigma', no sin cierta ambigüedad, pretende dar una idea de ese 'algo más'). El primero en ofrecer una alternativa a la concepción enunciativa de las teorías físicas fue J.D. Sneed en su obra *The Logical Structure of Mathematical Physics*, en la que lleva a cabo un análisis de la estructura de las teorías mucho más fino del que permitía la concepción enunciativa. La tarea que Suppes ya había realizado se limita a incluir las teorías de la física matemática en el programa de Bourbaki. (Este último había demostrado para un gran número de teorías matemáticas que se puede renunciar a la formalización sin tener por ello que renunciar a la precisión.) Para ello, Suppes no utilizó la lógica formal ni la teoría formal de conjuntos, sino la lógica informal y la teoría informal de conjuntos. Lo que lleva a cabo el estructuralismo es una aplicación del programa de Bourbaki, para lo cual introdujo una teoría informal de modelos o semántica informal.

Los elementos mínimos en el análisis estructuralista de las teorías físicas no son sus enunciados, sino sus *modelos*, correlatos formales de los aspectos de la realidad que la teoría explica. Dichos modelos son fijados por un predicado conjuntista de la forma "a es S", que también incluye la ley fundamental de la teoría. Aquí se considera esencial la distinción entre dos niveles conceptuales dentro de una teoría física: un campo de aplicaciones empíricas y una superestructura teórica que sistematiza dicho campo. Esta distinción no se identifica con la distinción absoluta entre lenguaje observacional y lenguaje teórico, pues en el contexto estructuralista ésta última es relativa a la teoría concreta analiza-

da, según el significado que los conceptos tienen dentro de dicha teoría. (Hay que aclarar que el concepto estructuralista de significado no se encuadra en una semántica de tipo puramente referencial, como la de Tarski, sino más bien en una semántica de tipo funcional, como la de Wittgenstein, en la que el significado se entiende como *uso*.) Así, el discurso sobre los términos teóricos o no-teóricos debe ser sustituido por el discurso acerca de los términos 'T-teóricos' (funciones cuyo valor depende de la validez de la teoría a la que pertenecen) o 'T-no-teóricos' (funciones cuyo valor es independiente de la validez de la teoría). Los conceptos T-no-teóricos son los que forman la base empírica de la teoría en cuestión, la base sobre la cual la teoría se mantiene o se refuta, y los conceptos T-teóricos son los que constituyen la estructura teórica.

La dicotomía T-teórico/T-no-teórico es la responsable de la división de la extensión M del predicado conjuntista "a es un S" en tres conjuntos M_{PP} , M_P y M . M_P es el conjunto de todos los modelos posibles que incluyen el aparato de los conceptos teóricos, son estructuras que satisfacen ciertas condiciones estructurales para ciertos conceptos; M_{PP} es el conjunto de todos los modelos parciales potenciales que se obtienen eliminando de M_P los componentes teóricos; M es el conjunto de todos los modelos posibles que satisfacen la(s) ley(es) fundamental(es) contenida(s) en el predicado conjuntista. Lo que conecta todos estos modelos entre sí son las *condiciones de ligadura* (C), que, formalmente hablando, constituyen un subconjunto del conjunto potencia de M . Todos estos elementos se interrelacionan entre sí formando una estructura compleja y general, que Sneed denominó el *núcleo* de la teoría, y que es el presupuesto mismo del uso de la teoría a través de sus aplicaciones. En la terminología estructuralista, las aplicaciones empíricas forman parte del conjunto total de los modelos parciales. A su vez, el conjunto de aplicaciones empíricas incluye un conjunto de aplicaciones paradigmáticas, apli-

caciones especiales de la teoría que sirven de ejemplos paradigmáticos para el uso de la teoría en otros casos distintos de aquellos para los que un principio fue concebida.

Así pues, la estructura de una teoría física puede describirse como un par ordenado $\langle K, I \rangle$, donde K representa el núcleo de la teoría e I el conjunto de aplicaciones propuestas de la misma. A su vez, el núcleo se puede describir como una tupla de cuatro elementos $\langle M_P, M_{PP}, M, C \rangle$, o de cinco $\langle M_P, M_{PP}, r, M, C \rangle$, donde M_P son los modelos potenciales de la teoría; M_{PP} son los modelos potenciales parciales; r es la función que elimina los términos teóricos de los modelos potenciales, transformándolos en modelos potenciales parciales, $r: M_P \rightarrow M_{PP}$; M son los modelos y C son las condiciones de ligadura. El núcleo y las aplicaciones paradigmáticas constituyen la parte inatacable de la teoría, son el supuesto indiscutido con el que se trabaja en un periodo de ciencia normal. Pero hay otros elementos que no son esenciales para la identidad de la teoría. Estos elementos son las aplicaciones no paradigmáticas, nuevas aplicaciones que se proponen, aceptan o rechazan por referencia al núcleo y a las aplicaciones paradigmáticas, y las leyes especiales, más restringidas que la ley fundamental. Estrictamente hablando, estas no forman parte de la teoría, son ampliaciones del núcleo, que varían con el desarrollo de la teoría y cuya falsedad, en caso de que sean falsas, no afecta ni al núcleo ni a las aplicaciones paradigmáticas. En términos formales, las leyes especiales restringen la extensión del predicado conjuntista fundamental, añadiendo nuevos axiomas. Las leyes y aplicaciones especiales son esenciales para comprender los aspectos dinámicos de las teorías.

"(...) la *evolución* de una teoría sólo puede ser entendida tomando en consideración los procesos de descubrimiento, mejora y, por supuesto, abandono ocasional de supuestas leyes especiales y de las ligaduras conectadas con ellas."¹³⁸

En el estructuralismo no se da una distinción formal entre teorías y leyes. Para ambas se acuña el término de *elemento teórico*. Lo que originalmente se denominaba 'la teoría' es ahora el elemento teórico básico, que consta del núcleo básico y de las aplicaciones paradigmáticas $\langle K, D \rangle$, a partir del cual se originan todas las especializaciones. El resultado de las sucesivas ampliaciones del elemento básico por introducción de nuevas leyes especiales y nuevas aplicaciones, da lugar a una *red de elementos teóricos* o, dicho de otra manera, a una *red teórica*.

El elemento teórico posee no sólo un aspecto formal-semántico (constituido por el núcleo), sino también uno pragmático (las aplicaciones), uno sociológico (la comunidad científica) y uno histórico (un intervalo temporal), esenciales todos ellos para la dinámica teórica. Los periodos históricos están ordenados mediante la relación "es históricamente anterior o simultáneo a". Si se determinan los intervalos históricos mediante intervalos de números reales, la relación anterior se puede definir en términos de la relación « \prec » sobre los números reales (que representarían instantes). Pero Moulines cree que esta definición no es necesaria ni conveniente; es más adecuado tomar los intervalos históricos como objetos de naturaleza cualitativa, "borrosa", no identificable con intervalos numéricos. También las comunidades científicas son objetos de carácter borroso para los cuales no existen criterios exactos de demarcación ni una definición exacta. Tan sólo pueden describirse aproximadamente mediante las siguientes características: es un grupo de personas, cuyos miembros se comunican entre sí en un "lenguaje científico" específico y participan de técnicas de medición, procedimientos observacionales y de cálculo específicos para contrastar sus hipótesis.

La definición completa de un elemento teórico es, pues, la siguiente: ¹³⁹

T es un elemento teórico si y sólo si existen K , I , CC , y h , tales que:

- (1) $T = \langle K, I, CC, h \rangle$.
- (2) K es un núcleo.
- (3) $I \subseteq \mathcal{P}(M_{PP})$.
- (4) CC es una comunidad científica.
- (5) h es un intervalo histórico.
- (6) CC se propone aplicar K a I durante h .

El concepto pragmático de 'elemento teórico' capta gran parte de los aspectos que constituyen el concepto kuhniano de 'paradigma' y el concepto de 'ciencia normal' se expresa en el estructuralismo mediante la noción pragmática de '*mantener una teoría*': el hecho de que varias personas pertenezcan a la misma tradición de ciencia normal se puede expresar diciendo que mantienen una y la misma teoría.

Al hablar de la evolución de una teoría a través del tiempo entramos en consideraciones que hacen referencia al progreso científico. Dentro del periodo científico normal, Stegmüller distingue tres tipos de progreso¹⁴⁰: (1) *progreso teórico*, consistente en un refinamiento del núcleo del elemento teórico; (2) *progreso empírico*, en el que se da un incremento en el conjunto de aplicaciones propuestas; (3) *progreso en confirmación*, en el que presuntos elementos se transforman en elementos en firme de I . Los estructuralistas rechazan la idea de la unidireccionalidad del progreso y con ello, la identificación del progreso con la convergencia hacia la verdad. La caracterización de la evolución de la ciencia por parte del estructuralismo se hace en términos de 'progreso ramificado': una comunidad científica desarrolla una teoría siguiendo una serie de pasos; en un momento dado, el grupo científico pierde toda esperanza de conseguir nuevos resultados progresivos por el camino actual y decide volver a la fase anterior para tomar una dirección alternativa, y así sucesivamente (las sucesivas ramificaciones del progreso pueden

llegar a formar un entramado relativamente complejo). El abandono de la primera alternativa significa que los logros conseguidos en esa fase no se volverán a producir (esto hace referencia a la idea de Kuhn de que cuando un paradigma sustituye a otro se producen tanto ganancias como pérdidas).

En el progreso durante los periodos de ciencia normal, la superestructura teórica se preserva mientras que lo que cambia son las leyes especiales y las aplicaciones no-paradigmáticas. Pero los periodos de revolución científica se caracterizan precisamente por un cambio en las superestructuras teóricas sucesivas. La principal dificultad para definir el progreso en los casos de cambio revolucionario (o desalojo teórico, en palabras de Stegmüller), consiste en el hecho de que la superestructura teórica de la teoría sustituyente T_2 es diferente de la superestructura teórica de la teoría sustituida T_1 . Esto implica que los términos T_1 -teóricos son diferentes de los términos T_2 -teóricos, ambos se usan de distintas formas, es decir, tienen un significado distinto. T_1 y T_2 son inconmensurables. ¿Cómo se puede decir que T_2 es progresiva con respecto a T_1 si las dos teorías son inconmensurables?¹⁴¹ La existencia de teorías sucesivas inconmensurables pone en duda la racionalidad del progreso científico. Para intentar salvar la racionalidad de la ciencia, hay que buscar una serie de *relaciones interteóricas* adecuadas tanto a los periodos de ciencia normal como a los casos de revolución científica. Dichas relaciones interteóricas son relaciones de reducción. Lo que implica la noción intuitiva de reducción es que si T_1 es reducible a T_2 , entonces T_2 explica o describe todo lo que T_1 explicaba o describía, e incluso más, por lo que puede considerarse que T_2 es más poderosa que T_1 . En el caso de dos teorías separadas por una revolución científica se puede establecer un primer tipo de reducción mediante una correspondencia entre las partes no-teóricas de los respectivos elementos teóricos; en este caso se hablará de "reducción débil". Un segundo tipo más interesante de reducción es

el que se establece entre los componentes teóricos, es decir, entre los modelos potenciales de ambas teorías. En este caso se habla de "reducción fuerte" o, simplemente, de "reducción". Así pues, es perfectamente posible que la teoría desplazada y la desplazante sean inconmensurables al mismo tiempo que la primera es reducible a la segunda. El escepticismo de algunos filósofos de la ciencia ante la posibilidad de este hecho, es decir, ante la posibilidad de una revolución científica progresiva, la achaca Stegmüller a su adhesión a la concepción enunciativa de la ciencia: si las teorías son conjuntos de enunciados, frases formuladas en diferentes lenguajes, con distinto vocabulario tienen que ser incomparables. Sin embargo, en la concepción defendida por Stegmüller, las estructuras internas de teorías diferentes pueden ser analizadas, y comparadas, en el mismo lenguaje informal, llegando a la conclusión de que dos teorías inconmensurables son teorías con núcleos diferentes y que el progreso entre ellas se puede definir en términos de reducción (en el capítulo 6 mencionaremos algunas de las dificultades que plantea esta conclusión).

Por otro lado, Stegmüller sostiene que entre dos teorías T_1 y T_2 tales que T_2 desplaza a T_1 , además de una "inconmensurabilidad teórica", " inc_t ", es decir, las superestructuras teóricas respectivas son diferentes, puede existir un tipo más preocupante de inconmensurabilidad, la "inconmensurabilidad empírica", " inc_m ". En este caso deja de estar justificado decir que ambas teorías se refieren a los mismos sistemas empíricos, pues no puede establecerse una correspondencia entre sus respectivos M_{EP} y, por tanto, la relación de reducción no resulta satisfecha.

No obstante, siempre queda la posibilidad de hacer uso de recursos pragmáticos de comparación, como puede ser el del respectivo *rendimiento* de las teorías en cuestión. La racionalidad del progreso en los casos en que una teoría es sustituida

por otra inconmensurable con ella quedaría garantizada por este recurso al rendimiento, cuyos aspectos cuantitativos y cualitativos estarían perfectamente expresados en los cinco valores ya mencionados por Kuhn: precisión, consistencia, alcance, sencillez y fertilidad heurística, aceptados como valores capaces de conseguir un relativo consenso entre los miembros del grupo científico a la hora de elegir entre dos teorías en competencia.

Pero la noción de reducción no está libre de problemas, algunos de los cuales serán mencionados en el capítulo 8.

**CAPÍTULO 5. EL REALISMO ANTE EL RETO DE LA
INCONMENSURABILIDAD.**

La noción de inconmensurabilidad, en el sentido de Kuhn y Feyerabend, es decir, como inconmensurabilidad semántica y conceptual, que se traduce en inconmensurabilidad ontológica, representa un obstáculo para todas aquellas actitudes epistemológicas que conciben la ciencia como una actividad racional. Y, exceptuando a Feyerabend, que se mantiene cómodamente en una postura irracionalista, se puede decir que todos los demás filósofos de la ciencia, intentan salvar la racionalidad científica, independientemente de su concepción del desarrollo científico. Incluso

"(...)Kuhn admite explícitamente la interpretación de que la ciencia es una actividad racional a pesar de sus reservas en relación con los viejos enfoques sobre el lugar de la racionalidad en el cambio científico."¹⁴⁹

No obstante, la dificultad que supone admitir la existencia de teorías científicas inconmensurables no es la misma para todos los planteamientos epistemológicos. Los enfoques anti-realistas, debido a su concepción de las teorías científicas como instrumentos de sistematización, cálculo y predicción de fenómenos observables, o como mecanismos de resolución de problemas empíricos, carentes en todo caso de implicaciones ontológicas, han superado con cierta facilidad el problema de la inconmensurabilidad, pues al eliminar los compromisos ontológicos de las teorías científicas, eliminan también el sentido más problemático de la inconmensurabilidad, el ontológico (pero, desde nuestro punto de vista, el anti-realismo paga a cambio de este éxito el alto precio de una excesiva trivialización de la ciencia). Sin embargo, se ha considerado generalmente que la inconmensurabilidad es un escollo insalvable para las epistemologías realistas, por lo que casi todas ellas se han esforzado para encontrar alguna vía hacia la conmensurabilidad. En el presente capítulo, por el contrario, se mostrará que el realismo ha experimentado un proceso de evolución (que iremos contrastando con algunas alternativas

anti-realistas) a partir del realismo metafísico para llegar a un planteamiento nuevo, el quasi-realismo, que hace posible integrar la noción de inconmensurabilidad en un marco epistemológico basado todavía en presupuestos realistas.

Generalmente hablando, el realismo científico es la doctrina que afirma que la meta de la ciencia es la de encontrar teorías aproximadamente verdaderas acerca de la realidad, y que la aceptación de una teoría científica implica la creencia de que dicha teoría es verdadera. Esta definición esquemática encubre tres supuestos típicamente realistas: i) *existe una realidad* que nuestras teorías científicas intentan captar (supuesto ontológico); ii) esta realidad es aquéllo a lo que nuestras teorías científicas se *refieren* por medio de los términos que las constituyen (supuesto semántico); iii) esta realidad es *accesible* al conocimiento humano a través de las teorías científicas (supuesto epistemológico). El anti-realismo, por definición, niega estos supuestos, ya sea total o parcialmente.

El realismo se apoya en una teoría de la verdad como correspondencia con los hechos, en una doctrina fregeana del significado de los términos (como compuesto por sentido y referencia), y en una concepción del progreso científico, según la cual éste consiste en una sucesión de teorías que se aproximan cada vez más a la verdad, es decir, que son cada vez más verosímiles.

El anti-realismo, de utilizar el concepto de verdad, no lo hace dentro del marco de la teoría de la verdad como correspondencia, sino de teorías distintas de la verdad: teoría de la verdad como coherencia, teoría del consenso, teoría pragmática de la verdad. Los anti-realistas, en general, niegan la posibilidad de un progreso teleológico, sobre todo, si la meta a la que tiende dicho progreso es la verdad, y se muestran escépticos a la hora de reconocer que los términos cien-

tíficos tienen una referencia en el mundo real. Para exponer más claramente estas dudas recurren a la historia de la ciencia: algunos de nuestros antepasados filósofos o científicos creían que existían ciertas entidades que nosotros, desde nuestro actual punto de vista teórico, consideramos inexistentes. En estas etapas ancestrales del conocimiento humano había dioses, brujas y almas reencarnadas. Aristóteles nos informa de la existencia de esferas celestes que giran alrededor de la Tierra y que contienen los planetas y las estrellas. En las teorías medievales de la visión se habla de especies intencionales que emanan de los objetos y se impresionan en nuestros ojos; en los escritos de Buridan sobre el movimiento se habla de la existencia del *impetus*; existía el flogisto, el calórico, los efluvios eléctricos; en el siglo XIX la teoría electromagnética nos habla del éter. En estos casos se puede decir que los científicos disponían de evidencia que les aseguraba que tales entidades existían, o que esta evidencia justificaba su creencia en tales entidades o que garantizaba que pudieran hacer afirmaciones sobre ellas. Pero también uno se siente inclinado a decir que nuestros antepasados no sabían de lo que estaban hablando. Términos tales como 'bruja', 'flogisto', 'éter', 'esfera celeste', que eran utilizados por nuestros antepasados como expresiones que se referían a algo, hoy sabemos que no se refieren a nada en absoluto. Se puede concluir que las proposiciones en las que estos términos aparecen son falsas (si se acepta la teoría de Russell) o carentes de valor de verdad (si seguimos a Frege o a Strawson). La ciencia pasada, pues, no nos dice nada sobre cómo es el mundo, sobre lo que hay en él, o sobre lo que es verdad de las entidades que lo pueblan. ¿Cómo podemos afirmar que nuestras teorías actuales se refieren a entidades en el mundo y dicen cosas verdaderas sobre ellas, después de una larga historia de teorías, cuyos términos no se refieren a nada y cuyas afirmaciones o bien son falsas o bien carecen de valor de verdad?¹⁴⁴ ¿Cómo podemos afirmar que la ciencia ha

seguido un proceso de evolución en el que las teorías se han ido acercando cada vez más a la verdad?.

Por otro lado -se puede argumentar desde un punto de vista anti-realista- si admitimos que la respuesta a la pregunta '¿de qué consta el mundo?' consiste en decir que las teorías científicas clasifican el mundo en una ontología de entidades y propiedades fundamentales; si admitimos que los términos de dichas teorías se refieren a algo real, entonces, dados los cambios teóricos radicales que se han producido a lo largo de la historia de la ciencia, ¿deberemos admitir que las teorías crean la realidad?; ¿cabría afirmar que en la época de Aristóteles las esferas celestes *existían realmente* y que actualmente lo *real* son las órbitas planetarias?; ¿debemos, pues, entender literal y no sólo metafóricamente la afirmación de Kuhn de que los científicos proponentes de paradigmas rivales viven en *mundos diferentes*? Esto es claramente absurdo, por tanto, concluiría un anti-realista, los presupuestos realistas de que las teorías tienen referencia real y de que se acercan cada vez más a la verdad son inaceptables. Las teorías científicas sólo son buenos instrumentos para resolver problemas, meros sistemas descriptivos de los fenómenos observables, de manera que la cuestión de si son verdaderas o falsas ni siquiera puede plantearse.

El propio realismo es consciente de estas dificultades y los intentos de salvarlas, sin renunciar a los presupuestos básicos realistas, han dado lugar a un paulatino refinamiento del mismo. En los apartados siguientes revisaremos este proceso de refinamiento y profundizaremos en las alternativas anti-realistas que han surgido paralelamente a dicho proceso.

1. REALISMO METAFÍSICO.

El realismo metafísico sostiene que podemos pensar y hablar acerca de las cosas como existiendo independientemente de nuestra mente, y que podemos hacerlo en virtud de una relación de "correspondencia" entre los términos de nuestro lenguaje y alguna clase de entidades independientes de nuestra mente. El realismo metafísico se puede resumir en las tres tesis siguientes: a) El mundo consiste en un conjunto fijo de objetos que son independientes de la mente humana; b) hay una y sólo una descripción completa y verdadera del mundo; c) la verdad consiste en una correspondencia entre las expresiones lingüísticas y los hechos del mundo. El realismo así entendido necesita de un mundo *pre-fabricado* ("*a ready-made world*") con una estructura ya "dada", de la cual nuestras teorías verdaderas son una "copia". Esta concepción de la verdad requiere entender la referencia, la relación entre nuestros términos y el mundo, como un proceso físico, fijo y determinado, previo e independiente al desarrollo de nuestras teorías.

El concepto de ciencia que se deriva de este tipo de realismo es el denominado por Popper "esencialismo"¹⁴⁵, según el cual las teorías verdaderas describirían las "esencias" o "naturalezas esenciales" de las cosas, las realidades que están detrás de las apariencias. Tales teorías serían "explicaciones últimas", y hallarlas sería el objetivo final del científico, que podría establecer su verdad más allá de toda duda razonable.

El realismo metafísico ha sido unánimemente rechazado tanto por el número como por la importancia de los problemas que plantea. El problema más inmediato es el relacionado con la accesibilidad al conocimiento humano del mundo-en-sí, de esa realidad tras las apariencias, y con la posibilidad de encontrar una única descripción completa y verdadera de dicha rea-

lidad: ¿cómo podemos seleccionar *una* única correspondencia entre nuestras teorías y las supuestas cosas independientes de nuestra mente, si no tenemos un acceso directo a esas cosas? Si la mente no tiene la capacidad de aprehender directamente las esencias reales que pueblan el mundo, entonces no hay nada que pueda darle al entendimiento la capacidad de seleccionar una relación como *la* relación de correspondencia entre los pensamientos y las cosas. De esta forma, la referencia se convierte en un fenómeno oculto¹⁴⁶ y misterioso y adquiere un carácter exclusivamente metafísico.

Así, el mundo estaría dividido en una realidad nouménica inaccesible al hombre y en una realidad fenoménica, de la cual nunca podemos saber si corresponde o no a la esencia verdadera de los noumenos, de los que son apariencias. De esta forma, decir, por ejemplo, que un árbol obtiene su propio alimento por medio de síntesis equivaldría a decir que una cierta entidad nouménica, que *se presenta* cognitivamente a nosotros como un árbol, nos *aparece* bajo ciertas condiciones que nos invitan a pensar que obtienen su alimento por medio de un proceso de síntesis. El resultado es que las entidades de las que hablamos en nuestras teorías existen de una forma objetiva e independiente de la mente, sin que nos sea posible determinar si las propiedades usuales que conocemos de ellas les pertenecen objetivamente.¹⁴⁷

Se puede decir que este tipo de realismo mantiene la denominada por Pearce "tesis de la estabilidad de la referencia": la referencia de un término científico está determinada independientemente de la teoría y permanece estable a través de los cambios que esta última sufre.

¹⁴⁶Pero esto equivaldría a comprar la objetividad a expensas de no ser nunca capaz de especificar exactamente cómo puede ser preservada la referencia bajo los cambios en usos y creencias. La referencia puede ser fijada objetivamente, pero nunca puede haber un acceso empírico directo a ella.¹⁴⁸

Para escapar de este callejón sin salida, el realismo adoptó una condición de accesibilidad epistémica que convierte al realismo metafísico en el llamado realismo científico, bastante más plausible que su antecesor.

2. REALISMO CIENTÍFICO.

El realismo científico también considera que la realidad tiene dos aspectos muy diferenciados, pero la diferencia con el realismo metafísico es que ambos aspectos son accesibles al conocimiento humano: la realidad nos muestra su aspecto observable y el científico debe *descubrir* su componente inobservable. Las teorías dan cuenta de los fenómenos (es decir, de los procesos y estructuras observables), postulando otros procesos y estructuras que no son directamente accesibles a la observación. La tarea de la ciencia, pues, es encontrar una descripción verdadera de los procesos inobservables que explican los observables.

El realismo científico (también llamado realismo fuerte) nos ofrece una concepción de la ciencia, según la cual la imagen del mundo que nos da la ciencia es verosímil, fiel en sus detalles y las entidades inobservables postuladas por ella existen supuestamente: los avances de la ciencia son descubrimientos, no invenciones. La verdad continúa siendo una verdad objetiva, los enunciados verdaderos son aquellos que poseen una relación de correspondencia con los hechos del mundo real, ya sea bajo su aspecto observable o bajo su aspecto inobservable.

Los dos aspectos mencionados de la realidad, el aspecto observable y el inobservable, coinciden con la concepción de la realidad que nos ofrece Wilfrid Sellars como dividida en una 'imagen manifiesta' y una 'imagen científica'. Estos dos aspectos consisten en

'a) el afinado de la 'imagen originaria' [a base de la cual llegó por primera vez el hombre a ser consciente de sí mismo como hombre-en-el-mundo] obtenida mediante correlaciones y categorialmente al que llamo imagen manifiesta, y b) la imagen procedente de los frutos de la construcción de teorías por postulación, a la que he bautizado con el nombre de imagen científica."¹⁴⁹

La posición realista de Sellars es claramente más débil que la que se deriva del realismo metafísico. La idea de la imagen científica o postulatoria

"es una idealización en el sentido de que lo que concibe es la integración de una multiplicidad de imágenes, cada una de las cuales es la aplicación al hombre de un marco de conceptos dotado de cierta autonomía (...); y de ahí que 'la' imagen científica sea una construcción teórica basada en cierto número de imágenes, cada una de las cuales está *apoyada por* el mundo manifiesto."¹⁵⁰

Aquí encontramos los conceptos de *idealización* y de *construcción teórica* a través de los cuales entra en escena el aparato conceptualizador humano con un papel activo de correlación, categorización y construcción, frente al papel pasivo de mera aprehensión que jugaba en el realismo metafísico. Tomemos cualquier objeto, por ejemplo, una mesa. Nuestro aparato conceptualizador ha subsumido bajo el concepto 'mesa' un conjunto de objetos observables que poseen una serie de características comunes, lo cual nos permite, por un lado, integrar una multiplicidad de objetos similares (pero no idénticos) en un mismo conjunto y, por otro, distinguir este conjunto de objetos de otros conjuntos que contienen elementos que comparten otras características distintas. De esta forma se configura la imagen del mundo cotidiano, la imagen manifiesta. La imagen científica la construye nuestro aparato categorizador apoyándose en los objetos de la imagen manifiesta y postulando otras entidades, en este caso no directamente observables, y que constituyen el enfoque verdadero de la realidad.

La imagen verdadera es la imagen científica:

"la imagen manifiesta, en la que reposa [la imagen científica] es un retrato 'inadecuado' -por más que pragmáticamente útil- de la realidad, que sólo encuentra un retrato adecuado (en principio) en la imagen científica (digo en principio porque esta última se encuentra aún en el proceso de irse constituyendo (,,,))."¹⁵¹

No obstante, en esta versión más débil del realismo también el concepto de verdad queda debilitado. Aquí la ciencia intenta darnos, a través de sus teorías, un relato literalmente verdadero de cómo es el mundo; por eso, la aceptación de una teoría científica implica la *creencia* de que dicha teoría es verdadera. Así pues, en palabras de Sellars, tener buenas razones para mantener una teoría es tener buenas razones para mantener que las entidades postuladas por ella existen en la realidad.¹⁵²

Pero la noción de verdad dentro de la filosofía de la ciencia ha sido siempre problemática y esto ha dado lugar a corrientes instrumentalistas que han optado por eliminarla de su discurso.

3. INSTRUMENTALISMO.

El instrumentalismo, en general, es la doctrina que propone que las teorías científicas sólo son instrumentos de investigación y predicción y, como tales no se puede decir de ellos, como de ningún otro instrumento, que sean verdaderos o falsos. Más concretamente se pueden distinguir dos tipos de instrumentalismo: el instrumentalismo epistemológico, según el cual las teorías científicas son verdaderas o falsas, pero este hecho no juega ningún papel en nuestra comprensión de la naturaleza ni en el desarrollo de la ciencia, y el instrumentalismo semántico, que afirma que las teorías no pueden pensarse ni siquiera en términos de verdad y falsedad. Los postulados de una teoría funcionan sólo como artificios que nos permiten hacer predicciones. Un defensor de esta concepción es Larry Laudan, que propone que la ciencia es primordialmen-

te una actividad de resolución de problemas. La primera tesis que Laudan defiende en su (1977) es que para evaluar la tarea científica uno debe preguntarse si proporciona respuestas aceptables a cuestiones interesantes. Su segunda tesis es la siguiente:

"Tesis 2. Para valorar los méritos de las teorías, es más importante preguntar si constituyen soluciones adecuadas a problemas relevantes, que preguntar si son «verdaderas», están «corroboradas», «bien confirmadas» o son justificables de cualquier otro modo en el marco de la epistemología del momento."¹⁵³

La verdad o la falsedad de la teoría es, pues, irrelevante para la resolución de un problema, es decir,

"(...) no necesitamos considerar el tema de la verdad y la falsedad -como no lo hacen generalmente los científicos- para determinar si una teoría resuelve o no un problema empírico concreto."¹⁵⁴

Según esta versión

"(...) se puede producir progreso si, y sólo si, la sucesión de teorías científicas en un dominio muestra un grado creciente de efectividad en la resolución de problemas."¹⁵⁵

En contra de esta concepción de las teorías se ha objetado que la ciencia aspira a algo más que a hacer predicciones correctas y a resolver problemas empíricos, por más que esto sea muy importante para la investigación científica. La ciencia aspira a ofrecer explicaciones de los fenómenos. Pero los instrumentalistas dudan de que la ciencia sea explicativa. Las teorías científicas no pueden explicar. Cuando se quiere profundizar en la comprensión de los fenómenos naturales hay que introducir teorías que contienen términos teóricos, y éstos son meros instrumentos para la sistematización de enunciados empíricos. Los términos teóricos o no se refieren a nada o no se refieren, al menos, a entidades empíricas observables, de manera que las teorías que los contienen no pueden considerarse artefactos explicativos.

Así, frente a las posturas realistas, el instrumentalismo afirma que la ciencia puede avanzar sin ofrecer un relato verdadero de la realidad, y que aceptar una teoría científica no implica la creencia de que es verdadera ni, por tanto, de que las entidades postuladas por ellas existen en la realidad.

3.1. EL EMPIRISMO CONSTRUCTIVO DE VAN FRAASEN.

Una versión más refinada de instrumentalismo, el empirismo constructivo, propuesto por Van Fraasen en (1987), afirma que las teorías científicas no necesitan ser verdaderas para ser buenas teorías. Incluso si aceptamos la propuesta realista de interpretar literalmente el lenguaje de la ciencia, se puede decir todavía que no es necesario creer que las buenas teorías son verdaderas, ni creer *ipso facto* que las entidades que postulan son reales. Van Fraasen define su postura de la siguiente forma:

"La ciencia pretende darnos teorías que son empíricamente adecuadas; y la aceptación de una teoría implica únicamente la creencia de que es empíricamente adecuada. Este es el enunciado de la postura anti-realista que definiendo, La llamaré empirismo constructivo."¹⁵⁶

Una teoría es empíricamente adecuada exactamente si 'salva los fenómenos'. Un poco más precisamente: dicha teoría tiene al menos un modelo dentro del cual caen todos los fenómenos actuales. Al decir 'todos' los fenómenos, van Fraasen se refiere a que los fenómenos no son agotados por aquéllos observados actualmente o en cualquier momento pasado.

Van Fraasen admite que las teorías científicas describen mucho más de lo que es observable, pero afirma que lo importante es su adecuación empírica, y no la verdad o la falsedad de cómo van más allá de los fenómenos observables. Y la definición precisa de adecuación empírica, puesto que relaciona la teoría sólo con los fenómenos *actuales* (y no con hipótesis

contrafácticas, es decir, no con lo que *ocurriría* si el mundo fuese de forma diferente, afirmaciones para las que, según van Fraassen, nuestras teorías de fondo ['background theories'] no nos proporcionan ninguna base) no colapsa en la noción de verdad. 157

Algunos de los argumentos que conducen al realismo admiten la aceptación de una teoría o hipótesis como *verdadera* sobre la base de la evidencia que la apoya. Van Fraassen rechaza este tipo de inferencia argumentando que, cuando la teoría tiene implicaciones sobre lo que no es observable, la evidencia no garantiza la conclusión de que es verdadera.

La aceptación de teorías es un fenómeno de la actividad científica que claramente implica algo más que creencia. Una razón importante es que el científico nunca se enfrenta con una teoría aislada. Si un científico acepta una teoría, él mismo está implicado en un determinado programa de investigación. La aceptación implica no sólo creencia, sino un cierto compromiso con un programa de investigación y un compromiso no es ni verdadero ni falso. Cuando se acepta una teoría, se invocan otros factores distintos de la fuerza y adecuación empíricas: se dice que tiene que ser matemáticamente elegante, simple, de gran alcance, de gran poder unificador de fenómenos aparentemente disjuntos. ¿Qué puede decir el empirista de estas virtudes que van claramente más allá de las que él considera preeminentes? Hay preocupaciones específicamente humanas, función de nuestros intereses y placeres, que hacen unas teorías más valiosas o atractivas que otras. Valores de este tipo proporcionan razones para usar una teoría, se piense de ella o no que es verdadera, y no pueden guiar racionalmente nuestras decisiones y actitudes epistémicas. Por ejemplo, sigue van Fraassen, si nos importa responder a un tipo de cuestiones más que a otro, ésta no es una razón para pensar que una teoría que da respuesta a más cuestiones del primer tipo

está más cerca de ser verdadera. Es simplemente una razón para preferir esta teoría.

"Brevemente, pues, la respuesta es que las otras virtudes atribuidas a una teoría son virtudes *pragmáticas*. En la medida que van más allá de la consistencia, fuerza y adecuación empíricas, no se ocupan de la relación entre la teoría y el mundo, sino más bien del uso y utilidad de la teoría; proporcionan razones para preferir la teoría independientemente de las cuestiones de verdad."¹⁵⁹

Pero todavía queda por analizar una virtud que los realistas atribuyen a las teorías científicas: su poder explicativo. ¿Qué significa el enunciado 'la teoría T explica el hecho E'? 'Tener una explicación' conlleva la implicación de que la teoría en cuestión es, al menos, aceptable. Van Fraassen afirma que el enunciado anterior no conlleva tal implicación: ni de que la teoría es verdadera, ni de que es empíricamente adecuada, ni de que es aceptable. La teoría de Newton explicaba las mareas, la teoría de Huygens explicaba la difracción de la luz, la teoría del átomo de Rutherford explicaba la dispersión de partículas α , la teoría de Bohr explicaba el espectro del hidrógeno, la teoría de Lorentz explicaba el atraso de los relojes. Podemos decir todo esto, pero podemos añadir que, para cada una de estas teorías, se descubrieron fenómenos que ellas no sólo no podían explicar, sino que ni siquiera podían acomodar en la forma mínima requerida para la adecuación empírica. Así concluye van Fraassen que

"a) la afirmación de que la teoría T explica, o proporciona una explicación, para el hecho E no presupone o implica que T es verdadera ni siquiera empíricamente adecuada, y b) la afirmación de que tenemos una explicación se construye más simplemente como significando que tenemos 'en los libros' una teoría que explica."¹⁵⁹

Un enfoque de lo que es una explicación, según las teorías de Salmon y Reichenbach examinadas por van Fraassen, puede resumirse en términos generales como sigue:

- (1) Los sucesos están entretnejidos en una red de relaciones causales.

- (2) Lo que la ciencia describe es esta red causal.
- (3) La explicación de por qué ocurre un suceso consiste (normalmente) en la exhibición de los factores sobresalientes en la parte de la red causal formada por las líneas que 'conducen' al suceso.
- (4) Estos factores sobresalientes mencionados en una explicación constituyen (lo que ordinariamente se llama) la(s) *causa(s)* de este suceso.

Pero el factor sobresaliente escogido como 'la causa' en este complejo proceso es sobresaliente para una determinada persona a causa de su orientación, sus intereses o/y otras peculiaridades de la forma en que se aproxima al problema, en una palabra, a causa de factores contextuales. Por ejemplo: la 'causa' de la muerte de una persona en accidente de tráfico es consignada por un médico como una 'hemorragia múltiple'; por un abogado, como la 'negligencia del conductor'; por un fabricante de automóviles, como un 'defecto en la fabricación de los frenos', etc. Así pues, el poder explicativo tampoco es una garantía de que la teoría aceptada es verdadera, ni siquiera de que es empíricamente adecuada, es, simplemente una razón más que se une a otro tipo de razones para mantener razonablemente una teoría científica.

Mario Bunge en su (1972) elabora una crítica de las teorías instrumentalistas y anti-realistas en general a las que él denomina 'teorías de la caja negra' frente a las teorías realistas o 'teorías de la caja translúcida'. Según Bunge, lo que es esencial en el planteamiento de la caja negra no es tanto la restricción a observables -una restricción que, por otro lado, haría imposible la teorización-, cuanto la *interpretación* de todas las variables inobservables como meros auxiliares de cálculo carentes de referencia concreta. Las teorías de la caja translúcida además de las variables de entrada y salida y de las variables intermedias (todas ellas compartidas con las teorías de la caja negra), contienen

construcciones hipotéticas, esto es, variables que se refieren a entidades, sucesos y propiedades inobservadas.

Las teorías de la caja translúcida requieren un "mecanismo" que enlace los datos de entrada con los datos de salida. Este mecanismo no es apuntado nunca sin ambigüedad por dichos datos. Si este mecanismo está fuera de nuestros sentidos, debe ser inventado. Y una invención tal no exige un mayor esfuerzo de observación, sino un esfuerzo de imaginación (lo cual ha constituido un motivo de desconfianza respecto de este tipo de planteamientos). Una vez inventado, contrastado y satisfactoriamente fundamentado (esto es, no refutado hasta el momento) el "mecanismo", o lo que es lo mismo, la teoría científica, la teoría de la caja translúcida se considera, hasta nuevo aviso, como "establecida".¹⁶⁰

El planteamiento de la caja negra tiene, según Bunge, los siguientes rasgos peculiares:

- a) Alto grado de generalidad. Toda teoría de la caja negra es consistente con un número ilimitado de mecanismos (teorías científicas). Se pueden considerar casi como teorías abstractas pues apenas contienen variables interpretadas, por lo que pueden aplicarse a una amplia clase de sistemas.
- b) Carácter global. Consideran los sistemas como unidades más que como complejos de partes localizadas interactuantes.
- c) Sencillez. Al prescindir de detalles de estructura que exigirían la introducción de construcciones hipotéticas y dejar sin interpretar la mayoría de los parámetros, las teorías de la caja negra son formal, semántica y epistemológicamente las más sencillas posibles. Esta sencillez hace más fácil construir y aplicar las teorías instrumentalistas.

- d) Precisión. Estas teorías pueden encajar en cualquier conjunto de datos aumentando o manipulando una serie de parámetros.
- e) Seguridad. Son las más finamente ancladas en la experiencia y, por tanto, las mejor protegidas contra la refutación.¹⁶¹

Pero estas peculiaridades son, al mismo tiempo, tanto ventajas como inconvenientes: la generalidad implica que no se tiene en cuenta las particularidades del sistema; la globalidad pasa por alto la estructura del sistema; la sencillez es un signo de superficialidad; la adecuación sin profundidad y la seguridad acercan peligrosamente a estas teorías a la irrefutabilidad, que es, siguiendo a Popper, el signo de la no-ciencia.

Una motivación ilegítima para la construcción de teorías instrumentalistas (o fenomenológicas, en el vocabulario de Bunge) es la exigencia filosófica de renunciar a conceptos transobservacionales, esto es, no sólo el descarte metodológico de las entrañas del sistema, sino el rechazo ontológico a reconocer la existencia de tales entrañas. Este punto de vista es incorrecto y peligroso para el avance científico:

- a) Históricamente las teorías instrumentalistas han sido *primeras etapas* en la construcción de teorías.
- b) Epistemológicamente las teorías instrumentalistas son menos completas que las correspondientes teorías realistas.
- c) Lógicamente las teorías instrumentalistas *están un poco aparte del resto de la ciencia*, puesto que cuentan con un apoyo casi exclusivamente "inductivo" de la evidencia empírica.
- d) Pragmáticamente poseen una débil fecundidad pues no nos ayudan a explorar los aspectos más ocultos de la realidad. "Sólo al sospechar primero y suponer

después que *puede* haber algo más allá de los fenómenos triunfamos eventualmente en descubrir actualmente este algo invisible. (...). La hipotetización de propiedades y entidades ocultas no es mala en sí misma, puesto que la mayor parte de la realidad está oculta a la percepción sensible directa."¹⁶²

"El objetivo a largo plazo de la teorización científica no es reunir la experiencia científica sino *interpretar la realidad* y, en particular, explicar aquella parte de la realidad ajustada al conocedor -esto es, el campo de los fenómenos (en el sentido del filósofo), (...). No un vínculo directo entre los aspectos observables sino un dar cuenta de lo inobservable ha sido el programa más ambicioso y recompensante de la ciencia factual, ya desde su formulación en Demócrito. El reconocimiento de este hecho ayuda a abandonar la búsqueda de una certeza final -una de las motivaciones del canegrismo- y adherir a una variedad de realismo crítico."¹⁶³

Volviendo al realismo científico podemos decir que sus lemas fundamentales son los siguientes:

- (i) Existe un mundo independiente de la mente humana y la meta de la investigación científica es encontrar la verdad acerca de la estructura del mundo. Un investigador no necesita buscar toda la verdad sobre *cada* aspecto del mundo. Cada investigación delimita un aspecto de la verdad total pero la meta de la investigación, *qua* investigación, es llegar a la verdad completa acerca de este aspecto particular de la estructura del mundo.
- (ii) Una teoría científica puede buscar un aspecto de la verdad que está, estrictamente hablando, más allá de la decidibilidad empírica completa. Así pues, teorías empíricamente adecuadas pueden sin embargo ser falsas.
- (iii) Para las teorías científicas es al menos posible hacer un progreso (no-trivial) en su meta, sin alcanzarla completamente. Es decir, de dos teorías, una puede ser una mayor aproximación a la verdad que la otra, a pesar del hecho de que ambas sean

insuficientes con respecto a la verdad completa del tema en cuestión.¹⁶⁴

Un lema que no se puede imputar al realismo es el de que nuestras teorías actuales, científicas o de cualquier otro tipo, ya han alcanzado su meta. El realismo no debe resultar ni siquiera dañado por el hecho de que nuestras teorías actuales resulten ser falsas o, incluso, peores que sus predecesoras. El realismo es una interpretación filosófica sobre la naturaleza de la investigación en general y sobre la relación de la investigación científica con un mundo que es, en algún sentido, independiente de la investigación. No es una tesis contingente sobre el éxito o el fracaso de nuestras teorías actuales, es más bien un postulado metafísico (u ontológico) imprescindible para la posibilidad de la investigación científica: si realmente no hubiera entidades y regularidades entre entidades, no podríamos desarrollar nuestro conocimiento de la realidad, que consiste fundamentalmente en la formulación y comprobación de las leyes que describen dichas regularidades. Ahora bien, el realismo debe ser crítico: suponemos que la realidad presenta regularidades pero no podemos estar seguros de que las regularidades que nosotros formulamos se adecúen exactamente a las que realmente presenta la naturaleza.

Dos componentes cruciales en la defensa del realismo científico son la continuidad de la referencia de los términos teóricos a través de los cambios de teoría y la neutralidad metodológica con respecto a las teorías. Si los términos teóricos se refieren a entidades cuya estructura y comportamiento pueden ser determinados por medio de la investigación científica más que por estipulación, entonces la concepción tradicional de la referencia fijada por convenciones debe ser abandonada en favor de alguna teoría "causal" de la referencia. Tal teoría define la referencia en términos de "acceso epistémico": un término *t* se refiere a alguna entidad *e* exac-

tamente cuando un complejo de relaciones causales entre los rasgos del mundo y las prácticas sociales humanas ocasionan que lo que se dice de t sea, generalmente hablando, fiablemente regulado por las propiedades reales de e .¹⁶⁵ Este tipo de prácticas referenciales son entendidas sobre la base de una expectativa razonable de que el mundo contiene ciertos objetos y de que existen tipos especificados de acceso epistémico a esos objetos. Así pues, si la realidad no cambia a través del cambio de teoría, la referencia de los términos teóricos debe continuar siendo la misma (aunque quizás no ocurra lo mismo con el sentido de dichos términos).

Por otro lado, la neutralidad metodológica es la única explicación científicamente plausible de la fiabilidad de la propia metodología científica. La metodología de la ciencia así entendida procede dialécticamente: la metodología, basada en teorías aproximadamente verdaderas, es una guía fiable para el descubrimiento de nuevos resultados y la mejora de viejas teorías. La mejora resultante en nuestro conocimiento del mundo desemboca en una metodología todavía más fiable que conduce a teorías todavía más exactas, y así sucesivamente.¹⁶⁶

Pero el anti-realismo constructivista no acepta ninguno de estos dos recursos a favor del realismo científico. El primero lo rechaza sobre la base de la tesis de la variación del significado de los términos teóricos: en caso de que los términos teóricos se refieran a algo (cosa de por sí dudosa para los anti-realistas), aquello a lo que se refieren depende en gran medida de la teoría que los contiene de forma que si se produce la sustitución de una teoría por otra, y si se siguen utilizando los mismos términos en la nueva teoría, éstos adquirirán un nuevo significado, es decir, no sólo tendrán un sentido diferente, sino que se referirán a cosas distintas. El recurso de la neutralidad metodológica lo rechaza mediante el argumento de que la metodología actual de la ciencia es

profundamente teórico-dependiente. Lo que los científicos consideren una teoría aceptable, una observación, los experimentos que tomen como bien diseñados, qué procedimientos de medición consideren legítimos, los problemas que intenten resolver, el tipo de evidencia que requieran antes de aceptar una teoría, todas estas características de la metodología están determinadas en la práctica por la tradición teórica en la que los científicos trabajan. ¿Cómo debe ser el mundo para que este tipo de metodología teórico-dependiente constituya un vehículo para adquirir conocimiento? La respuesta constructivista es que el mundo que los científicos estudian debe estar definido o constituido por, o "construido" a partir de, la tradición teórica en la que la comunidad científica en cuestión trabaja. Los realistas responden por su parte que el mundo es de tal manera que las leyes y teorías contenidas en nuestra actual tradición científica son aproximadamente verdaderas. R. Boyd en (1983) propone que una interpretación realista de las teorías es la única explicación científicamente plausible de la fiabilidad instrumental de la metodología científica, aceptando así el eslogan de Putnam de que el realismo es la única filosofía que no hace un milagro del éxito de la ciencia (Putnam [1975]). La fiabilidad instrumental de las teorías científicas no puede ser un artefacto de la construcción social de la realidad. Y esto, dice Boyd, es reconocido incluso por Kuhn. Las observaciones anómalas que (a veces) dan lugar a 'revoluciones científicas' no pueden ser reflejos de un mundo completamente dependiente del paradigma: las anomalías son definidas como observaciones que son inexplicables dentro del paradigma relevante. Y es aún más evidente que el progreso tecnológico no puede ser explicado apelando a la construcción social de la realidad.¹⁶⁷

No obstante, el argumento de la no-neutralidad de la metodología científica con respecto a la teoría ha sido aceptado por muchos realistas dando lugar a un nuevo refinamiento en

la concepción realista de la ciencia conocido como realismo interno.

4. REALISMO INTERNO.

El realismo interno se caracteriza por la negación de la existencia de un mundo *conceptualmente* independiente de la mente humana. No es posible decir nada significativo y bien justificado sobre lo que es el mundo en tanto que conceptualmente independiente de nosotros. Esto no significa afirmar que el mundo es una *creación* de la mente humana. Este punto de vista admite que en el mundo hay objetos, relaciones y estructuras independientes de la mente (y de la razón) humana y de sus esquemas conceptuales; lo que no es independiente es la conceptualización y categorización que de estos objetos, relaciones y estructuras se hace.

El máximo exponente del realismo interno es Hilary Putnam. Sus ideas fundamentales en este contexto se concretan en la afirmación de que sólo tiene sentido formular la pregunta *¿de qué objetos consta el mundo?* desde dentro de una teoría o descripción.¹⁶⁹ Putnam no niega que existan 'hechos externos' ni que nosotros podamos decir *lo que hay*, pero aclara que lo que hay depende del esquema conceptual elegido.

"Lo que no podemos decir -porque no tiene sentido- es que los hechos son independientes de todas las elecciones conceptuales [of all conceptual choices]."¹⁶⁹

Hay más de una descripción verdadera del mundo. La "verdad" es una especie de aceptabilidad racional (idealizada), una especie de coherencia ideal de nuestras creencias entre sí y con nuestras experiencias, teniendo en cuenta que estas experiencias deben ser consideradas como *experiencias representadas en nuestro sistema de creencias* y no una correspondencia con "estados de cosas" independientes de la mente o el discurso. Pero la verdad no es idéntica a la aceptabilidad ra-

cional: se supone que la verdad es una propiedad permanente del enunciado, mientras que la justificación que en un momento dado lo hace aceptable puede perderse. El enunciado "la tierra es plana" era racionalmente aceptable hace tres mil años, pero hoy no lo es. No obstante, sería erróneo decir que "la tierra es plana" era *verdadero* hace tres mil años, ya que eso significaría que la tierra ha cambiado de forma.¹⁷⁰ Para Putnam la verdad es, como dijimos antes, una idealización de la aceptabilidad racional. Los puntos clave de esta interpretación de la verdad son los siguientes:

"1) La verdad es independiente de la justificación aquí y ahora, no independiente de toda justificación. Afirmar que un enunciado es verdadero es afirmar que podría ser justificado, 2) Es de esperar que la verdad sea estable o "convergente"; si tanto un enunciado como su negación pueden ser "justificados", no tiene sentido pensar que tal enunciado *posee* un valor de verdad."¹⁷¹

Los términos no corresponden intrínsecamente a objetos con independencia de quién y cómo los emplee. Pero un término empleado de una determinada manera por una determinada comunidad de usuarios puede corresponder a determinados objetos *dentro de su esquema conceptual*, puesto que los "objetos" no existen independientemente de los esquemas conceptuales. Dividimos el mundo en objetos cuando introducimos uno u otro esquema descriptivo, y puesto que tanto los términos como los objetos son internos al esquema descriptivo, es posible indicar cómo se emparejan.

Una variante de esta interpretación es el realismo interno causal, defendido por Raimo Tuomela, que analizaremos un poco más detenidamente. El realismo interno causal supone un abierto rechazo al por Tuomela denominado 'Mito de lo Dado' ('Myth of the Given') que se encuentra en la base tanto del realismo metafísico como de las versiones más extremas del instrumentalismo empirista. El 'Mito de lo Dado' (MG), en sus tres versiones, se puede resumir de la siguiente forma:

- (i) **Versión ontológica:** hay un mundo independiente, ontológicamente dado y categorialmente ya hecho.
- (ii) **Versión epistémica:** el hombre puede tener algún tipo de interacción no-conceptual pero cognitiva con el mundo.
- (iii) **Versión lingüística:** existe un lenguaje conceptualmente privilegiado y semánticamente insustituible que describe de una forma completa cómo es el mundo.

Según Tuomela¹⁷², el instrumentalismo empirista considera, sobre la base del MG, que el mundo de los fenómenos observables, el mundo que nos proporciona la imagen manifiesta en el sentido mencionado más arriba, es estable y cerrado. Para un empirista los límites del mundo y los límites de las observaciones (actuales y posibles), en principio, coinciden. Las versiones epistémica y lingüística del MG garantizan que el mundo es, en principio, cognoscible y representable de forma simbólica. Para un empirista, el mundo empírico (u observable) es explicativamente cerrado y conforme a leyes, mientras que para un realista no lo es. Para un realista puede haber anomalías (o coincidencias) observacionales que no puedan ser explicadas dentro del marco observacional de la imagen manifiesta y que deban ser explicadas por la imagen científica. Cuando el método científico se aplica en toda su riqueza -como ocurre en la imagen científica- se pueden postular libremente entidades inobservables para producir enfoques verdaderos o aproximadamente verdaderos del mundo. Al contrario que los empiristas e instrumentalistas, que propugnan como única meta de la ciencia la adecuación empírica de las teorías, el realista hace de la verdad factual el criterio del éxito de la ciencia. Pero el realismo interno elabora un concepto *epistémico*, no-objetivo, de verdad, según el cual el uso humano del lenguaje -y por tanto, el uso del lenguaje científico- se basa en una noción epistémica de la verdad, una noción interna al lenguaje mismo y al marco conceptual. Los significados de los términos lingüísticos dependen no sólo del lenguaje, sino también del marco conceptual, del fondo

de conocimiento presupuesto por dicho marco y, en el caso de los términos científicos, de las teorías científicas específicas. En una palabra, "los significados están inevitablemente ligados a algún *punto de vista epistémico*." ¹⁷³

Así pues, el realismo interno se puede definir ahora como la conjunción de los siguientes principios (por otra parte, no absolutos y, por tanto, abiertos a la revisión y a la crítica): ¹⁷⁴

- (A1) Hay particulares reales (objetos, eventos, procesos, etc) que son independientes de la mente.
- (A2) Estos particulares interactúan (o pueden interactuar) causalmente entre sí y con los seres humanos y esto es lo que produce que el hombre aprenda y sea consciente del mundo posible.
- (A3) (a) No hay un mundo ontológicamente dado y categorialmente ya hecho (rechazo de la versión ontológica del MG);
(b) las personas no pueden tener un comercio epistémico con el mundo que sea no conceptual pero cognitivo (rechazo de la versión epistémica del MG);
(c) no hay un lenguaje (o sistema conceptual) conceptualmente privilegiado o semánticamente insustituible (rechazo de la versión lingüística del MG).
- (A4) A la hora de describir el mundo, la ciencia es la medida de lo que hay y de lo que no hay (tesis de la *scientia mensura*).

El sentido básico en el que los objetos, según esta interpretación del realismo, pueden ser y son de hecho independientes de la mente es algún tipo de independencia causal. El rechazo del Mito de lo Dado (especialmente en su versión lingüística) implica que una persona no está cognitivamente conectada con

sus alrededores (y con el resto del mundo) de una forma lógica o conceptualmente absoluta o inmutable. Sus lazos con el mundo son exclusivamente causales. En el (A2) del realismo causal interno se halla implícita la por Tuomela llamada hipótesis de la representación ("picturing hypothesis"): El hombre puede en su consciencia y en su uso del lenguaje reflejar el mundo (más o menos) exactamente, es decir, formar imágenes (representaciones) lingüísticas (y mentales) (más o menos) verdaderas del mundo. Pero en esta hipótesis, el reflejo (o representación) ha de entenderse en un sentido causal y no-semántico.¹⁷⁵ Dado que no existe ningún nexo semántico inmutable entre el hombre y el mundo, admitir la posibilidad de descripciones del mundo distintas y de alguna forma rivales es completamente compatible con este tipo de realismo, lo cual

"subraya el carácter hipotético del conocimiento científico como tesis central de la epistemología realista y explica que opciones subjetivistas como el convencionalismo, el fenomenalismo, el operacionalismo, etc. hubiesen sido alguna vez adoptadas como teorías del conocimiento científico(...)"¹⁷⁶

El principio de la interacción causal, y especialmente la hipótesis de la representación contenida en él, ocupa una posición central cuando se trata de dar una explicación de la tesis de la *scientia mensura*, o cuando se intenta responder a la pregunta de por qué la ciencia, más bien que la religión, la magia o el arte, da, ontológicamente hablando, la mejor, y en este sentido la correcta, imagen del mundo. La propia contribución del mundo a la interacción causal le otorga a la causalidad un papel autocorrectivo ("self-correcting") que es esencial a la hora de dar una solución a este problema: la naturaleza guía al hombre mediante un *feedback* que le permite corregir sus errores y, a largo plazo e idealmente, alcanzar sus metas epistémicas o de otro tipo. Tuomela afirma que la ciencia da el mejor enfoque de la interacción causal; afirma también que si se le asigna a la causalidad tal papel central, se necesita algo así como la hipótesis de la represen-

tación para la consecución del conocimiento y de la verdad. Todo esto está incluido en el método científico y se puede concluir, por tanto, que es precisamente el método autocorrectivo de la ciencia lo que hace a la ciencia el mejor medio de alcanzar conocimiento (frente al arte o a la religión, que no son autocorrectivas en este sentido).

Hemos visto, pues, que el proceso de refinamiento que ha sufrido el realismo en aras de la plausibilidad, desde el realismo metafísico hasta el realismo causal interno, aunque paulatino, ha sido muy radical. Para comprobarlo, comparemos los supuestos básicos del punto de partida (el realismo metafísico) con los del punto al que acabamos de llegar (el realismo interno):

REALISMO METAFÍSICO

- a) El mundo consiste en un conjunto fijo de objetos que son independientes de la mente humana.
- b) Hay una y sólo una descripción completa del mundo.
- c) La verdad consiste en la correspondencia entre las expresiones lingüísticas y el mundo.

REALISMO INTERNO

- a) La pregunta '¿de qué objetos consta el mundo?' sólo tiene sentido dentro de una teoría o descripción. Así, el mundo es en algún sentido 'man-made' o 'procesado' a través de un esquema conceptual humano.
- b) El mundo puede ser descrito de varias formas completas, verdaderas y en algún sentido rivales.
- c) La verdad es una noción epistémica y dependiente de la teoría.

Este refinamiento de sus presupuestos básicos ha puesto al realismo en condiciones de enfrentarse con el reto de la incommensurabilidad, algo totalmente imposible desde el punto de vista del realismo metafísico o del realismo fuerte. En

efecto, según el realismo metafísico, las teorías científicas son "copias" de la realidad que está tras las apariencias, y según el realismo fuerte, la ciencia, es decir, la imagen científica, "descubre" la realidad inobservable que subyace a la imagen manifiesta. Tanto en un caso como en otro, decir que una teoría científica es verdadera significa afirmar la existencia de las entidades que postula. Por otro lado, la historia nos enseña que la teoría vigente en cada época se considera como verdadera o, al menos, como más verosímil que las precedentes, pero también que cada una de estas teorías postula como existentes en la realidad entidades completamente distintas. Es este hecho el que da lugar al problema de la inconmensurabilidad y es precisamente este hecho el que ninguno de estos dos tipos de realismo puede explicar. Sin embargo, el realismo interno, al aceptar que sólo se puede decir lo que hay en el mundo gracias a las teorías científicas elaboradas por el aparato conceptual humano, y al convertir así la 'verdad objetiva' del realismo tradicional en una noción dependiente de las teorías, pone las bases para un tratamiento del problema de la inconmensurabilidad, en tanto que puede dar cuenta del hecho histórico que acabamos de mencionar.

Pero aún se puede avanzar un poco más, y es el quasi-realismo el que, sobre las bases impuestas por el realismo interno causal, dará el paso hacia delante requerido para poder ofrecer una solución plausible al problema de la inconmensurabilidad.

5. QUASI-REALISMO: UN NUEVO ENFOQUE DE LA CIENCIA.

Para cualquier persona que intente por primera vez hacer un análisis de la ciencia desde un punto de vista realista, hay tres tesis que parecen ser de sentido común:

- (i) **Tesis ontológica:** en el mundo hay propiedades y entidades teóricas (es decir, inobservables) que son independientes de nuestras teorías y que no cambian cuando nuestras teorías cambian.
- (ii) **Tesis epistemológica:** la ciencia descubre y describe las propiedades y entidades que constituyen el mundo.
- (iii) **Tesis histórica:** las teorías científicas cambian radicalmente en el curso de la historia, es decir, hablan de entidades y propiedades teóricas distintas en el mundo.

Las dos primeras tesis constituyen la base del realismo científico en el sentido, ya mencionado, en el que lo entiende Sellars, pero es evidente que no se pueden mantener las tres tesis simultáneamente puesto que (i) y (iii) son incompatibles. El quasi-realismo rechaza la tesis ontológica aunque reconoce que las formas realistas de hablar son *naturales* a nuestras discusiones morales y científicas. Por eso, el quasi-realismo propone un análisis de estas formas de hablar que evita los excesos ontológicos del realismo tradicional y que permite seguir utilizándolas como parte del discurso de la filosofía de la ciencia.¹⁷⁷

El quasi-realismo pretende ser una alternativa al instrumentalismo y al realismo metafísico: el instrumentalista rechaza la tendencia a hacer afirmaciones que van más allá de los límites que podemos conocer directamente, u observacionalmente, sobre el mundo. Para el instrumentalista, el realismo hace afirmaciones sobre aspectos del mundo que son, en principio, incognoscibles. Pero el realista está movido por el hecho de que estas afirmaciones tienen sentido, de que forman parte del lenguaje con el cual hablamos acerca del mundo. La única forma que el realista tiene de ver que tales afirmaciones tienen sentido es por referencia al mundo y la verdad de ta-

les afirmaciones debe consistir en su correspondencia con genuinos estados del mundo.

El quasi-realismo intenta dar sentido a las afirmaciones teóricas sin adoptar los compromisos ontológicos que adopta el realismo metafísico con un mundo inaccesible al conocimiento humano. La idea fundamental en el análisis quasi-realista es la idea de *proyección*: el proceso de ver los juicios dependientes de la mente como si tuvieran su fuente en el mundo. El quasi-realista no afirma que la ontología que tales juicios sugieren es una ontología derivada del mundo. Más bien, la ontología es concebida como *nuestra proyección en el mundo*, es decir, es una creación que nos permite adoptar la forma realista de hablar sin comprometernos con la excesiva carga ontológica que tales formas de hablar parecen requerir.¹⁷⁸ En ciencia no se usa información naturalmente descriptible sobre el mundo para construir teorías que contienen conceptos de un nivel más alto, sino que se establece un sistema en términos de estos conceptos, conceptos teóricos, al que se da una interpretación experimental que proporciona su base empírica. Tal proceso es claramente un proceso proyectivo: una estructura teórica es proyectada sobre el mundo y sus implicaciones experimentales meramente proporcionan su base empírica. No es un constructo *a partir* de nuestra experiencia del mundo. Para el quasi-realismo, las entidades y las propiedades teóricas son proyecciones más que noúmenos, son cosas en el mundo proyectado más que en algún mundo inaccesible del que estamos completamente desinformados.

Desde un punto de vista histórico, el quasi-realismo ofrece un enfoque del discurso científico más plausible que el realismo fuerte. Hablando en términos de mundos proyectados, el quasi-realista se sitúa en el contexto de teorías que han sido sustituidas y a las que actualmente se califica como teorías falsas. Estas teorías se conciben como proyecciones sobre el mundo de diferentes entidades y propiedades y, basán-

dose en dichas proyecciones, estas teorías eran verdaderas. Nosotros ahora proyectamos otras cosas -con experiencia adicional y distintos métodos de cálculo-, nuestras teorías han cambiado, dando lugar a nuevas proyecciones. Así, para nosotros las viejas teorías estaban equivocadas y las teorías actuales son correctas. Podemos concebir las nuevas teorías como engendradoras de nuevos mundos, nuevos mundos proyectados, y podemos observar de qué manera estamos inclinados a tomar estos mundos proyectados como el mundo real subyacente e inmutable.

Los realistas y los anti-realistas se diferencian también por la teoría de la verdad que adoptan: los primeros adoptan una teoría de la verdad como correspondencia, según la cual la verdad de los enunciados teóricos resulta de su correspondencia con alguna realidad subyacente inaccesible. Los segundos adoptan una teoría de la verdad como coherencia, según la cual una afirmación es verdadera cuando es coherente con cierto sistema de afirmaciones. Pero ¿qué papel juega el mundo en el enfoque quasi-realista de la verdad?

La teoría de la correspondencia se resume en el criterio tarskiano de la adecuación material que debe producir proposiciones del tipo: "'Hay un gato en el jardín' es verdadero si y sólo si hay un gato en el jardín". Pero esta noción de verdad es muy frágil porque depende totalmente del acuerdo intersubjetivo y no ofrece ningún método para resolver los desacuerdos. Si dos personas están en desacuerdo sobre si hay un gato en el jardín, también estarán en desacuerdo sobre si es verdadero el enunciado 'hay un gato en el jardín' y viceversa. Nosotros adquirimos creencias sobre la base de nuestra experiencia del mundo; pero, como tales, estas creencias no tienen justificación objetiva, son sólo nuestra respuesta al mundo. La teoría de la correspondencia no proporciona ningún criterio para regular dichas creencias.

El quasi-realista da cuenta de la relevancia del mundo con respecto a las creencias en términos de su papel *causal*. No podemos justificar los juicios por referencia a la experiencia porque la lógica de la justificación requiere argumentos basados sobre premisas, sobre juicios adicionales y la experiencia no es esto, no es un conjunto de premisas o juicios adicionales, más bien es la *causa* de tales juicios. Este enfoque aplica tanto la teoría de la correspondencia como la teoría de la coherencia: para contrastar juicios y dirimir disputas sobre juicios hay que recurrir a otros juicios, ver cómo se mantienen en combinación con otras creencias. A este respecto, la teoría de la coherencia llena el vacío que la teoría de la correspondencia no había podido llenar. Pero la teoría de la correspondencia se incorpora en el quasi-realismo reconociendo el efecto causal que el mundo ejerce sobre nuestras creencias. Así pues, justificamos nuestros juicios en términos de otros juicios pero muchos de esos juicios están *causados* por el mundo.

"Nuestro juicio de que hay un gato en el jardín es *en parte* hecho verdadero por el gato en el jardín -no está *justificado* por esto, sino, más bien, es *causado* por ello."¹⁷⁹

Pero entonces hay que explicar la fuerte atracción que ejerce sobre nosotros la teoría de la correspondencia, según la cual el mundo hace verdaderos (o falsos) nuestros juicios, y nuestra convicción de que los objetos que, según el quasi-realismo son proyecciones nuestras, existen independientemente de nosotros y de nuestras teorías. El quasi-realismo afirma que la correspondencia, o conexión, entre, por ejemplo, que haya un gato en el jardín y la afirmación 'hay un gato en el jardín', es una *conexión psicológica*. Esta conexión no es otra que la conexión que se desarrolla al aprender el lenguaje. Pero aquí hay que tener en cuenta también el factor social: el lenguaje es también parte de nuestra experiencia. Aprendemos a asociar enunciados con enunciados y a través de estas

teóricas. sin abandonar la teoría rival. al menos momentánea-

asociaciones construimos nuestros sistemas coherentes de creencias. De la misma forma que habitualmente asociamos ciertos enunciados con ciertos eventos, así asociamos habitualmente ciertos enunciados con ciertos otros enunciados. Estos patrones de asociación constituyen la lógica de nuestros sistemas coherentes de creencias. Esta estructura completa de asociaciones descansa sobre fundamentos sociales porque hemos *aprendido* a asociar afirmaciones con afirmaciones de la misma forma que hemos aprendido a asociar afirmaciones con eventos.

Así, la atracción que ejerce la teoría de la correspondencia se explica en términos psicológicos y sociales. La aparente independencia de los objetos proyectados puede explicarse de forma similar. Primero, no es el individuo quien proyecta estos hechos u objetos sobre el mundo, sino el grupo social o la comunidad científica. El individuo aprende del grupo cómo hacer estas proyecciones, aprende a hablar el lenguaje que da lugar a estas proyecciones. El individuo asimila el lenguaje junto con sus proyecciones asociadas, pero el lenguaje es apoyado o sostenido socialmente. La aparente independencia de las proyecciones es un resultado, primero, de nuestra propia internalización del lenguaje, y segundo y más fundamental, es un resultado del continuo apoyo y refuerzo de este lenguaje por la comunidad científica. De esta forma, incluso los objetos proyectados o teóricos parecen cobrar vida por sí mismos, parecen pertenecer al mundo exterior y exigir una independencia de nosotros, nuestras creencias y nuestros esquemas conceptuales.

Desde este punto de vista, dos teorías sucesivas pueden ser inconmensurables si proyectan sobre el mundo dos estructuras teóricas diferentes, lo cual provocaría que se hablase del

SEGUNDA PARTE

**ESTUDIO DE CASOS DE
INCONMENSURABILIDAD**

En los últimos capítulos de este estudio se expondrán dos ejemplos de pares de teorías de las que, siguiendo las pautas ofrecidas por el *quasi-realismo*, se puede afirmar que son *incommensurables*.

En primer lugar se analizará de forma somera, y sin exponer el formalismo matemático, que es de una gran complejidad, el paso revolucionario de la astronomía ptolemaica a la astronomía copernicana. Ambas proporcionaban una explicación coherente de los fenómenos observados en el firmamento y los datos observacionales las convertían en "observacionalmente equivalentes". Pero los armazones teóricos subyacentes a dicha equivalencia eran absolutamente distintos, lo cual se traduce en dos *estructuraciones ontológicas* diferentes del mundo, pudiéndose afirmar, pues, que ambas son *incommensurables*.

En segundo lugar, se hará una comparación un poco más amplia entre la Mecánica Clásica y la Teoría de la Relatividad, llegándose a una conclusión semejante a la anterior: en el dominio de fenómenos en el que ambas teorías se solapan, a saber, el dominio de fenómenos macroscópicos en los que intervienen velocidades y aceleraciones insignificantes en relación con la velocidad de la luz, los respectivos resultados experimentales se aproximan con un grado muy alto de precisión, lo que indujo a considerar que la Mecánica Clásica permanecía en el seno de la Teoría de la Relatividad como un caso límite. Las características de la Teoría de la Relatividad como su mayor alcance (tiene un ámbito de aplicación mayor al incluir entre sus casos de estudio aquellos fenómenos en los que las velocidades se aproximan a la de la luz), o su mayor capacidad predictiva (predijo, entre otros fenómenos, la curvatura de los rayos luminosos en presencia de un campo gravitatorio), la consagraron como *más verosímil* que la Mecánica clásica. Pero del mismo modo que en el caso anterior, aquí se concluye

que ambas teorías son *inconmensurables*, pues sus estructuras teóricas, que dicen *lo que hay* y *lo que no hay* y *cómo se comporta lo que hay*, es decir, los esquemas conceptuales que determinan las bases ontológicas de la teoría, son completamente distintos.

**CAPÍTULO 6. ASTRONOMÍA COPERNICANA *VERSUS* ASTRONOMÍA
PTOLEMAICA.**

La obra de Copérnico señala una fecha decisiva en la historia del pensamiento occidental. Efectivamente, en función de ella se produjo la "revolución científica" del siglo XVII, que sustituyó el Cosmos cerrado y jerárquico de la Antigüedad y de la Edad Media por el Universo homogéneo e infinito de los modernos. La polémica de Copérnico contra la astronomía y la cosmología tradicionales es sumamente interesante: nos muestra que el paso del geocentrismo al heliocentrismo significaba no tanto la sustitución de un sistema de círculos o movimientos celestes por otro, como el primer estallido de una revolución de alcance mucho más amplio y profundo que el de una mera reforma de la Astronomía.

En el momento en el que apareció el sistema heliocéntrico de Copérnico dominaban el mundo científico dos grupos de teorías sobre los astros. Ambos tenían en común dos tesis: i) la Tierra es inmóvil y ocupa el centro del Universo; ii) los cuerpos celestes, por poseer una naturaleza más perfecta que las cosas terrestres, deben estar dotados del más perfecto de los movimientos: el movimiento circular y uniforme (tesis conocida con el nombre de 'axioma platónico'). Pero se distinguían por el modelo astronómico sobre el que estaban contruidos. El primer grupo de teorías se basaba sobre el llamado "sistema de esferas homocéntricas", defendido por Calipo, Eudoxo y Aristóteles, y el segundo sobre el "sistema de excéntricas y epiciclos", más conocido como "sistema ptolemaico", pero que ya había sido esbozado por Hiparco. El sistema de esferas homocéntricas puede resumirse, de forma muy simple, como sigue: la Tierra, inmóvil, está fijada en el centro del Universo; alrededor de ella giran esferas concéntricas cuyo centro coincide con el de la Tierra. La mayor de estas esferas, la exterior, gira con velocidad angular invariable alrededor del "eje del mundo", de Este a Oeste, y esto es suficiente para explicar el movimiento de las estrellas fijas adheridas a ella. Para explicar el movimiento de los planetas se precisa, en cambio, un mecanismo más complejo, compuesto por varias

esferas concéntricas con la Tierra. Todas ellas giran con velocidad uniforme, pero cada una de ellas lo hace alrededor de un eje diferente, con distinta velocidad angular y a veces en sentido contrario al de la esfera más próxima.¹³⁰ Pero con este sistema no se podían explicar todos los fenómenos que se observan en el firmamento (diferencias en la distancia de los planetas a la Tierra, cambios de velocidad de los planetas y del Sol en su giro alrededor de la Tierra, cambios de posición de los planetas, que muestran que éstos se mueven con relación a las estrellas fijas unas veces con movimiento progresivo y otras con movimiento retrógrado, etc.). Ptolomeo intentó superar estos problemas y en el *Almagesto* expuso un nuevo sistema compuesto por círculos -o esferas- de dos tipos: las **excéntricas**, llamadas también **círculos deferentes**, que describen órbitas circulares cuyos centros no coinciden exactamente con el centro de la esfera de las estrellas fijas y, por consiguiente, tampoco con el centro de la Tierra, que permanece inmóvil en el centro del Universo; y los **epiciclos**, círculos cuyos centros se desplazan sobre las órbitas excéntricas. Con ello, y sin abandonar el axioma platónico, es decir, el principio de circularidad y regularidad de los movimientos celestes, Ptolomeo intenta explicar el movimiento diario de las estrellas, el diurno y anual del Sol, los fenómenos que produce el movimiento lunar y los movimientos retrógrados de los planetas. Algunas pequeñas irregularidades, como el hecho trivial de que el movimiento del Sol sobre la eclíptica es ligeramente más rápido en invierno que en verano (movimiento que no puede ser generado por un punto fijo situado sobre un círculo que gire con velocidad constante alrededor del centro de la Tierra), son subsanadas mediante otros pequeños epiciclos, con funciones distintas a los anteriores. Para distinguirlos, Kuhn en (1957) denomina "epiciclos mayores" a los empleados para explicar las grandes irregularidades, destinados a producir la apariencia cualitativa del movimiento de retrogradación, y "epiciclos menores" a los círculos complementarios que tienen como finalidad eliminar pe-

queños desacuerdos entre la teoría y las observaciones. Pero este complejo sistema de epiciclos y deferentes no conseguía explicar las notables irregularidades de las órbitas planetarias. Por esto, Ptolomeo se vio obligado a introducir un nuevo artificio: el centro del epiciclo recorre el deferente de modo que los ángulos iguales en tiempos iguales son descritos por el radio vector trazado, no desde el centro del deferente, sino desde otro punto del espacio, el ecuante, que regula también el movimiento del planeta sobre el epiciclo. Así pues, la velocidad de rotación de un deferente, o la de cualquier otro círculo planetario, debe ser uniforme, no respecto a su centro geométrico, sino respecto a un punto ecuante distinto de aquél. Si se observa desde el centro geométrico de su deferente, el planeta parece moverse con velocidad no uniforme y de manera excéntrica. De este modo, los movimientos analizados por Ptolomeo no son en realidad uniformes, sino "aparentemente uniformes", violando así, en la aplicación práctica, el axioma platónico que en la teoría había aceptado sin reservas. Atendiendo a la dicotomía que se ha establecido tradicionalmente entre la astronomía matemática, puramente teórica, que se ocupa solamente de sistematizar datos y elaborar *predicciones*, y la astronomía física (o cosmología), encargada de ofrecer *explicaciones* concretas de los fenómenos observados (encarnadas en la Antigüedad en los modelos platónico y aristotélico de investigación astronómica, respectivamente)¹²⁹, se ha querido ver en Ptolomeo un astrónomo, matemático incapaz de dar una explicación cosmológica plausible del complicado entramado geométrico formulado en el *Almagesto*, válido, por otra parte, como sistema predictivo. Así, N. R. Hanson dice:

"Los griegos dieron con explicaciones de los movimientos celestes; los bucles regresivos hallaron explicación para ellos satisfactorias, si bien fueron incapaces de predecir semejantes movimientos; (...), Ptolomeo *podría* haberlo hecho más tarde con una precisión sin precedentes, aunque no hubiera podido explicarlos mediante la astronomía técnica. Hay que distinguir el Ptolomeo *cosmólogo* aristotélico del Ptolomeo astrónomo geocéntrico. Nos encontramos aquí con dos pensadores distintos unidos en la misma persona histórica. El Ptolomeo cosmólogo repetía al pie de la letra las visiones del

centro del Universo; las estrellas fijas y los planetas se emplazan en esferas concéntricas a la Tierra; no existe el vacío en la naturaleza, el Universo presenta una estructura jerarquizada, donde hay que distinguir el ámbito de lo supralunar habitado por los objetos celestes, divinos, inmutables e incorruptibles y el ámbito de lo sublunar, morada de la Luna, de nuestra Tierra y de todo aquello que comparte con ellas su carácter mutable y corruptible.

Así pues, no se da tal separación entre astronomía matemática y astronomía física: para Ptolomeo, y para otros muchos, el objetivo era construir un sistema que fuese a la vez cuantitativamente exacto, sencillo y verdadero desde el punto de vista físico (o, al menos, físicamente plausible). Si los movimientos de los planetas se explican en el *Almagesto* desde una perspectiva estrictamente matemática, en las *Hipótesis de los planetas* estos modelos geométricos se convertirán en mecanismos de esferas y se tratará de justificar físicamente cada una de las teorías de los planetas individuales.

*Ptolomeo intenta ofrecer su visión cosmológica en las *Hipótesis*. En esta obra es en la que trata de describir la estructura física del universo, cómo y de qué manera están ordenados los cuerpos celestes, cuál es el tamaño o las dimensiones del cosmos, cuáles son las causas de los movimientos celestes.*¹⁸³

Pero hay que llamar la atención sobre el hecho de que había otros aspectos de la astronomía ptolemaica que eran difícilmente conciliables con la física aristotélica. En particular, la noción de epiciclo, que era incompatible con la estructura aristotélica de esferas homocéntricas. Ptolomeo estaba insatisfecho con esta situación y fue precisamente esta insatisfacción lo que probablemente le indujo a escribir las *Hipótesis*, donde aspiraba a ofrecer una descripción realista del Universo o, mejor, a buscar un correlato físico para sus modelos geométricos. Esta tarea fue resuelta de un modo inge-

nioso, reproduciendo todo el dispositivo de excéntricas y epiciclos en el interior de esferas homocéntricas.

No puede decirse, pues, que a Ptolomeo no le importase la cuestión de la relevancia física de sus modelos geométricos, que su única intención fuese *salvar los fenómenos*, como quiere Duhem en su (1908). Como hemos dicho, en las *Hipótesis de los Planetas* ofrece un correlato físico de los modelos geométricos que había expuesto en el *Almagesto*.

"Su deseo es ocuparse de los auténticos mecanismos según los cuales se mueven los cuerpos celestes de manera que sigan los principios y reglas del *Almagesto*. Tras exponer en el libro I [de las *Hipótesis*] los parámetros y valores de los movimientos observados de los astros, así como la disposición y tamaño del cosmos, intenta ofrecer una *explicación física* de los movimientos de los planetas."¹⁸⁴

Se trata de justificar desde el punto de vista físico la teoría relativa a cada uno de los planetas (hay que recordar que la concepción ptolemaica no constituye un auténtico **sistema**, sino que se dan explicaciones particulares para cada planeta). Así pues, Ptolomeo aspiraba también a describir y a explicar la estructura física del Universo, diseñando para ello un mecanismo físico a caballo entre las concepciones aristotélicas y estoicas.

Por su parte, Copérnico no pretendía sino poner en orden su disciplina desde la más pura ortodoxia aristotélica. Desde el punto de vista de la historia de las ideas, puede decirse que Copérnico trabaja todavía *more ptolemaico*.¹⁸⁵ Pero había algo que le resultaba intolerable del ptolemaísmo de sus contemporáneos, y era su frivolidad a la hora de reinterpretar *ad hoc* sus teorías con vistas a salvaguardar el éxito predictivo, es decir, con la única intención de 'salvar los fenómenos'. El objetivo (y el auténtico logro) de Copérnico es elaborar por fin un verdadero **sistema** del Universo, y no ya un conglomerado de hipótesis particulares (satisfactorias desde el punto de vista predictivo, pero no desde el explicativo). A partir

de Copérnico, la astronomía y la cosmología están perfectamente compenetradas. Aunque, dados los tiempos que corrían, podía ser muy conveniente preservar la antigua dicotomía. Eso era lo que había pretendido Osiander, intentando mitigar lo que de realmente nuevo había en la obra de Copérnico: una nueva cosmología. ¹³²

Dadas las dificultades de las que adolecía la concepción ptolemaica, Copérnico cree que puede encontrar una composición de círculos más razonable, con la que pueda justificarse la aparente desigualdad e irregularidad de los movimientos planetarios, al mismo tiempo que se salva el principio de uniformidad violado al introducirse el ecuante. Para ello formula una serie de postulados o axiomas:

PRIMER POSTULADO

No existe un centro único de todos los círculos o esferas celestes.

SEGUNDO POSTULADO

El centro de la Tierra no es el centro del mundo, sino tan sólo el centro de gravedad y el centro de la esfera lunar.

TERCER POSTULADO

Todas las esferas giran en torno al Sol, que se encuentra en medio de todas ellas, razón por la cual el centro del mundo está situado en las proximidades del Sol.

CUARTO POSTULADO

La razón entre la distancia del Sol a la Tierra y la distancia a la que está situada la esfera de las estrellas fijas es mucho menor que la razón entre el radio de la Tierra y la distancia que separa a nuestro planeta del Sol, hasta el punto de que esta última resulta imperceptible en comparación con la altura del firmamento.

QUINTO POSTULADO

Cualquier movimiento que parezca acontecer en la esfera de las estrellas fijas no se debe en realidad a ningún movimiento de ésta, sino más bien al movimiento de la Tierra. Así, pues, la Tierra -junto a los elementos circundantes- lleva a cabo diariamente una revolución completa alrededor de sus polos fijos, mientras que la esfera de las estrellas y último cielo permanece inmóvil.

SEXTO POSTULADO

Los movimientos de que aparentemente está dotado el Sol no se deben en realidad a él, sino al movimiento de la Tierra y de nuestra propia esfera, con la cual giramos en torno al Sol exactamente igual que los demás planetas. La Tierra tiene, pues, más de un movimiento.

SÉPTIMO POSTULADO

Los movimientos aparentemente retrógrados y directos de los planetas no se deben en realidad a su propio movimiento, sino al de la Tierra. Por consiguiente, éste por sí solo basta para explicar muchas de las aparentes irregularidades que en el cielo se observan.¹⁸⁷

A la concepción ptolemaica (o ptolemaico-aristotélica) Copérnico le plantea dos objeciones fundamentales que acabarán echando por tierra el complicado y deforme cuerpo de la astronomía antigua. En una de sus objeciones, Copérnico argumenta que es absurdo querer mover el *locus* (el lugar) y no el *locatum* (lo situado en el *locus*), de manera que el cielo de las estrellas fijas, que según Aristóteles, es el *locus* del Universo, debe considerarse inmóvil. Una de las consecuencias inmediatas de esta objeción es la necesidad de ampliar las dimensiones del Universo. En efecto, para escapar al argumento contrario de que el movimiento orbital de la Tierra debería dar lugar a paralajes de las estrellas fijas, lo cual no se había observado nunca (el movimiento paraláctico es inobservable a simple vista; con ayuda del telescopio fue detectado por primera vez en 1838), Copérnico se ve obligado a aumentar notablemente el radio del Universo (por lo menos 2000 veces) y a afirmar que, en relación con la esfera de las estrellas fijas, cuya existencia real sigue manteniendo, no ya sólo la Tierra, sino el orbe terrestre, el "gran orbe", es como un punto en el firmamento. Desde el punto de vista tradicional se le replica a Copérnico que hay una oposición cualitativa fundamental entre la Tierra, pesada e inerte, y las imponderables esferas celestes: para mover la primera sería necesario un motor exterior y material de una fuerza formidable; el movimiento de las últimas, por el contrario, es una consecuencia de su perfección, es decir, de su propia natura-

leza. Copérnico, en cambio, no piensa así. Para él la Tierra no se distingue cualitativamente de los planetas, sino que es uno de ellos, y lo que vale para ellos vale también para la Tierra. Tanto la astronomía de Ptolomeo como la física de Aristóteles invocaban en favor de la inmovilidad de la Tierra en el centro del Universo el hecho de que los graves caen todos hacia "abajo", es decir, hacia dicho centro y que, por tanto, ahí se encuentra su lugar natural. Error, responde Copérnico. Los cuerpos graves no caen hacia el centro del Mundo; la gravedad no es sino la tendencia natural de las partes hacia el todo al que pertenecen. Por ello, los graves terrestres no intentan en absoluto acercarse al "centro del Mundo" para descansar en él, sino que se limitan, simplemente, a tender hacia su todo, la Tierra. Lo mismo les ocurriría, sin duda, a las partes separadas de la Luna y de los demás planetas: se dirigirían hacia ellos, y no hacia el centro del Universo. Como se ve, el espacio de Copérnico no es ya el espacio físicamente diferenciado de Aristóteles; sigue siendo limitado y cerrado por la bóveda celeste, pero en su interior todo está geometrizado, ya no existen diferencias cualitativas.

La segunda objeción importante la dirige Copérnico contra la naturaleza del movimiento requerido por el ecuante, que contradice el principio de la uniformidad del movimiento circular propio de los astros. Como puso de manifiesto Kuhn

"Tal dispositivo [el ecuante] es particularmente importante porque las objeciones estéticas de Copérnico al mismo fueron uno de los motivos esenciales que le llevaron a rechazar el sistema de Ptolomeo y a buscar un método de cálculo radicalmente nuevo. Copérnico usaba epiciclos y excéntricas similares a las empleadas por sus predecesores durante la antigüedad. Sin embargo, su sistema no hacía uso de los ecuanes, pensando que la exclusión de tales artificios geométricos era una de las mayores ventajas que presentaba su esquema a la vez que uno de los argumentos de mayor solidez en favor de su veracidad."¹⁹⁸

La falta de coherencia que suponía la introducción del ecuante y, por tanto, de movimientos circulares no uniformes, en

un sistema como el de Ptolomeo que contaba entre uno de sus principios básicos el ya mencionado "axioma platónico" (según el cual toda la cinemática celeste se reduce a movimientos uniformes de trayectoria circular), predispuso a Copérnico a crear el sistema heliocéntrico, confiriendo movimiento a la Tierra hasta ese momento inmóvil. Con ello no sólo simplificó en buena medida la estructura geométrica del cosmos, puesto que redujo los ochenta círculos necesarios anteriormente a treinta y cuatro, sino que hizo desaparecer los ecuanes y los movimientos "aparentemente uniformes" generados por ellos. Parecía no haber dificultades con el ecuante visto como una mera construcción matemática, cuya única finalidad es servir como aparato de cálculo. Las dificultades surgieron cuando se intentó dar un fundamento físico a tales constructos. De ahí que se pueda concluir que la principal crítica de Copérnico a Ptolomeo, a causa de la inadmisibilidad del ecuante, es una **objeción cosmológica**.¹⁸⁹

"La reforma copernicana nace de la voluntad de reconciliarla con ese viejo ideal de inteligibilidad -transgredido por el autor del *Almagesto*- y de lograr que ofreciera una imagen real del universo. Tanto lo uno como lo otro tropezaban de antemano con un serio obstáculo; la admisión del ecuante. Este era sin duda el responsable de la insatisfacción *estética* que experimentaba Copérnico ante la astronomía ptolemaica, admirable desde otros muchos puntos de vista."¹⁹⁰

"A estas alturas parece inútil insistir en el compromiso copernicano con una epistemología realista; el objetivo del astrónomo es describir la auténtica constitución del universo, por difícil que ello pueda resultar a veces."¹⁹¹

La reforma de Copérnico fue una reforma técnica inspirada por consideraciones cosmológicas y estéticas, relativas a la armonía del Universo. Los resultados constituyeron una revolución cosmológica y una reestructuración del saber al unificar los ideales explicativos de la astronomía y de la física. Pero ambas cosas fueron consecuencias, más o menos deseadas, del interés real: diseñar una teoría planetaria que resultase físicamente aceptable sin renunciar por ello a una notable

sofisticación desde el punto de vista matemático (y, por tanto, predictivo).

Con todo esto se ha intentado mostrar que:

"la diferencia entre el sistema copernicano y el ptolemaico no es la existente entre dos artificios destinados a salvar los fenómenos celestes, sino más bien entre dos cosmologías, es decir, entre dos filosofías naturales irreconciliables en razón misma de sus supuestos básicos."¹⁹²

Dicho en términos del *quasi-realismo*, son dos proyecciones teóricas distintas, elaboradas por el aparato conceptual humano, sobre el mismo dominio de fenómenos, lo cual implica que no se pueden aplicar a dicho dominio simultáneamente, o lo que es lo mismo, desde nuestro punto de vista, ambas teorías *son inconmensurables*. Las teorías ptolemaica y copernicana no son ni "formalmente equivalentes", ni "geométricamente equivalentes", ni "absolutamente idénticas". Son "**observacionalmente equivalentes**".¹⁹³ En efecto, otorgar movimiento a todo el orbe celeste o solamente a la Tierra son dos descripciones alternativas observacionalmente equivalentes. La decisión de optar por una en vez de por otra depende en todo caso de consideraciones extracinemáticas, más concretamente, de carácter cosmológico. Ya en la Antigüedad algunos filósofos (Aristarco, Filolao, Hicetas, Ecfanto, Heráclides) propusieron el movimiento de rotación de la Tierra sobre su eje como una mejor explicación de los fenómenos celestes que el movimiento del Sol alrededor de nuestro planeta. Pero no fueron tenidos en cuenta seriamente. Por otro lado, en tiempos de Ptolomeo se conocía que los planetas, cuando están opuestos al Sol (vistos desde la Tierra), parecen detenerse y retroceder antes de seguir adelante. Incluso la Luna parece depender en cierta medida del Sol (ya Hiparco había descubierto que su velocidad era variable en la cuadratura, es decir, en el punto en el que Sol, Tierra y Luna forman un ángulo de 90°). Todas las estrellas errantes parecían estar conectadas con el Sol: todo problema astronómico de la Antigüedad entrañaba al-

guna anomalía dependiente del Sol. Sin embargo, esto no sugirió prácticamente a nadie que el Universo pudiese no ser geocéntrico o geostático. La astronomía se había convertido en un potente instrumento de cálculo y ni siquiera esas anomalías podían debilitar los compromisos cosmológicos (e, incluso, ontológicos) que se enraizaban tan profundamente en los pensadores de la época. Por ello es muy importante señalar que el verdadero mérito de Copérnico fue elaborar una nueva proyección teórica y abogar por un nuevo compromiso cosmológico y ontológico.

Acabamos de concluir que la astronomía ptolemaica y la copernicana son inconmensurables. Ahora bien, a lo largo del presente trabajo, hemos mencionado diferentes tipos de inconmensurabilidad que denominamos, como se recordará, inconmensurabilidad lógica, inconmensurabilidad semántica e inconmensurabilidad ontológica. La afirmación general de las teorías anteriores son inconmensurables deberá ser precisada de manera que sepamos qué tipo de inconmensurabilidad se les puede atribuir y cuál no.

En primer lugar, nos ocuparemos de la inconmensurabilidad lógica o, lo que es lo mismo, de la ausencia de conexiones lógicas entre dos teorías. Desde la tradición empirista se ha considerado la derivabilidad o la deducción como la conexión lógica fundamental que debe existir entre dos teorías sucesivas que comparten un dominio de aplicación común. Por ejemplo, la astronomía ptolemaica y la copernicana comparten el dominio de aplicación, a saber, la estructura del Universo y movimientos de los astros que lo pueblan. Pero una deducción lógica sólo se da a partir de premisas comunes, cosa que no ocurre en el caso que nos ocupa. En efecto, los postulados de los que parte Copérnico (no existe un centro único del Universo; los cuerpos celestes giran en torno al Sol y no en torno a la Tierra; la Tierra no es inmóvil, sino que gira alrededor del Sol como el resto de los planetas; [ver *supra* pp.

148-149]), son claramente incompatibles con aquellos que forman la base de la cosmología ptolemaico-aristotélica: la Tierra es el centro inmóvil del Universo alrededor del cual giran el Sol, la Luna, los planetas y la esfera de estrellas fijas. Del mismo modo, los instrumentos matemáticos utilizados en ambas teorías son distintos, pues al poner a la Tierra en movimiento, Copérnico convierte en innecesario el uso de los ecuantos, a los que rechazaba por violar el principio de la uniformidad de los movimientos celestes. En esta situación, es evidente que no es posible establecer la relación de deducción lógica entre ambas teorías, pues para ello, necesitaríamos una coincidencia en sus premisas y en sus bases matemáticas. Así pues, podemos afirmar que la astronomía ptolemaica y la astronomía copernicana **son lógicamente inconmensurables**.

Analícemos ahora si también se les puede atribuir una inconmensurabilidad semántica. Como ya sabemos, se puede hablar de inconmensurabilidad semántica entre dos teorías sucesivas cuando ambas utilizan los mismos términos, aplicados al mismo dominio de fenómenos, pero se da la circunstancia de que dichos términos han sufrido una variación sustancial en su significado al ser incorporados en la teoría más nueva. En el caso que nos ocupa, no existe tal variación de significado en los términos fundamentales: cuando Copérnico utiliza términos tales como 'planeta', 'orbe', 'revolución', 'epiciclo', 'deferente', 'retrogradación', etc, éstos tienen el mismo significado que tenían en el *Almagesto* de Ptolomeo, se refieren a los mismos objetos. Lo que Copérnico hace con su nueva teoría es **reestructurar ontológicamente** el mundo en el que dichos objetos se ubican. Este es un ejemplo de un hecho que hay que tener muy en cuenta en el estudio epistemológico de las teorías científicas y es que la variación del significado de los términos fundamentales, que puede tener lugar cuando una teoría sustituye a otra, es una *condición suficiente* para que se produzca una variación correlativa en las ontologías

derivadas de ambas teorías, pero *no es una condición necesaria*, puesto que en un caso de cambio de teorías, puede pasarse a una estructura ontológica del mundo completamente distinta de la anterior, manteniéndose el significado de los términos, de manera que dos teorías pueden ser ontológicamente inconmensurables sin ser semánticamente inconmensurables.

Podemos concluir, pues, que la astronomía ptolemaica y la copernicana **no son semánticamente inconmensurables**, sino que **son lógicamente y ontológicamente inconmensurables**.

CAPÍTULO 7. TEORÍA DE LA RELATIVIDAD *VERSUS* MECÁNICA CLÁSICA.

Del mismo modo que la aparición en 1543 de la obra de Copérnico *De Revolutionibus Orbium Coelestium* supuso el inicio del cambio revolucionario que sustituyó la concepción geostática y geocéntrica del Universo por la heliocéntrica, también la publicación en 1905 del artículo de Albert Einstein *Sobre la electrodinámica de cuerpos en movimiento* en la revista *Annalen der Physik* acabó con la cosmovisión derivada de la mecánica newtoniana. Pero la teoría de la relatividad no sólo revolucionó el ámbito de las ciencias. Al introducir una nueva noción de espacio, tiempo y materia cambió los axiomas de la mecánica clásica elaborada por Galileo y Newton y, con ello, alteró el curso del pensamiento occidental, modificando algunos de sus aspectos más esenciales.

1. PRINCIPIO DE RELATIVIDAD RESTRINGIDA DE GALILEO.

Mucho antes de 1905, más concretamente, desde los tiempos de Galileo, la mecánica clásica ya estaba gobernada por un principio de relatividad restringida que, partiendo de la ley de inercia, servía para definir un conjunto de sistemas de referencia privilegiados, adecuados para distinguir los movimientos absolutos de los movimientos relativos. La ley de inercia, ley fundamental de la mecánica clásica, se puede enunciar: *todo cuerpo persevera, en ausencia de fuerzas, en estado de reposo o movimiento rectilíneo y uniforme*. Este principio nos dice algo no sólo en relación al movimiento de los cuerpos, sino también en relación a qué sistemas de referencia son permisibles a la hora de elaborar descripciones mecánicas. Algunos de los cuerpos a los que se puede aplicar la ley de inercia con gran aproximación son las todavía conocidas como estrellas fijas. Si nos atenemos a esta ley, sólo cabe referir los movimientos a sistemas de coordenadas con respecto a los cuales las estrellas fijas describan un movimiento rectilíneo y uniforme. Todo sistema de coordenadas cuyo movimiento es tal que con relación a él es válida la ley de inercia es un "sistema inercial" o "sistema de coordenadas

de Galileo". Si existe uno de estos sistemas, pueden definirse una infinidad de ellos que posean la misma propiedad. Estos otros tendrían, con relación al primero, un movimiento de traslación uniforme y todo punto material libre (sobre el que no actúa ninguna fuerza), que describa un movimiento rectilíneo y uniforme con relación a uno de estos sistemas, describirá un movimiento del mismo tipo con relación al primero y a todos los demás (fig. 1).

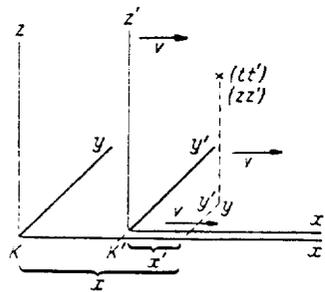


fig. 1

A partir de un sistema de inercia $K(x, y, z, t)$ se deducirán otros sistemas análogos $K'(x', y', z', t')$, expresándose sus movimientos rectilíneos y uniformes con respecto a K mediante las siguientes ecuaciones de transformación:

$$(1) \quad x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t$$

$W = v' \pm v$ (teorema de composición de velocidades), siendo W la velocidad final con respecto al sistema K de un punto material que se mueve con velocidad v' con respecto al sistema K' que, a su vez, se mueve con velocidad v en relación a K .

Este grupo de ecuaciones, llamado "grupo de transformación de Galileo", definía una clase de sistemas de referencia privilegiados en los cuales es válida la ley de inercia, introduciéndose así el principio de *relatividad restringida*: *las leyes de la mecánica son invariantes en sistemas de referencia inerciales con respecto al grupo de transformación de Galileo*. Este es un principio de *relatividad* porque define una infinidad de sistemas conectados mediante (1) que son *equivalentes* en cuanto a la descripción de las leyes del movimiento; y de *relatividad restringida* porque esta equivalencia se limita a sistemas de referencia inerciales.

2. ESPACIO ABSOLUTO, TIEMPO ABSOLUTO Y MOVIMIENTO ABSOLUTO.

La combinación de la ley de inercia y del principio de relatividad restringida le permite a Newton establecer un criterio para detectar los movimientos absolutos que, por supuesto, tendrían lugar en un espacio y un tiempo también absolutos. Este criterio es la aparición de *fuerzas*, generadoras de ciertos efectos mecánicos que capacitarían al observador para distinguir absolutamente entre movimiento y reposo, lo cual es imposible en sistemas con movimiento inercial, debido precisamente a la ausencia de fuerzas.

"Las causas por las que se distinguen los movimientos verdaderos de los movimientos relativos son las fuerzas que, comunicadas a los cuerpos, generan el movimiento. El movimiento verdadero ni se genera ni se altera, si no es con el concurso de alguna fuerza que actúe sobre el cuerpo movido(...)"¹⁹⁴

El único movimiento absoluto que detecta Newton de esta forma es el movimiento de rotación (mediante su famoso experimento del cubo lleno de agua que gira unido a una cuerda fija) gracias a la aparición en el móvil de una propensión a alejarse del eje de rotación. En palabras de Newton:

"Los efectos que distinguen al movimiento absoluto del relativo son las fuerzas que actúan alejándose del eje en un movimiento circular."¹⁹⁵

Como hemos dicho, el movimiento absoluto es aquel que se produce en el tiempo absoluto o universal que discurre uniformemente y a través de un espacio absoluto independiente de los cuerpos que contiene. La noción de un tiempo absoluto, idéntico para cada observador, es inmediata, pues se basa en la idea intuitiva de que el movimiento de un sistema de referencia no ejerce influencia alguna sobre el curso de los acontecimientos que tienen lugar en ese sistema.

"I. El tiempo absoluto, verdadero y matemático, en sí mismo y por su propia naturaleza, fluye de una manera ecuable y sin relación alguna con nada externo, y se conoce con el nombre de duración; el tiempo relativo, aparente y común es una medida sensible y externa (...) de la duración por medio del movimiento, y se utiliza corrientemente en lugar del tiempo verdadero; ejemplos de ello son la hora, el día, el mes, el año."¹⁹⁶

El tiempo absoluto es independiente de las cosas que ocurren en él. Su flujo es constante y uniforme, de manera que ni el movimiento ni la velocidad de los sistemas de referencia influye en su transcurso. Pero lo único que puede medirse, mediante ciertos movimientos, son los intervalos de tiempo relativos (el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol es un año, el movimiento de rotación de la Tierra sobre sí misma es un día, etc). Es esta independencia del tiempo absoluto con respecto a la materia, al movimiento y a la velocidad de los sistemas de referencia lo que permite establecer la noción de simultaneidad absoluta, característica de la mecánica newtoniana.

Por su parte, el espacio absoluto es igualmente independiente de los cuerpos y su estado de movimiento o reposo.

"II. El espacio absoluto, por su propia naturaleza y sin relación alguna con nada externo, permanece siempre similar e inmóvil. El espacio relativo es una dimensión o medida móvil de los espacios absolutos, que nuestros sentidos determinan de acuerdo con su posición respecto a los cuerpos y que por lo común se toma como espacio inmóvil."¹⁹⁷

El espacio absoluto es tridimensional y responde a las características de la geometría euclidiana, cuya métrica es plana;

es vacío, homogéneo, infinito e instantáneo, es decir, todas sus partes están dadas simultáneamente (a diferencia del tiempo, que consiste en una sucesión lineal de sus unidades); y en la medida en que es simultáneo, es estático, inmóvil e inmutable. Contra esta noción de espacio se levantarán Leibniz (para quien el espacio no es más que una denominación abstracta que se le da a un conjunto de relaciones entre las posiciones de diversos cuerpos, de manera que le resulta inconcebible un espacio subsistente por sí mismo e independiente de los cuerpos) y Ernst Mach, heredero de la corriente fenomenista iniciada por Berkeley. En el capítulo titulado "Consideraciones preliminares antimetafísicas" de su (1896), Mach expone que el mundo es un conjunto de cualidades que no se constituyen en una realidad estable e inmutable. Nosotros tenemos un lenguaje y una lógica del lenguaje que sí son estables y que utilizamos de una manera pragmática para poder vivir, asignando nombres a núcleos de cualidades. Saber que nuestro lenguaje es estable nos conduce a creer que el mundo también lo es. Pero el mundo no es más que un conjunto no ya siquiera de cualidades, sino de sensaciones. Con esta filosofía como fondo se puede entender perfectamente por qué Mach no acepta las nociones newtonianas de espacio y tiempo absolutos: el sujeto sólo tiene sensaciones del espacio y del tiempo relativos; ninguno de ellos puede "medirse", no forman parte de la experiencia, por tanto ambas nociones son carentes de sentido. Para Mach espacio y tiempo no son nada en sí, sólo son relaciones de orden entre sensaciones que es, en última instancia a lo que se reduce el mundo. Mach ejerció una clara influencia sobre Einstein, que le agradece haber sido el primero en poner en duda la fe en la mecánica como base firme de la física y del pensamiento científico:

"Fue Ernst Mach quien con su *Historia de la mecánica* quebrantó esta fe dogmática [en la mecánica]; el libro ejerció una poderosa influencia sobre mí en este sentido durante mi época de estudiante. La grandeza de Mach la veo yo en su escepticismo e independencia incorruptibles; también durante mis años jóvenes influyó mucho sobre mí la postura epistemológica de Mach, postura que hoy día se me antoja esencialmente insostenible."¹⁹⁹

3. EL PROBLEMA DEL ÉTER.

La mecánica clásica se encontró siempre con algunos escollos importantes y difíciles de salvar como eran la determinación del mecanismo por medio del cual tenía lugar la mutua atracción a distancia de los cuerpos, y la explicación de los fenómenos luminosos. El espacio absoluto de Newton es, como ya se ha mencionado, vacío y es donde se localizan las fuerzas causantes de los movimientos (no inerciales) de los cuerpos, fuerzas que pueden ser de dos tipos: por contacto o fuerzas de impulso, definidas por la *segunda ley de la mecánica*

$$(2) \quad f = m \, dv/dt = m \, a,$$

y a distancia o fuerzas gravitatorias, definidas por la *ley de gravitación universal*

$$(3) \quad f = G \, mm' / r^2.$$

Pero los contemporáneos de Newton, mecánicos ortodoxos, no pueden concebir un movimiento causado por fuerzas que no se produzcan por contacto directo, al menos, de las partículas elementales constituyentes de los cuerpos. Era como atribuir ciertos movimientos a "cualidades ocultas" o "poderes mágicos". Newton ya era consciente de este problema y para otorgar mayor plausibilidad a las fuerzas gravitatorias introdujo el concepto de éter, sustancia material lo suficientemente sutil como para no ejercer resistencia alguna al movimiento de los cuerpos y con características mecánicas que le capacitan como transmisor de la fuerza de gravedad. El éter se convirtió así en el medio invisible a través del cual se desplazan los astros, transmisor de la luz, conductor de las fuerzas magnéticas y eléctricas. El modelo mecánico del éter aseguraba, asimismo, el marco fijo de referencia, el espacio absoluto e inmutable que necesitaba la cosmología de Newton.

Por otro lado, en la época de Newton existen dos teorías sobre la naturaleza de la luz: la teoría corpuscular, defendida por el propio Newton, que consideraba la luz como compuesta por partículas materiales y, por tanto, como un fenómeno mecánico, y la teoría ondulatoria, defendida por Huygens, según la cual la luz está compuesta por ondas que, como tales, necesitan de un medio de transmisión. Puesto que la luz, al contrario que el sonido, sí se propaga en el vacío, el aire no puede ser su medio de transmisión. Este medio es, de nuevo, el éter. Ambas teorías ofrecían explicaciones igualmente válidas para los fenómenos luminosos conocidos en la época. Pero Augustin Fresnel probó a principios del siglo XIX que únicamente la teoría ondulatoria permitía explicar los fenómenos de interferencia, dando así nuevo vigor a la vieja hipótesis de la existencia del éter. En 1865, James Clerk Maxwell formuló una teoría conjunta para los fenómenos eléctricos y magnéticos. Supuso que la oscilación de una carga eléctrica produciría una perturbación del campo magnético, la cual se propagaría a través del éter en forma de radiación electromagnética, con una velocidad aproximada de 300.000 Km/s. La coincidencia de esta velocidad con la de las ondas luminosas y el hecho de la necesidad de la existencia del éter tanto para la propagación de éstas como de las primeras le llevan a Maxwell a plantear su tesis de que la luz no es un fenómeno mecánico, sino *electromagnético*, unificando así el éter lumínico y el electromagnético.

Pero las leyes de Maxwell para el electromagnetismo no cumplen el principio de relatividad restringida, pues sólo son válidas en relación con un sistema de referencia en reposo: el éter inmóvil. En efecto, una onda electromagnética isotrópica en un sistema de referencia no podía conservar esa isotropía en un nuevo sistema de referencia animado de una velocidad v con relación al primero. Según las leyes clásicas de composición de velocidades, la velocidad c de la luz en el primer sistema, se convertía en $c \pm v$ en el segundo. En estas

condiciones, un experimento óptico habría permitido detectar esta anisotropía debida al movimiento rectilíneo y uniforme. Esta posibilidad teórica resulta del hecho de que las ecuaciones de Maxwell no son invariantes con respecto al grupo de transformación de Galileo. Un cambio de sistema de referencia inercial no pone de manifiesto propiedades mecánicas nuevas pero si es, en cambio, susceptible de manifestar las propiedades electromagnéticas debidas al movimiento rectilíneo y uniforme.

Durante casi cien años, diversos científicos experimentales se esforzaron en vano por detectar dichas manifestaciones. Desde los experimentos de Arago, en 1818; hasta los de Zeeman, en 1924, pasando por los de Michelson, en 1881, y los de Michelson y Morley, en 1887, se esperaba que la experiencia manifestase al menos la propiedad más fundamental del éter: la de constituir un medio material que baña los cuerpos y cuya cinemática está de acuerdo con las leyes clásicas. Por eso los movimientos de los cuerpos materiales deberían producir efectos similares a un "viento de éter", efectos tanto más sensibles cuanto más rápidamente se muevan los cuerpos. Si se trata de movimientos rectilíneos y uniformes de velocidad v , se dirá que los efectos de viento de éter son de primer orden si hacen intervenir términos del tipo $\beta = v/c$; se llamarán de segundo orden si manifiestan términos del tipo $\beta^2 = v^2/c^2$, etc. Un movimiento susceptible de hacer intervenir una velocidad v bastante considerable es el de la Tierra alrededor del Sol, que recorre 30 Km en un segundo, y su movimiento es rectilíneo y uniforme si se considera durante un tiempo corto. Este movimiento haría intervenir términos tales que

$$\beta = v/c = 30/300.000 = 10^{-4}; \quad \beta^2 = 10^{-8}$$

cuya detección revelaría el mencionado "viento del éter" y la existencia de un sistema de referencia absoluto. El experimento que idearon Michelson y Morley en 1887 para detectarlo

pretendía medir la diferencia en la velocidad de dos haces de luz, uno de ellos emitido en el mismo sentido del movimiento de la Tierra y el otro en sentido contrario. Si la Tierra se mueve a través del éter y la luz se propaga también a través del éter, entonces el rayo de luz propagándose en contra de la corriente de éter producida por el movimiento de la Tierra se desplazará con una velocidad ligeramente menor que el rayo que se propague a favor de dicha corriente.

A pesar de la precisión con que fue concebido este experimento, no se pudo detectar ninguna variación en la velocidad de propagación de la luz. Así pues, o bien había que renunciar a la existencia del éter, o a la realidad del movimiento de la Tierra (y no pocos científicos habrían estado dispuestos a renunciar a esto último, pues era más difícil concebir la existencia de ondas (luminosas o de cualquier otro tipo) sin un medio en el que propagarse que aceptar de nuevo una Tierra inmóvil).

Otra posible explicación de los resultados negativos de todos los experimentos ideados para detectar la presencia del éter era que éste fuese móvil. Si se acepta esto, de las consideraciones anteriores se extraerían dos consecuencias fundamentales:

- 1) la constancia y el carácter límite de la velocidad de la luz, de manera que la luz no cumple el principio clásico de composición de velocidades, sino la igualdad $c \pm v = c$;
- 2) la ampliación del principio de relatividad a fenómenos electromagnéticos: la suposición de Maxwell de que las leyes del electromagnetismo sólo se cumplen para sistemas de referencia en reposo ya no sería válida si se supone que el propio éter está dotado de movimiento.

4. LA HIPÓTESIS DE LA CONTRACCIÓN DE FITZGERALD-LORENTZ.

Para salvar de otra forma la hipótesis de la existencia de un éter compatible con los anteriores resultados experimentales, Fitzgerald y Lorentz admitieron la existencia de un fenómeno complementario: la contracción de las longitudes en el sentido del movimiento. Suponiendo que todos los cuerpos animados por un movimiento rectilíneo y uniforme sufren una contracción en el sentido de su movimiento, expresada por

$$(4) \quad l = l_0 \sqrt{1 - v^2/c^2},$$

podría explicarse el resultado negativo del experimento de Michelson y Morley: la ligera disminución de la velocidad del rayo de luz que se propaga en el sentido del movimiento de la Tierra, es decir, en contra de la corriente de éter, se vería compensada por la contracción de la distancia recorrida por dicho rayo de luz mientras que el rayo que se propaga en sentido contrario al movimiento de la Tierra y a favor de la corriente de éter, si bien posee una velocidad ligeramente mayor, también la distancia que recorre es ligeramente mayor, por lo que, aparentemente, los dos rayos se propagarían con la misma velocidad. Pero era natural que esa contracción fuera, a su vez, un fenómeno mensurable, por lo que se idearon experimentos destinados a ponerla de manifiesto que siguieron dando resultados negativos. Estos fueron interpretados introduciendo un nuevo efecto que disimulaba el anterior: la variación de la masa con la velocidad, expresada en la ecuación

$$(5) \quad m = m_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2},$$

donde m_0 es la masa en reposo del cuerpo.

Con esto se establecía la imposibilidad rigurosa de poner de manifiesto la existencia del éter por medio de algún experimento físico. Pero los físicos siguen estado convencidos de ella. La hipótesis de la contracción traduciría la manifesta-

ción de las verdaderas fuerzas ejercidas por el éter sobre los cuerpos en movimiento: una deformación absoluta independiente del sistema de referencia utilizado. La equivalencia entre todos estos sistemas, siempre con movimiento inercial, viene dada ahora por el grupo de ecuaciones

$$\begin{aligned}
 (6) \quad x' &= (x-vt) / \sqrt{1-v^2/c^2}, \\
 y' &= y, \\
 z' &= z, \\
 t' &= (t-vx/c^2) / \sqrt{1-v^2/c^2},
 \end{aligned}$$

conocido como "grupo de transformación de Lorentz", que sustituye al grupo de transformación de Galileo para expresar el vínculo existente entre dos sistemas de referencia en movimiento rectilíneo y uniforme. Las ecuaciones electromagnéticas de Maxwell, que no cumplían el principio de relatividad restringida con respecto a la transformación de Galileo, quedan ahora invariantes cuando se les somete a una transformación de Lorentz, de manera que si dos sistemas de referencia en movimiento rectilíneo y uniforme están ligados por esta transformación, ningún experimento mecánico, óptico o electromagnético podrá evidenciar sus movimientos relativos. Se establece así un principio de relatividad restringida también en el dominio de la óptica.

En principio parecía necesario mantener el principio de relatividad restringida con respecto a la transformación de Galileo para la mecánica clásica y el principio de relatividad restringida con respecto a la transformación de Lorentz para la óptica. Pero la *equivalencia* de ambas transformaciones para velocidades muy inferiores a la de la luz inducía a mantener un único principio de relatividad para el conjunto de la Física y, por tanto, la necesidad de adaptar la Dinámica al modelo de la teoría electromagnética, con el fin de que también resultase invariante con respecto a la transformación de Lorentz.

5. EL PRINCIPIO DE RELATIVIDAD RESTRINGIDA DE EINSTEIN.

Así, en 1905, antes de la reforma de Einstein, las bases analíticas que constituían el germen de la teoría especial de la relatividad habían sido establecidas. Pero, desde el punto de vista conceptual, se estaba aún lejos de la Relatividad: la hipótesis de un éter electromagnético en reposo absoluto, la noción de un tiempo universal real distinto de las coordenadas del tiempo local, seguían siendo premisas irrenunciables. La teoría especial de la relatividad parte de dos postulados fundamentales:

- i) Las leyes de la Física son equivalentes para todos los sistemas inerciales;
- ii) En el vacío, la luz se propaga de forma isótropa con velocidad c , que es una constante universal y límite.

La constancia de la velocidad de la luz en el vacío conlleva la necesidad de sustituir el teorema clásico de adición de velocidades, de forma que se cumpla $c \pm v = c$. El nuevo teorema de composición de velocidades, en consonancia con (6) se expresa

$$(7) \quad W = \frac{v' + v}{(1 + v'v/c^2)},$$

de donde se deduce que si v' es muy pequeña en relación a c , es decir, si $v' \rightarrow 0$, se obtiene el teorema clásico $W = v' + v$, mientras que si v' se aproxima a c , el resultado final es c .

La gran originalidad de Einstein consistió en relacionar este teorema y el grupo de transformación de Lorentz con una crítica de la noción clásica de simultaneidad que modificaría los conceptos de espacio y tiempo.

6. RELATIVIDAD DE LA SIMULTANEIDAD: CONTRACCIÓN DE LONGITUDES Y DILATACIÓN DEL TIEMPO.

Se dirá que dos sucesos A y B son simultáneos, si un observador M , situado en el punto medio de AB , recibe al mismo tiempo las señales luminosas procedentes de A y B . Esta definición de simultaneidad es una convención basada en la propiedad de la luz denominada isocronismo, según la cual, la luz emplea el mismo tiempo en recorrer AM y BM (fig. 2).

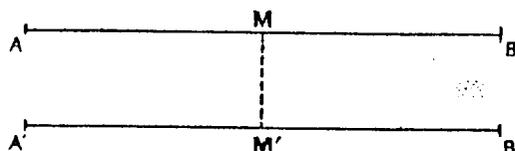


fig. 2

Sin embargo, la simultaneidad definida de esta forma para un sistema no se conserva para otro sistema inercial con respecto al primero. El ejemplo ideado por Einstein es el de una vía férrea AB sobre la que se desplaza un tren $A'B'$ con una velocidad v cercana a la de la luz. Sea M' el punto medio de $A'B'$ que coincide con M . Cuando M recibe simultáneamente las señales emitidas por A y B , el observador M' , que se desplaza hacia B , registra por el contrario las señales emitidas por B antes que las emitidas por A . Este observador creerá entonces que las señales emitidas por A y B no son simultáneas, ya que la coincidencia de su llegada al punto medio M' de $A'B'$, donde se encuentra, constituye, también para él, el único criterio de simultaneidad. Dos acontecimientos simultáneos para M no lo son, pues, para M' .

De la imposibilidad de definir una simultaneidad absoluta que se verifique como tal en diferentes sistemas inerciales se deduce, recurriendo a las ecuaciones de Lorentz, la contrac-

ción de longitudes y la dilatación del tiempo: si l'_0 es la longitud de una regla vinculada al sistema S' , la longitud de esta misma regla *medida por un observador del sistema S* , es

$$l = l'_0 \sqrt{1 - v^2/c^2} < l'_0.$$

El observador S encuentra, pues, demasiado corta la regla de S' (esta es una conclusión recíproca para ambos sistemas). Análogamente, si t'_0 es la duración de un acontecimiento medido por un observador en su propio sistema S' , una medición efectuada *por un observador de otro sistema S* tendría como resultado

$$t = t'_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2} > t'_0.$$

Todos los fenómenos quedan, pues, ralentizados para otros observadores distintos a los del propio sistema (sólo para los casos en que $v \rightarrow c$, pues si $v \rightarrow 0$ los resultados se aproximan a los clásicos $l = l'_0$ y $t = t'_0$).

La hipótesis de la contracción, que para Lorentz conservaba un carácter "artificial", se traduce aquí por la manifestación de una relatividad esencial de espacio y tiempo, dada la imposibilidad de definir una simultaneidad absoluta a distancia, debido a la velocidad finita de cualquier señal utilizada para evidenciarla. Como consecuencia de esta relativización, Einstein rechaza, por innecesaria, la hipótesis de la existencia de un éter inmóvil.

Las ecuaciones clásicas de transformación para las coordenadas espaciales y para el tiempo siguen siendo una *aproximación válida* en el caso de que v sea muy pequeña con relación a c . Pero los conceptos de espacio y tiempo que subyacen a dichas ecuaciones han sufrido una notable transformación. Al suprimir la noción de simultaneidad absoluta, y con ella la de tiempo absoluto, y la hipótesis del éter, y con ella la de

espacio absoluto, la teoría especial de la relatividad atribuye funciones análogas a las coordenadas espaciales y a la variable temporal, instaurando así un espacio-tiempo, continuo cuatridimensional, único marco válido para la descripción de los fenómenos físicos, cuya expresión formal viene dada por la notación de H. Minkowski.

7. EQUIVALENCIA MASA-ENERGÍA.

El carácter límite de la velocidad de la luz impone una nueva restricción a una de las leyes fundamentales de la dinámica clásica, la segunda ley de Newton. Cuando aún no se conocía dicho carácter límite, los físicos pensaban que, dada (2), la aplicación de una fuerza constante produciría una aceleración constante hasta el infinito. Pero, puesto que c no puede superarse, había que introducir una modificación en alguno de sus términos, concretamente en el término m que expresa la masa del cuerpo sobre el que se aplica la fuerza. Esta modificación consiste en lo siguiente: a medida que aumenta la fuerza aplicada y, por tanto, la aceleración, también aumenta la resistencia del cuerpo al movimiento (o lo que es lo mismo, la *masa inercial*), de manera que cuando la aceleración está próxima a alcanzar el límite c , la masa inercial se aproxima a infinito. En contraste con la constancia de la masa clásica, la masa de la teoría de la relatividad aumenta con la velocidad según la razón expresada en (5).

Por otro lado, según la teoría de la relatividad, la energía cinética de un punto material de masa m no viene dada ya por la conocida fórmula $mv^2/2$, sino por

$$(8) \quad mc^2 / \sqrt{1-v^2/c^2}.$$

Esta expresión se hace infinita cuando la velocidad v se aproxima a la velocidad de la luz c . Así pues, por grandes que sean las energías utilizadas para producir la aceleración, la velocidad tiene que permanecer siempre menor que c .

Un resultado fundamental de la teoría especial de la relatividad es la fusión de las leyes de conservación de la masa y de la energía, que en la mecánica clásica eran completamente independientes.

El principio de la relatividad exige que la ley de la conservación de la energía se cumpla no sólo en relación con un sistema de coordenadas K , sino en relación con cualquier sistema de coordenadas K' que respecto a K se halle en un movimiento rectilíneo y uniforme. La transición entre dos sistemas de esta clase viene dada, como ya sabemos, por las ecuaciones de Lorentz. A partir de estas premisas y de las ecuaciones de la electrodinámica de Maxwell, Einstein llega a la siguiente conclusión: un cuerpo moviéndose con una velocidad v que absorba la energía E_0 en forma de radiación, sin modificar por ello su velocidad, experimenta un aumento de energía equivalente a la cantidad

$$(9) \quad E_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

Si sumamos este incremento de energía a la expresión inicial para la energía cinética (8) obtenemos

$$(10) \quad mc^2 + E_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2},$$

en la que el término mc^2 no es otra cosa que la energía que ya poseía el cuerpo antes de absorber la energía E_0 , de manera que la masa inercial de un sistema puede considerarse precisamente como medida de su energía. La ley de la conservación de la masa equivale, pues, a la ley de la conservación de la energía. Así, los dos fenómenos distintos que en la mecánica clásica eran la masa y la energía (cuya diferencia intuitiva se basaba en la materialidad y ponderabilidad de la primera y en la inmaterialidad e imponderabilidad de la se-

gunda) se convierten en la teoría de la relatividad en dos manifestaciones distintas del *mismo fenómeno*.

TEORÍA GENERAL DE LA RELATIVIDAD.

La teoría general de la relatividad surgirá al extender los presupuestos de la teoría especial, válidos únicamente para sistemas dotados de un movimiento inercial, a sistemas con movimiento acelerado. En esta extensión entran en consideración los movimientos acelerados producidos por fuerzas gravitatorias. Einstein mostrará con ello que no sólo se puede establecer una equivalencia entre el movimiento inercial y el reposo, sino también entre el movimiento acelerado y el reposo (en presencia de un campo gravitatorio). El postulado fundamental de la teoría general de la relatividad se puede enunciar, pues, como sigue:

Las leyes de la Física son invariantes con respecto a cualquier sistema de referencia, independientemente del movimiento de éste.

La consecuencia inmediata de este principio es la necesidad de una reinterpretación de la noción de *fuerza gravitatoria*, una de las responsables de la aparición de movimientos acelerados y, por tanto, de la existencia todavía de sistemas de referencia privilegiados (aquellos que no poseen un movimiento rectilíneo y uniforme). Dicha reinterpretación consistirá en dejar de considerar la gravedad como una fuerza "real".

La peculiaridad de un sistema inercial consiste en el hecho de que para un observador que forme parte del sistema es indiferente que éste se encuentre en movimiento o en reposo, lo cual, según la mecánica clásica, no ocurría en un sistema dotado de un movimiento acelerado. Como acabamos de decir, Einstein extiende esta indiferencia entre el movimiento y el reposo también a los sistemas con movimiento acelerado, y lo

justifica de una manera intuitiva mediante el siguiente doble ejemplo: 1) supóngase una cabina cerrada y de paredes opacas en movimiento de caída libre (con una aceleración equivalente a la aceleración de la gravedad, es decir, $9,8 \text{ m/s}^2$). Para un observador exterior la cabina posee un movimiento acelerado producido por la acción de fuerzas gravitatorias; para un observador interior con objetos a su alrededor, por el contrario, su sistema está en reposo (o en movimiento inercial), al conservar todos los objetos la misma posición relativa (suponiendo la ausencia de aire en el interior de la cabina), es decir, tanto el como el resto de los objetos se comportan inercialmente; 2) supóngase ahora la misma cabina con una argolla exterior en el techo, de la que tira una cuerda transmitiéndole un movimiento acelerado de la misma magnitud que en el ejemplo anterior. El observador exterior interpreta ahora que la cabina posee un movimiento acelerado hacia arriba, con respecto a él; pero el observador interior observa que los cuerpos de su alrededor "caen" (siendo así que no caen, sino que *chocan* con el suelo de la cabina que, al ascender, va al encuentro de los cuerpos) interpretando que la cabina con su contenido se halla en reposo, pendiendo de la cuerda, en presencia de un campo gravitatorio uniforme.

8. EQUIVALENCIA MASA INERCIAL/MASA GRAVITATORIA.

Según estos ejemplos, se puede enunciar una *equivalencia local* entre sistemas acelerados y sistemas afectados por un campo gravitatorio. La formulación de esta equivalencia es posible gracias a la forma de actuar de la fuerza de la gravedad: esta fuerza transmite a los cuerpos a los que se aplica una aceleración *constante* que no depende ni del material (a diferencia de las fuerzas magnéticas o eléctricas) ni del estado físico del cuerpo. Dentro del campo gravitatorio (y en ausencia de aire) un trozo de plomo y un trozo de madera, por ejemplo, caen exactamente del mismo modo al dejarlos en libertad con la misma velocidad inicial o bien sin velocidad

alguna. Esta propiedad se puede expresar de otra manera: de acuerdo con la segunda ley de Newton tenemos

$$\langle \text{Fuerza} \rangle = \langle \text{masa inercial} \rangle \cdot \langle \text{aceleración} \rangle,$$

donde la "masa inercial" es una constante característica del cuerpo acelerado y que generalmente se enuncia como la resistencia del cuerpo a cambiar su estado de movimiento o reposo. Por otro lado, si la fuerza aceleradora es la gravedad, tenemos

$$\langle \text{Fuerza} \rangle = \langle \text{masa gravitatoria} \rangle \cdot \langle \text{intensidad del campo gravitatorio} \rangle,$$

donde la "masa gravitatoria", o "peso", es una constante característica del cuerpo, que se enuncia como la capacidad del cuerpo de ser afectado por la fuerza. Si igualamos ambas expresiones, obtenemos

$$\langle \text{aceleración} \rangle = \frac{\langle \text{masa gravitatoria} \rangle}{\langle \text{masa inercial} \rangle} \cdot \langle \text{intensidad del campo} \rangle$$

Para que la aceleración sea siempre la misma, independientemente de la naturaleza y estado del cuerpo, para un campo gravitatorio dado, la relación entre la masa gravitatoria e inercial debe ser siempre la misma para cualquier cuerpo. Mediante una adecuada elección de unidades es posible hacer que esta relación valga 1, por lo que se puede concluir la igualdad entre masa inercial y masa gravitatoria. Esta igualdad ya fue registrada por la mecánica clásica, pero no se supo interpretar, pues se creía que ambas masas eran *dos* propiedades diferentes de los cuerpos. En la relatividad general se interpreta reconociendo que la *misma* cualidad del cuerpo se manifiesta, según las circunstancias, como "inercia" o como "peso", lo cual autoriza a ampliar el principio de relatividad restringida a sistemas acelerados y a sistemas afectados por la presencia de un campo gravitatorio.

9. ESTRUCTURA GEOMÉTRICA DEL ESPACIO DE LA RELATIVIDAD GENERAL.

El principio de relatividad general permite deducir propiedades del campo gravitatorio por vía puramente teórica. Se descubre, por ejemplo, que un cuerpo, que respecto a un sistema inercial se mueve con un movimiento rectilíneo y uniforme, ejecuta, respecto a un sistema de referencia acelerado, un movimiento acelerado, de trayectoria generalmente curvada. Esta aceleración, o esta curvatura, responde a la influencia que sobre el cuerpo móvil ejerce el campo gravitatorio que existe con respecto al sistema de referencia acelerado. Se deduce un resultado totalmente nuevo y sorprendente si se aplican estas consideraciones a los rayos de luz: respecto al sistema de referencia inercial, la luz se propaga en línea recta con velocidad c . Respecto al sistema de coordenadas acelerado, la trayectoria de los rayos de luz ya no es recta, de lo que se infiere que *los rayos de luz en el seno de campos gravitatorios se propagan en general según líneas curvas*. (La existencia de la curvatura de la luz en presencia de un campo gravitatorio exigida por la teoría fue comprobada fotográficamente durante el eclipse total de Sol del 30 de mayo de 1919 por dos expediciones organizadas por la Royal Society bajo la dirección de los astrónomos Eddington y Crommelin y, más adelante, en los eclipses de 1922, 1929, 1947 y 1952).

Puesto que una trayectoria curva implica una variación de la velocidad con la posición, de la trayectoria curva de la luz deberá concluirse una *curvatura intrínseca del espacio en presencia de un campo gravitatorio*, si no se quiere renunciar a la constancia de la velocidad de la luz en el vacío. De esta manera, el continuo espaciotemporal plano, de cuatro dimensiones, con características geométricas euclídeas, deja de ser una representación válida del espacio-tiempo de la relatividad general. El espacio-tiempo es ahora un continuo de cuatro dimensiones, que responde a la geometría de Riemann, y que se curva en el entorno de un cuerpo material pesado, de

manera que los rayos de luz, que se propagan recorriendo el camino más corto entre dos puntos, siguen una trayectoria curva, siguiendo una *línea geodésica* (camino más corto entre dos puntos en un espacio curvo riemanniano) y no una línea recta, como en el continuo cuatridimensional euclídeo.

En la teoría de la relatividad general, el efecto de un cuerpo pesado no es, pues, la creación de acciones específicas a distancia, es decir, la creación de fuerzas gravitatorias, sino la curvatura del universo en su entorno. Un cuerpo de prueba que se halle en este entorno no está, por tanto, sometido a ninguna fuerza. Decir que un punto material está sometido a fuerzas de gravitación en un espacio euclídeo, se convierte ahora en postular que este punto material se mueve libremente describiendo las líneas más rectas de este universo, las geodésicas (fig. 3).

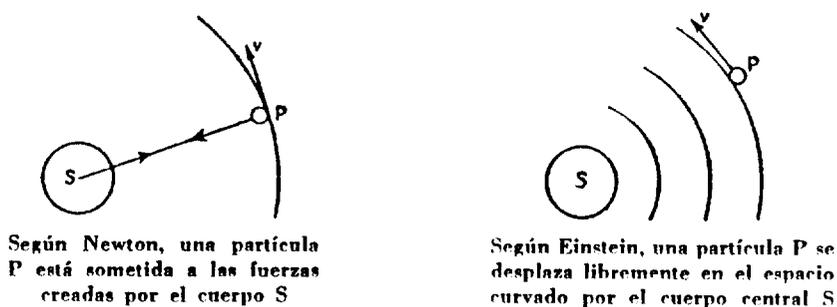


fig. 3

Puesto que la intensidad del campo gravitatorio depende de la cantidad de materia, de acuerdo con la teoría general de la relatividad, las propiedades geométricas del espacio ya no son independientes, sino que están condicionadas por la distribución de la materia, que también condiciona las varas de medir y los relojes, es decir, las medidas de los intervalos espaciotemporales. Una analogía sencilla que puede facilitar la comprensión de estas difíciles consideraciones podría ser

la siguiente: una bola de billar en una mesa de billar construida con depresiones en torno a los agujeros se comportaría como si estuviese siendo atraída por éstos, moviéndose hacia ellos con un movimiento acelerado. Los movimientos de la bola de billar podrían explicarse o bien en términos de la geometría de la mesa o bien suponiendo que los agujeros son centros de fuerzas atractivas que actúan a distancia.

Del mismo modo que Maxwell y Faraday afirmaron que un imán crea ciertas propiedades en el espacio que le rodea (crea un campo electromagnético), así Einstein concluyó que las estrellas, los planetas y los demás cuerpos celestes determinan individualmente las propiedades del espacio que les rodea. Y, del mismo modo que el movimiento de un trozo de hierro en el campo magnético es guiado por la estructura del campo, así el camino de un cuerpo cualquiera en un campo gravitatorio está determinado por la geometría de este campo. Las leyes de la gravitación de Einstein describen, en consecuencia, las propiedades del campo del continuo espacio-tiempo. Más concretamente, algunas de estas leyes, las *leyes estructurales*, establecen las relaciones entre la masa de un cuerpo gravitante y la estructura del campo a su alrededor y otras, las *leyes de movimiento*, determinan los caminos recorridos por los cuerpos en el campo gravitatorio.

10. CONCLUSIONES.

La mecánica newtoniana impuso en el siglo XVIII una concepción de la naturaleza que fue unánimemente aceptada: el Universo consiste en un conjunto de partículas últimas de materia, o puntos-masa, que se desplazan en el espacio y en el tiempo absolutos según leyes rígidamente establecidas, las leyes de Newton. El espacio y el tiempo absolutos actúan como los marcos de referencia fijos, gracias a los cuales el movimiento de los cuerpos, tanto terrestres como celestes, puede ser expresado en términos de movimiento absoluto, al mismo tiempo que proporcionan un criterio inequívoco para distin-

guir los movimientos absolutos de los relativos. Espacio y tiempo son dos realidades físicas independientes, homogéneas e inmutables. La materia que puebla el Universo es la sustancia que persiste por sí misma en el espacio y en el tiempo.

Esta es, a grandes rasgos, la concepción que destruyó la teoría de la relatividad. Einstein modificó de forma drástica los conceptos de espacio, tiempo y materia que se hallaban profundamente anclados en una tradición científica y filosófica de más de tres siglos.

En efecto, con el rechazo de la teoría del éter, Einstein rechaza también la idea del espacio absoluto, considerado como un sistema fijo y absolutamente inmóvil en el interior del cual sería posible distinguir el movimiento absoluto del relativo. Los movimientos de los cuerpos sólo pueden ser establecidos los unos con respecto a los otros. El espacio no tiene ni direcciones ni fronteras. La naturaleza no ofrece ningún punto de referencia que permita comparaciones absolutas y el espacio es, simplemente, el orden de relación de los cuerpos entre sí (como avanzó Leibniz dos siglos antes). Si nada lo ocupa, el espacio no es nada. Del mismo modo, Einstein rechaza la idea de tiempo absoluto y, con ella, la de simultaneidad absoluta. El tiempo es sólo una forma de percepción, un orden posible de acontecimientos. Tiempo y espacio, por otra parte, ya no son dos realidades independientes, sino un único continuo de cuatro dimensiones: tres coordenadas espaciales y una coordenada temporal que varían conjuntamente y que forman un continuo amorfo, heterogéneo, sin arquitectura fija, dúctil y variable, constantemente sujeto a cambios y alteraciones, que responde a una geometría curva no-euclídea. En este continuo espaciotemporal no se hablará ya de *objetos* (con dimensiones espaciales) que *son* (en un instante) y *cambian a través del tiempo*, sino de *acontecimientos* en un espacio-tiempo que *no transcurre*, sino que *es*. La percepción del devenir es puramente subjetiva, por más que

sea compartida por todos los sujetos que participan de nuestro mismo sistema de referencia.

El concepto de masa también sufre una notable modificación en la teoría de la relatividad. No sólo deja de ser una magnitud constante, modificándose con la velocidad del cuerpo, sino que se la considera esencialmente equivalente a la energía, mientras que en la física prerrelativista, la masa y la energía eran dos elementos distintos. La masa no es ya una propiedad inherente a los sistemas de coordenadas, sino una relación entre las distintas variables que intervienen en ellos.

En la teoría especial de la relatividad, Einstein había aceptado como premisa la simple afirmación de que las leyes de la naturaleza son las mismas para todos los sistemas con movimientos uniforme y rectilíneo unos con respecto a otros. La fe sólida en una armonía universal de la naturaleza le conduce a rechazar la idea de que un sistema en estado de movimiento no rectilíneo y/o no uniforme pudiese ser el único sistema privilegiado en el que las leyes de la naturaleza fuesen diferentes. Con la teoría general de la relatividad, suprime estos sistemas privilegiados, anunciando la equivalencia de las leyes de la naturaleza para todos los marcos de referencia, independientemente de su estado de movimiento y desarrollando una nueva teoría de la gravitación que trastocó las concepciones clásicas de este fenómeno. La gravitación según Einstein es algo completamente diferente de la gravitación según Newton. No es una "fuerza". La idea de que los cuerpos materiales pueden "atraerse" mutuamente es, desde Einstein, una ilusión nacida de una visión mecánica de la naturaleza. La ley de gravitación relativista describe el comportamiento de los cuerpos en presencia de un campo gravitatorio no en términos de "fuerzas de atracción", sino en términos de las propiedades métricas del continuo espacio-tiempo. Dichas propiedades métricas están determinadas por la cantidad y la distribución de la materia en el espacio-tiem-

po, y esto implica la eliminación de la distinción clásica entre el recipiente que aloja la materia y la materia misma. La actuación de la materia se traduce en una deformación estructural del espacio-tiempo, de manera que está vinculada directamente con la métrica, perdiendo su carácter de "sustancia".

"Lo mismo que un pez que nada en el mar agita el agua a su alrededor, así una estrella, un cometa o una galaxia alteran la geometría del espacio-tiempo a través del cual se mueven,"²⁰⁰

De aquí se deduce una modificación del concepto de movimiento. En la mecánica clásica, el movimiento es un *desplazamiento de la materia en el espacio y en el tiempo*. Pero materia y espacio-tiempo ya no son dos realidades independientes que actúan como contenido y continente. El movimiento es, en la mecánica relativista, una perturbación del espacio-tiempo que se manifiesta en uno u otro punto y que se propaga con una velocidad finita (limitada por la velocidad de la luz).

La descripción del espacio-tiempo por medio de una geometría no-euclídea acabó, por otra parte, con la idea de que el espacio *real* era el espacio *intuitivo*, derivada de la aplicación, válida hasta entonces, de la geometría euclídea, profundamente intuitiva, al espacio *real* de la física. El espacio-tiempo "real", cuatridimensional, curvo, no-euclídeo, no coincide con el espacio intuitivo, tridimensional, plano y descrito por la geometría de Euclides. Este hecho da al traste con el concepto kantiano de geometría, según el cual, ésta debe consistir en un sistema lógicamente coherente y *representable intuitivamente*.

Tras todas estas consideraciones, creo que ha quedado patente que la teoría de la relatividad y la mecánica clásica son dos teorías inconmensurables: son dos estructuras teóricas completamente distintas, proyectadas sobre el mismo dominio de fenómenos, que en ciertos casos concretos obtienen los mismos

resultados experimentales, pero que, a pesar de ello, no pueden aplicarse simultáneamente. Y, de nuevo aquí, como en el capítulo anterior, analizaremos qué tipo de inconmensurabilidad se les puede atribuir.

En el caso de la mecánica clásica y la relativista, además de la existencia de un dominio de aplicación común -para ser más exactos, el dominio de fenómenos al que se aplica la mecánica clásica es un subconjunto del dominio de fenómenos al que se aplica la teoría de la relatividad-, hay otro hecho que parece apoyar la opinión de que la primera se deduce lógicamente de la segunda y es el hecho de la *coincidencia numérica* de ambas en determinados casos límite. Dado que la segunda ha sustituido a la primera y que ambas coinciden numéricamente en dichos casos límite, la tradición neopositivista nos dice que si hay alguna relación lógica entre ellas, debe ser la derivabilidad, de manera que la teoría sustituida, en este caso, la mecánica clásica, se *deduciría lógicamente* de la nueva teoría, la teoría de la relatividad, más amplia. Pero aunque la existencia de un dominio de aplicación común y la coincidencia numérica en ciertos casos sean condiciones necesarias para poder hablar de una posible relación de deducción lógica entre dos teorías, no son, sin embargo, condiciones suficientes, puesto que puede darse el caso de que dos teorías cumplan dichas condiciones y no puedan ser conectadas por medio de la deducción debido a que parten de premisas distintas. Si convenimos en que las premisas que forman la base lógica de una teoría poseen un contenido ontológico formalizado, de la misma forma que las leyes empíricas poseen un contenido ontológico factual, puesto de manifiesto por medio de la contrastación empírica, puede ocurrir que el contenido ontológico de las bases lógicas de dos teorías sea tan dispar que no pueda establecerse una relación de deducción lógica entre ellas. Y es exactamente esta situación la que creemos que se produce en el caso de la mecánica clásica y la relativista: los postulados clásicos de la existencia de un espacio

y un tiempo absolutos e independientes entre sí y de los objetos y sucesos que en ellos tienen lugar; la tridimensionalidad del espacio, que posee las características de la geometría euclidiana; la constancia de la masa y su independencia del estado de movimiento y velocidad del cuerpo; la existencia de un éter inmóvil por el que se transmite la luz y las fuerzas electromagnéticas y gravitatorias, son irreconciliables con los postulados relativistas: espacio y tiempo no son coordenadas independientes ni absolutas; el espacio-tiempo es cuatridimensional, curvo y con las características geométricas que se derivan de la geometría de Riemann; la masa varía con la velocidad del cuerpo, puesto que la única constante es la velocidad de propagación de la luz en el vacío; el éter no existe; la gravitación no es una fuerza, sino la curvatura del espacio-tiempo en las cercanías de un cuerpo pesado. Partiendo de premisas tan distintas no es posible establecer entre ambas teorías una relación de deducción lógica ni de reducción en el sentido de los neo-empiristas. La afirmación "la mecánica clásica queda reducida por, o se deduce de, la teoría de la relatividad, en la que permanece como un caso límite" es sólo una especie de ilusión óptica producida por el hecho de la *coincidencia numérica* de los resultados experimentales dadas ciertas condiciones límite. Siguiendo el enfoque reduccionista del positivismo, si la teoría *S* es reducible a la teoría *T* (es decir, si *S* puede ser deducida lógicamente de *T*), entonces los términos fundamentales de *S* deben ser funciones de los términos fundamentales de *T*. Tales leyes-puente son necesarias para una deducción lógica completa de *S* a partir de *T*. Pero la interpretación de los términos centrales de *S* no puede ser derivada de la de los términos de *T* a causa de las diferencias en las respectivas bases ontológicas formalizadas. Así, pues, la reducción de una teoría física *S* a otra *T* puede mantenerse sólo para el marco matemático, sin que pueda decirse que una se deriva lógicamente de la otra. [De hecho, la práctica científica cotidiana nos muestra que los físicos hablan de la reducción de la estructura mate-

mática de una teoría a la de otra sin prestar atención a si los conceptos resultantes de las interpretaciones físicas de los símbolos que forman esas estructuras permiten la relación funcional mencionada.²⁰¹ Afirmamos, pues, que la mecánica clásica y la relativista son *lógicamente inconmensurables*.

Estas dos teorías son, a diferencia de las astronomías ptolemaica y copernicana, también *semánticamente inconmensurables*. Los términos fundamentales de la mecánica clásica siguen siendo utilizados en la mecánica relativista pero es patente que han sufrido un cambio sustancial en su significado. Los términos 'masa', 'espacio', 'tiempo', 'simultaneidad', 'fuerza de gravedad', significan cosas muy distintas en ambas teorías (como se ha mostrado más arriba); estos términos, integrados en el discurso teórico relativista, se convierten en incomprensibles para un físico clásico. Y no sólo se le hace incomprensible el lenguaje, sino que la estructura ontológica del mundo, derivada de los esquemas conceptuales y lingüísticos también le resulta extraña. El posible recurso a una traducción entre ambos lenguajes es inútil. Además de las dificultades señaladas por Quine (indeterminación de la traducción), hay que mencionar el argumento de Kuhn de que "lenguajes diferentes imponen al mundo estructuras diferentes"²⁰² y de que de la misma forma que dos lenguajes naturales sólo son traducibles si poseen una estructura léxica homóloga, así los lenguajes de dos teorías científicas sólo pueden traducirse si las estructuras ontológicas que se derivan de ellos coinciden en sus categorías taxonómicas fundamentales. La única posibilidad es aprender el lenguaje de la otra teoría y, al mismo tiempo, asimilar la nueva estructura ontológica. Aquí tenemos un ejemplo inverso al que constituían la astronomía ptolemaica y la copernicana. Si éstas ilustraban el hecho de que la variación de significado no es una condición necesaria para que haya cambios importantes en la estructuración ontológica del mundo, ahora encontramos un caso en el que dicha variación es una condición suficiente para producir en las

ontologías de ambas teorías cambios tales que las convierten en ontológicamente inconmensurables.

Concluimos así que la mecánica clásica y la relativista son lógicamente, semántica y ontológicamente inconmensurables.

CONCLUSIONES

**CAPÍTULO 8. INCOMMENSURABILIDAD Y RACIONALIDAD
CIENTÍFICA.**

Llegados a este punto creo que estamos en condiciones de abordar directamente el problema que la aparición del concepto de inconmensurabilidad parece plantear a la noción de racionalidad científica. Para ello, hagamos una breve recapitulación de los diversos conceptos de inconmensurabilidad que se han mencionado.

En primer lugar, Kuhn y Feyerabend coinciden en buena medida en su tratamiento de este problema: ambos tratan de mostrar que los significados de los términos y conceptos científicos cambian frecuentemente según la teoría en la que aparecen, y que cuando ocurre este tipo de cambio es imposible definir todos los términos de una teoría en el vocabulario de la otra. Si Feyerabend afirmaba que la inconmensurabilidad es disjuntividad o separación deductiva, de lo cual se deriva una disparidad tanto conceptual como de perspectiva (ver supra, p. 96), Kuhn hablaba también de diferencias en métodos, campos de problemas, normas de resolución y concepciones del mundo y de la ciencia, pero esto sólo "en la medida, bastante considerable, en que estas últimas diferencias [son] consecuencias necesarias del proceso de aprendizaje del lenguaje." ¹⁰⁰

Para los estructuralistas, la inconmensurabilidad entre dos teorías existe cuando ambas compiten en un ámbito común de objetos y poseen términos idénticos con significado local distinto. La diferencia "local" de significado se produce cuando existe una relación de identidad entre los modelos, los dominios de aplicación y las aplicaciones propuestas de ambas teorías, mientras que el término (o los términos) común *t* recibe interpretaciones distintas. El aspecto esencial no consiste en que el significado de los términos en ambas teorías sea diferente, sino en que esta diferencia existe a pesar de las fuertes razones que hablan a favor de la identidad. El núcleo del fenómeno no radica en la variación de sig-

nificado en si, sino en la discrepancia entre *diferencia* de significado e *identidad* en otros aspectos importantes.²⁰⁴ Balzer resume así el concepto estructuralista de inconmensurabilidad:

"Dos teorías T y T' son (...) inconmensurables cuando están en competencia, cuando contienen términos comunes y cuando éstos poseen una fuerte diferencia local de significado. En otras palabras: hay un término común t (o más) en el lenguaje de ambas teorías y hay identificaciones de las estructuras no-teóricas de ambas teorías así como de los modelos y -en un "ámbito de solapamiento"- también de las aplicaciones propuestas, pero en los dos modelos así conectados t tiene una interpretación (significado) distinto. Pensamos y afirmamos haber captado con esta interpretación el núcleo del fenómeno de la "inconmensurabilidad"²⁰⁵

En otros casos los estructuralistas emplean el término 'inconmensurabilidad' como sinónimo de ausencia de conexión lógica entre las teorías en cuestión.

Como vemos, la variación del significado de los términos que forman parte de dos teorías en competencia es un tema recurrente cuando se trata de determinar en qué consiste la inconmensurabilidad. Y tanto Kuhn como Feyerabend coinciden en que los cambios en el lenguaje implican cambios más profundos en las ontologías asociadas a cada teoría. Los cambios que se detectan en los lenguajes de dos teorías inconmensurables no sólo suponen una alteración en el modo en que se determinan los referentes de los términos, es decir, no sólo se alteran los criterios con que los términos se relacionan con la naturaleza, sino que, además, se altera considerablemente el conjunto de objetos o situaciones con los que se relacionan estos términos. Aquí es precisamente donde radica la principal dificultad que la noción de inconmensurabilidad opone a un enfoque de la ciencia basado en presupuestos realistas: si la ontología cambia con las teorías, no se puede hablar del progreso científico como una sucesión de teorías cada una de las cuales se aproxima más a la verdad. Cada teoría es aproximadamente verdadera con respecto a *su* propia ontología, del mismo modo que toda teoría sustituida por otra resulta falsa

desde el punto de vista de los presupuestos ontológicos de la nueva teoría. En todo caso, no podemos hablar de criterios que nos permitan calificar a una teoría como 'mejor' o 'más verosímil' que otra, y esto significa que habría que renunciar a toda posibilidad de elección racional entre teorías sucesivas. De esta forma, admitir la inconmensurabilidad choca no sólo con el realismo, sino con cualquier enfoque de la ciencia que asuma el progreso científico como un proceso racional. En el capítulo 5 vimos que la inconmensurabilidad es compatible con un determinado enfoque realista de la ciencia. Pero, antes de analizar en qué medida la inconmensurabilidad es incompatible con el ideal de racionalidad científica, repasaremos las soluciones propuestas por los estructuralistas, Feyerabend y Kuhn.

El enfoque no-enunciativo de las teorías que elabora Stegmüller pretende haber resuelto el problema de la relación entre teorías sucesivas, planteado por Kuhn y Feyerabend, mediante la noción estructuralista de 'reducción interteórica'. En algunas ocasiones Stegmüller ha avanzado la hipótesis de que incluso en caso de inconmensurabilidad puede establecerse entre las teorías en cuestión una relación de reducción. Pero la noción de reducción no está exenta de dificultades. Algunas de ellas han sido puestas de manifiesto por David Pearce en su (1982). Si 'inconmensurabilidad' se entiende como ausencia de conexión lógica entre dos teorías, la afirmación de Stegmüller de que se da una revolución científica propia en el paso de T a T' si y sólo si 1) T y T' son inconmensurables y 2) T es reducible a T', pero no viceversa, no envolvería contradicción alguna, puesto que la noción de reducción interteórica no es una relación de deducción lógica. Los argumentos de Pearce se pueden resumir en dos objeciones fundamentales: la primera ataca la identificación que hace Stegmüller entre la versión enunciativa de las teorías, en la que se enmarca la noción de inconmensurabilidad, con una formalización en la lógica de primer orden. Según Pearce esto es

demasiado simplista. Si, sin embargo, se identifica con una formalización en una lógica más amplia, una lógica abstracta que contenga la propiedad de la interpolación²⁰⁶, la relación de deducción lógica es muy similar a la relación de reducción interteórica formulada en el lenguaje conjuntista del estructuralismo. Por eso resulta dudoso para Pearce que dos teorías T y T', reducibles en el sentido del estructuralismo y, por tanto, relacionadas deductivamente en la forma sugerida en una lógica ampliada, puedan ser consideradas inconmensurables.

En su segunda objeción afirma Pearce que la ausencia de relaciones lógicas entre dos teorías debe ser considerada una consecuencia, más bien que una premisa, de la inconmensurabilidad en el sentido de Kuhn. Puesto que el concepto kuhniano de 'cambio de paradigma' va acompañado de, y está parcialmente constituido por, nuevos conceptos, nuevos métodos y nuevas normas para calcular los resultados de la investigación científica. Es la combinación de estos factores (como, por otro lado, nos recuerda Feyerabend en su [1977]) lo que sugiere a Kuhn la metáfora del cambio gestáltico ('gestalt switch') y lo que le lleva a decir que los proponentes de paradigmas alternativos 'ven el mundo' de forma diferente, lo que en última instancia produce la tesis de la inconmensurabilidad. Se puede decir, pues, que la imagen de las revoluciones científicas propuesta por los estructuralistas no capta parte de los rasgos esenciales de la inconmensurabilidad en el sentido de Kuhn, pues sólo engloban ciertos rasgos formales o conceptuales de la ciencia 'normal' y 'revolucionaria' kuhnianas, envueltos en los conceptos de redes teóricas y aplicaciones propuestas.

Los estructuralistas insisten, no obstante, en que la relación de reducción interteórica es una solución adecuada también en el caso de que la inconmensurabilidad se entienda como una variación radical del significado de los términos teó-

ricos. Puesto que las teorías no son conjuntos de enunciados, sino estructuras matemáticas que sirven para tratar con cierto tipo de problemas, las teorías no son ni verdaderas ni falsas. Los criterios para continuar con, o abandonar, una teoría son más bien pragmáticos y al comparar dos teorías lo que se debe comparar es la adecuación de sus aplicaciones propuestas. Por esta razón, el problema de la variación de significado se convierte en un problema secundario, pues no se comparan los significados de los términos, sino su adecuación. Así, la variación radical de significado es compatible con una relación de reducción entre dos teorías sucesivas y, por tanto, con una idea de progreso racional. Pero los estructuralistas son conscientes tanto de las dificultades de reducción en caso de cambio revolucionario, como de la imposibilidad de que la relación de reducción, estrictamente formal, capte ciertos factores no formales esenciales en el desarrollo de la ciencia.²⁰⁷ Stegmüller reconoce estas dificultades de forma patente:

"Es relevante, sin embargo, que en el cambio revolucionario de teorías, la nueva teoría no necesita ser capaz de reproducir *todas* las afirmaciones empíricas inalteradas de la antigua. Lo que se espera es que la nueva teoría sea *mejor* que la antigua. En consecuencia, ciertas hipótesis empíricas formulables sobre la base de la antigua teoría resultarán *inválidas* dentro de la nueva teoría,

(...)

En la mayoría de los casos habrá todavía otra diferencia. Incluso aquellas afirmaciones empíricas de la teoría no rechazadas por la nueva, no serán por norma general reproducibles *exactamente* sino sólo aproximadamente por la teoría desplazante,

(...)

A la vista de las dos diferencias mencionadas, sustituyo ahora la palabra 'reducción' por la expresión 'incorporación parcial y aproximada' de una teoría a otra. (...) Toscamente hablando mi tesis dice así: *atribuir la propiedad 'progresiva' a una revolución científica significa afirmar que la teoría desplazada puede ser incorporada parcial y aproximadamente en la teoría suplantadora.*"²⁰⁸

Así pues, utilizando palabras de Feyerabend, se puede decir que "de hecho, resultará que la idea de aproximación ya no puede ser incorporada a una teoría formal, puesto que contiene elementos que son esencialmente subjetivos."²⁰⁹ Y esto es algo que Stegmüller acepta:

"Yo parto del hecho de que siempre es posible la ramificación del progreso, tanto en el caso de la ciencia normal como en el caso del desalojo de teorías. Los científicos que trabajan en una tradición determinada se encuentran con una posible situación ramificada en el caso de que deban refinar su red, mientras dejan intacto el rango de aplicaciones propuestas, o bien aumentar el conjunto de aplicaciones propuestas a expensas de la red. En tales circunstancias (que pueden aparecer en cualquier momento) quienes sustentan la teoría en cuestión han de *decidir* el curso a seguir. Cualquiera que sea el resultado, la base de su decisión estará formada por *juicios de valor*."²¹⁰

"Cabe suponer que ciertos lectores críticos denominen "subjetivista" mi posición. En respuesta, señalaré tan sólo que dejar sitio a decisiones basadas en juicios de valor no es rendirse a la arbitrariedad subjetiva. Como he argüido extensamente en otro lugar, muchos tipos de investigación que han estado circulando bajo etiquetas como "lógica inductiva", no pertenecen en absoluto al campo de la "razón teórica", sino al campo de la "razón práctica", para decirlo en términos kantianos. De modo similar, en el presente caso dejamos atrás el reino del razonamiento teórico para introducirnos en el dominio de las deliberaciones prácticas. *En toda posible situación ramificada (...) la elección de teorías deja de ser objeto de justificación teórica y se convierte en un caso de la teoría de la decisión racional*."²¹¹

Por su lado, Feyerabend admite sin reservas la existencia de la inconmensurabilidad. Encaja perfectamente en su anarquismo epistemológico, que no tiene ningún reparo en admitir la predominancia de los factores subjetivos a la hora de elegir entre dos teorías en competencia. Pero aunque Feyerabend ha excluido explícitamente la posibilidad de la comparación de dos teorías por su contenido de verdad y falsedad en términos popperianos, es decir, por referencia a su verosimilitud, no afirma que dos teorías inconmensurables sean incomparables. Hay criterios formales (linealidad, coherencia, poder predictivo) y no formales (metafísicos) que permiten una comparación, si bien debemos renunciar a hablar de comparación objetiva, pues en caso de conflicto entre los criterios mencionados son razones puramente subjetivas, "cuestiones de gusto", las que nos permiten elegir una de dos teorías inconmensurables. Como ya vimos en el capítulo dedicado a Feyerabend, para él inconmensurabilidad significa sólo imposibilidad de aplicar simultáneamente dos teorías rivales y la imposibilidad de aplicar reglas fijas y de acuerdo con la lógica a una

posible elección entre ambas. Pero esta solución no deja de ser incómoda para todos aquellos que se resisten a concebir el progreso científico como un proceso guiado por los "gustos" más o menos razonables de las comunidades científicas.

Por otra parte, una de las objeciones que se le han hecho a Kuhn desde varios frentes es la de que si dos teorías inconmensurables han de ser formuladas en lenguajes mutuamente intraducibles, si no hay ningún modo en que ambas puedan expresarse en un único lenguaje común, entonces no pueden compararse y ningún argumento, ni siquiera argumentos basados en la evidencia, sería relevante para la elección entre ellas. Sin embargo, los defensores de la inconmensurabilidad hablan a menudo de comparaciones, lo cual presupone que se comparten algunos puntos, incurriendo en una contradicción. Así pues, la postura de Kuhn y los partidarios de la tesis de la inconmensurabilidad es incoherente. Kuhn sale al paso de esta crítica recordando la procedencia matemática del término "inconmensurabilidad": por ejemplo, la circunferencia de un círculo es inconmensurable con su radio en el sentido de que no hay una unidad de longitud contenida un número entero de veces en cada miembro del par; no hay medida común. Pero la falta de una medida común no significa que la comparación sea imposible:

*"Cuando se aplica al vocabulario conceptual que se da en una teoría científica y en su entorno, el término "inconmensurabilidad" funciona metafóricamente. La frase "sin medida común" se convierte en "sin lenguaje común". Afirmar que dos teorías son inconmensurables significa afirmar que no hay ningún lenguaje, neutral o de cualquier otro tipo, al que ambas teorías, concebidas como conjuntos de enunciados, puedan traducirse sin resto o pérdida. Ni en su forma metafórica ni en su forma literal inconmensurabilidad significa incomparabilidad, y precisamente por la misma razón."*²¹²

La réplica de Kuhn continúa diciendo que la versión original de la afirmación de que dos teorías son inconmensurables es más modesta de lo que sus críticos han supuesto, pues se trata de "inconmensurabilidad local": la mayoría de los términos comunes a las dos teorías preservan sus significados, sólo un

pequeño grupo de términos cambia de significado y plantea problemas de traducción pero

"Los términos que preservan su significado a través de un cambio de teoría proporcionan una base suficiente para la discusión de las diferencias, y para las comparaciones que son relevantes en la elección de teorías."²¹³

Pero, por un lado, no está nada claro que la inconmensurabilidad pueda restringirse a un ámbito local y, por otro, la línea que separa los términos que cambian de significado de aquellos que lo preservan es cuando menos poco nítida y, por tanto, difícil de trazar. Kuhn llega a la conclusión de que la discusión sobre el significado no es el ámbito más adecuado para tratar el problema de la inconmensurabilidad. La razón es que las diferencias en el lenguaje se traducen en diferencias ontológicas o, dicho de otra manera, "lenguajes diferentes imponen al mundo estructuras diferentes." Es precisamente un cambio en varias de las categorías taxonómicas, y por tanto de los objetos que hay en el mundo, que son el requisito previo para cualquier descripción o generalización científica, de dos teorías sucesivas lo que caracteriza a las revoluciones científicas. En caso de cambio no revolucionario la sucesión de teorías preserva las categorías taxonómicas del mundo y las relaciones que se pueden establecer entre ellas, como la de semejanza/diferencia. De la misma forma que entre dos lenguajes naturales puede establecerse una traducción sólo si comparten una estructura léxica homóloga, así sólo podremos hablar de "traducción" entre dos teorías sucesivas si éstas comparten las categorías taxonómicas que estructuran el mundo.

Es esta importantísima observación de Kuhn la que Pearce no parece tener en cuenta cuando en su (1987) propone dos posibles caminos hacia la conmensurabilidad. Tras un análisis de distintas teorías del significado y de la referencia, así como de las objeciones de Kuhn y Feyerabend contra la posibilidad de una traducción de los lenguajes de dos teorías cientí-

ficas rivales,²¹⁴ Pearce concede la imposibilidad de una traducción *completa y literal*, si bien propone dos alternativas: 1) o bien una traducción interteórica *literal pero parcial*, adecuada en aquellos casos en los que hay posibilidad de generalizar los términos básicos de ambas teorías hasta conseguir aislar un conjunto común de presupuestos y conceptos subyacentes a ambas; o bien 2) una traducción *completa pero no literal*, preferible en los casos en los que dos teorías comparten gran parte del vocabulario, pero una de ellas contiene parámetros cuyos valores límite la convierten en una estrecha aproximación a su rival.²¹⁵ En el primer caso nos encontramos con un traductor "neutral" que está entre dos marcos conceptuales sin comprometerse con ninguno. En el segundo caso, el traductor toma la perspectiva de la nueva teoría, a la que debe traducir la teoría rival, como la suya propia.²¹⁶

Ahora bien, el primer tipo de traductor no existe y el segundo está tan condicionado por el lenguaje que maneja y por la estructura ontológica que éste impone al mundo, que la única posibilidad que le queda es aprender el lenguaje de la otra teoría y familiarizarse con su ontología correspondiente. Una vez conseguido esto, lo que a él le parece una traducción no es más que una *re-interpretación* del vocabulario y la ontología de la teoría rival desde los presupuestos lingüísticos, conceptuales y ontológicos de la suya propia, con la que está plenamente comprometido.

Esto puede ilustrarse con el famoso ejemplo, inventado por Quine, y utilizado aquí por Kuhn, del término "gavagai": puede ocurrir que el antropólogo, que habla castellano, tras observar en qué circunstancias los nativos asienten ante la pregunta "¿gavagai?", determine que este término es sinónimo del término castellano "conejo" o de alguna descripción que tenga como referente un conejo. Pero podría ocurrir que no

existiese en castellano un término o una descripción que tuviese el mismo referente que el término indígena "gavagai".

"Al aprender a reconocer gavagais, la persona que efectúa la interpretación puede haber aprendido a reconocer características distinguibles que son desconocidas para las personas que hablan el castellano, y para las que el castellano no proporciona ninguna terminología descriptiva. Esto es, quizás los indígenas estructuran el mundo animal de forma diferente a como lo hacen las personas que hablan el castellano, utilizando discriminaciones diferentes para hacerlo. En estas circunstancias, "gavagai" permanece como un término indígena irreductible que no puede ser traducido al castellano. Aunque las personas que hablan castellano pueden aprender a utilizar el término, cuando lo hacen están hablando la lengua indígena."²¹⁷

Así pues, entre dos teorías sucesivas deben preservarse las estructuras taxonómicas. Cuando las estructuras y el lenguaje de dos teorías son diferentes, es decir, cuando son inconmensurables, también el mundo es conceptualizado de forma diferente, el lenguaje es privado y la comunicación cesa hasta que los defensores de una teoría aprenden el lenguaje de los defensores de la otra. Esto es así debido al carácter bifronte del lenguaje: el conocimiento del lenguaje implica el conocimiento del lenguaje y del mundo a la vez. El aprendizaje del lenguaje de la nueva teoría sigue los mismos pasos que debe seguir un estudiante que quiere iniciarse en una disciplina científica.

"Por una parte, el estudiante aprende qué significan esos términos, qué características son relevantes para relacionarlos con la naturaleza, qué cosas no pueden decirse de ellos so pena de contradicción, etc. Además, el estudiante aprende qué categorías de cosas pueblan el mundo, cuáles son sus características sobresalientes, y algo acerca de la conducta que les es permitida y acerca de la que se les prohíbe. En la mayoría del proceso de aprendizaje del lenguaje estas dos clases de conocimiento -conocimiento de palabras y conocimiento de la naturaleza- se adquieren a la vez; en realidad no son en absoluto dos clases de conocimiento, sino dos caras de la misma moneda que el lenguaje proporciona.

(...) Si tengo razón, la característica esencial de las revoluciones científicas es su alteración del conocimiento de la naturaleza intrínseco al lenguaje mismo, y por tanto anterior a todo lo que puede ser completamente descriptible como una descripción o una generalización, científica o de la vida diaria."²¹⁸

Pero no hemos logrado superar el obstáculo que la noción de inconmensurabilidad parece ponerle al realismo, pues seguimos hablando de cambios en el mundo provocados por los cambios en las teorías. ¿Debemos renunciar, entonces, a la posibilidad de un conocimiento del mundo externo independientemente de los esquemas conceptuales humanos? Aquí argumentaremos a favor de una respuesta positiva a esta cuestión, sin caer por ello en una interpretación idealista de la realidad (en la que se afirma que lo único real son las ideas que tenemos del mundo, pero no el mundo propiamente dicho). Si acudimos al análisis que hicimos en el capítulo 5 de los diversos enfoques realistas de la ciencia, nos daremos cuenta enseguida de que esta respuesta es inaceptable desde el punto de vista del realismo metafísico, que considera la naturaleza como compuesta de cosas-en-sí independientes de la mente y sus creaciones teóricas, de las cuales sólo podemos conocer las apariencias que nos brindan los fenómenos; y también desde el punto de vista del realismo fuerte, según el cual, vivimos en un mundo de objetos reales igualmente independientes, que dan lugar a la imagen científica, cuyas apariencias se nos muestran como la imagen manifiesta de dicho mundo. Sin embargo, dicha respuesta es la única posible si consideramos el problema a la luz del realismo interno causal o del *quasi-realismo*: el hombre no crea el mundo a través de sus teorías. Existen objetos externos a la mente humana, pero son los esquemas conceptuales que ésta construye, y el lenguaje a través del cual dichos esquemas se expresan, los que nos permiten tener acceso cognoscitivo a tales objetos. Las estructuras teóricas creadas por la mente clasifican y conceptualizan el mundo diciéndonos lo que hay y lo que no hay, y determinando el comportamiento y las relaciones que se establecen entre lo que hay. Son estas estructuras teóricas las que posibilitan la existencia de relaciones causales entre el hombre y la naturaleza. Sin ellas, el mundo permanecería desconocido para nosotros, pues no se impone a la mente como si ésta fuera la *tabula rasa* de la que hablaban los primeros em-

piristas. Por ello, no tiene ningún sentido hablar de un mundo existente con independencia de la mente, lo cual no quiere decir que sea ésta la que crea el mundo: la mente *estructura* el mundo y lo hace *cognoscible*. De ahí la necesidad de un análisis que se ocupe de los factores epistemológicos que rigen el desarrollo científico a través del proceso de aceptación y rechazo de teorías.

"(...)un análisis semejante debe conceder una seria atención a la idea de que la ciencia se hace desde una perspectiva conceptual que determina en buena medida qué cuestiones son dignas de investigación y qué tipos de respuestas son aceptables.(...)Esta perspectiva está estrechamente vinculada al lenguaje de uno, el cual configura conceptualmente la forma de experimentar el mundo."²¹⁹

Un análisis de este tipo permite compatibilizar la noción de inconmensurabilidad con una concepción realista de la ciencia y, en este sentido, el quasi-realismo me parece la teoría de la ciencia más plausible, pues da cuenta de las profundas transformaciones que tienen lugar cuando se produce un cambio de teoría sin renunciar por ello a los ideales de racionalidad y continuidad en la ciencia (como veremos más adelante). Como afirma Pearce;

"Con respecto a las cuestiones pragmáticas, se debería favorecer, creo, aquellas reconstrucciones que ponen de manifiesto, en la medida de lo posible, la racionalidad y la continuidad en el avance de la ciencia, sin oscurecer la naturaleza de los cambios conceptuales fundamentales característicos del desarrollo científico."²²⁰

Muy similar al quasi-realismo, el perspectivismo científico presentado por Craig Dilworth en (1986) propone una analogía del desarrollo de la ciencia basada, como la visión que Kuhn ofrece en (1962), en el modelo de cambio de forma o de *gestalt* (*gestalt switch*).

Este modelo se basa, como decimos, en los diagramas de cambio de forma o de *gestalt* que se usan como ejemplos de entidades que pueden ser percibidas de maneras completamente diferentes, sin que ellas, o la relación física entre ellas y quien

las percibe, haya cambiado. El modelo gestáltico consiste en poner de manifiesto ciertos rasgos de una figura que es susceptible de ser observada de distintas formas. Dilworth utiliza como ejemplo el famoso dibujo del pato-conejo (Wittgenstein [1953]). La peculiaridad de este tipo de figuras es que pueden ser percibidas de formas distintas, pero no simultáneamente (uno no puede ver *al mismo tiempo* un pato y un conejo, en el sentido en que puede decirse que uno ve al mismo tiempo, en un dibujo de una pelota roja, un objeto esférico y un objeto rojo).

Ver el pato-conejo como un pato significa *aplicar* al dibujo el concepto 'pato' y verlo como un conejo significa aplicarle el concepto 'conejo'. Así, puede decirse que el cambio de aplicar el concepto 'pato' a aplicar el concepto 'conejo' es un cambio revolucionario: la figura se ve de forma completamente diferente una vez que se ha aplicado el nuevo concepto. Una vez que alguien ha descubierto los dos aspectos, puede fácilmente compararlos: el pato mira a la izquierda, el conejo a la derecha, etc. Pero no puede ver los dos aspectos simultáneamente.²²¹ Ahora surge la cuestión de cuál de los dos conceptos es 'mejor', o más aplicable. Suponiendo que alguien tenga ya una opinión definitiva (que el dibujo representa a un conejo, por ejemplo), y tuviera que convencer de ello a otra persona que sólo ha sido capaz de ver un pato, en el debate consiguiente ambos estarían manteniendo posturas encontradas; por ejemplo, lo que uno llama las orejas del conejo, el otro lo ve como el pico del pato y puede considerar que las afirmaciones del otro sobre 'orejas' no tienen sentido. Se puede analizar cuál de los dos conceptos es más exacto, más general, más simple. No obstante, aunque se determine que el concepto de 'conejo' es más simple y más exacto, esto no quiere decir que se abandone el concepto 'pato' pues, a pesar de todo, el dibujo *parece* un pato. Asimismo, el descubrimiento de una anomalía en la aplicación del concepto 'pato' *antes* de ver el dibujo como un conejo no conllevaría el

rechazo del concepto 'pato', pues concebir la figura como un pato anómalo es mejor que no tener para ella ningún concepto en absoluto.

Si sustituimos las expresiones «concepto 'pato'» o «concepto 'conejo'» por la de «teoría científica» y la de «dibujo pato-conejo» por la de «fenómeno susceptible de ser explicado por distintas teorías», vemos que el enfoque de la ciencia que propone el perspectivismo concibe a las teorías científicas como estructuras abstractas o idealizaciones, que se aplican al mundo real con mayor o menor éxito. Si mantenemos estas estructuras abstractas sin aplicarlas al mundo, dos cualesquiera de ellas pueden ser semejantes, diferentes o, incluso, incompatibles sin dar lugar a mayores problemas. El conflicto aparece cuando se pretende aplicar dos estructuras distintas o incompatibles *simultáneamente* al mismo ámbito de fenómenos. Sólo entonces podemos hablar de teorías inconmensurables. Y en este caso, nos encontramos no sólo con una inconmensurabilidad teórica o conceptual, sino también con una inconmensurabilidad ontológica, en tanto que son estas estructuras las que nos dicen lo que hay o no hay en el mundo. Pero, siguiendo con la analogía de Dilworth, no son de ningún modo incomparables. Es más, es el mundo el que determina si la estructura abstracta que se le ha aplicado es correcta o no o, al menos, si es más adecuada que las que se le habían aplicado hasta ese momento.

Esta interpretación es muy parecida a la propuesta por el quasi-realismo, en la que las teorías aparecen como proyecciones, como estructuras abstractas proyectadas sobre el mundo. Son estas proyecciones las que nos dicen qué objetos hay en el mundo y sólo a través de ellas podemos establecer relaciones causales y cognoscitivas con dichos objetos. En este sentido, el mundo que conocemos depende de la estructura abstracta proyectada sobre él, pero es el mundo el que determina si la proyección está o no bien hecha. Aquí me parece intere-

sante llamar la atención sobre el hecho de que también Ludwik Fleck adopta esta concepción, aunque expresada en términos distintos, en términos de 'conexiones activas' y 'conexiones pasivas': Fleck reconoce el hecho científico como la respuesta pasiva del mundo (cuyos resultados, que equivalen a las conexiones pasivas, forman aquello que se percibe como realidad externa) al despliegue de los sistemas de investigación humanos (que corresponden a las conexiones activas) [ver supra, pp. 49-50].

Para aclarar el uso que Fleck hace de los conceptos 'conexiones activas' y 'conexiones pasivas', Stephen Toulmin²²² utilizó una analogía que voy a retomar en el contexto del quasi-realismo. Me refiero a la analogía de las estructuras teóricas con las proyecciones cartográficas: por ser la Tierra esférica, es imposible representarla sobre una superficie plana, como un mapa, sin que se deforme. Existen, sin embargo, métodos de representación que conservan ciertos datos, por ejemplo, los ángulos, como en el caso de la proyección de Mercator. En un mapa trazado según esta proyección, los paralelos de latitud y longitud se intersecan en ángulos rectos, lo cual significa que el ángulo que forman dos direcciones cualesquiera del mapa es el mismo que forman las direcciones correspondientes en el terreno. Mientras continuemos utilizando la proyección de Mercator podemos sentirnos tentados a concebir el hecho de la intersección de paralelos y meridianos en ángulos rectos como una propiedad 'objetiva' del terreno, olvidando que es precisamente este rasgo geográfico el que Mercator se proponía preservar mediante su proyección. Pero esta propiedad desaparece en el momento en que utilizamos un sistema de proyección distinto que intente conservar otros datos. La proyección de Bonne, por ejemplo, intenta conservar las áreas. En ella, los paralelos se representan como círculos concéntricos y los meridianos como líneas, que se curvan ligeramente, concurrentes hacia el centro de los paralelos. De esta forma se conservan las áreas, es decir,

áreas iguales en el mapa son también iguales sobre el terreno, pero los meridianos y los paralelos ya no se intersecan en ángulos rectos. Por otro lado, aunque la longitud y la latitud de todo punto terrestre pueden ser establecidas con una exactitud de segundos de arco, siguen sin resolverse los problemas que plantean las deformaciones a las que dan lugar las distintas proyecciones (fig. 1). Por ello no existe ningún mapa que reproduzca fielmente mares y continentes.

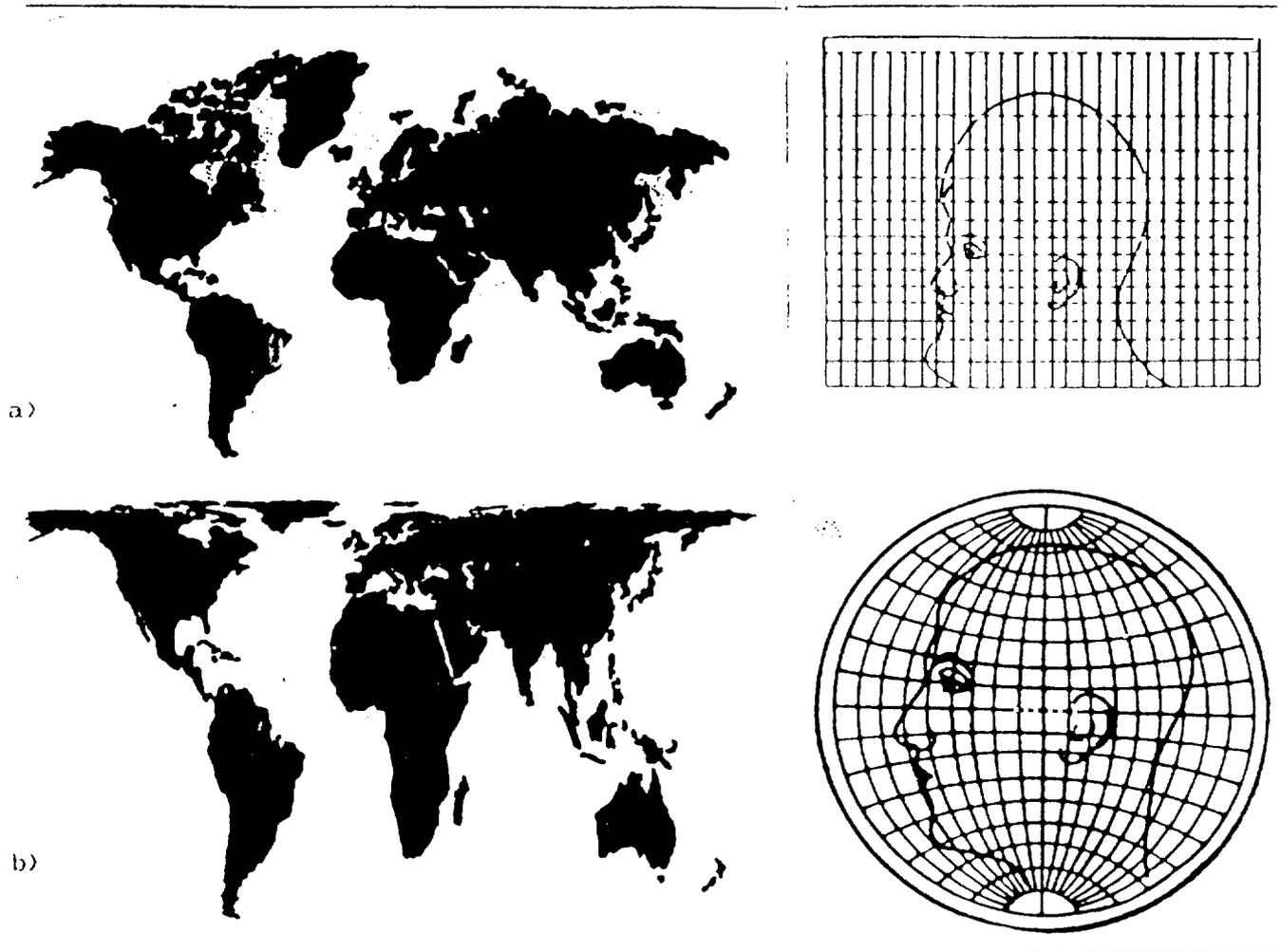


Fig. 1

- a) A la izquierda, se muestra la imagen conocida de un mapamundi obtenida por proyección cilíndrica y a la derecha la imagen, obtenida también por proyección cilíndrica, de una cabeza, que presenta una deformación equivalente a la del mapa.
- b) Aquí, vemos a la izquierda la imagen de una cabeza obtenida por proyección estereográfica. Las proporciones de la imagen de la cabeza obtenida de esta forma son correctas, pero ello equivaldría a obtener un mapamundi un tanto extraño, como el que aparece a la izquierda.

De la misma forma, una estructura teórica proyectada sobre el conjunto de fenómenos condiciona una determinada concepción del mundo: la cosmología ptolemaica nos ofrecía un universo poblado por esferas celestes y astros que se movían describiendo una serie de círculos (epiciclos, deferentes), con la Tierra en el centro; la cosmología copernicana, por su parte, conforma un universo en el que el centro ha dejado de estar ocupado por la Tierra para dejar este puesto privilegiado al Sol. La mecánica clásica de Newton nos dicta una concepción del mundo en la que éste está habitado por objetos que poseen una masa constante y que están sometidos a fuerzas, entre ellas la fuerza de la gravedad, que se ejercen en un espacio y un tiempo independientes y absolutos; la mecánica relativista de Einstein concibe un universo en el que la masa de los cuerpos depende de su velocidad, el espacio y el tiempo son relativos al sistema de coordenadas desde el que se miden, y la gravitación no es una fuerza. Esto quiere decir que en la época de Ptolomeo la *forma de hablar* de la naturaleza, y el *conocimiento* de ésta asociado con dicha forma de hablar, era en términos de esferas, epiciclos, deferentes y ecuantas, mientras que tras la aparición de la teoría de la relatividad se habla del universo en términos de curvatura del espacio-tiempo, de relatividad de la simultaneidad, etc. Son las formas de hablar, las conceptualizaciones de la naturaleza, es decir, las teorías científicas, lo que cambia. Y puesto que sólo a través de las teorías podemos conocer el mundo, hablamos de lo que conocemos en un momento dado como lo que existe y consideramos las teorías del momento como aproximadamente verdaderas.

¿Cómo se entiende la inconmensurabilidad desde este punto de vista? Dos teorías inconmensurables son dos proyecciones distintas (pueden ser incompatibles, pero no tienen por qué serlo necesariamente) sobre el mundo. Son estructuras teóricas que dan lugar a diferentes conceptualizaciones del dominio

común al que se aplican. El punto clave, implícito en el enfoque de Kuhn y puesto de manifiesto explícitamente por Feysabend [ver supra, p. 88], y por el perspectivismo de Dilworth, es que dos teorías inconmensurables, es decir, dos conceptualizaciones distintas del mismo ámbito de fenómenos, no pueden ser aplicadas a dicho ámbito *simultáneamente*. Según este enfoque, como ya se mencionó más arriba, la variación del significado de los términos de una teoría a otra es una condición suficiente para que exista inconmensurabilidad, pues una teoría cuyos términos hayan cambiado de significado con respecto a otra es una conceptualización distinta de la realidad y, por tanto, no puede ser aplicada al mismo dominio de fenómenos al mismo tiempo que la otra. Pero no es una condición necesaria, pues pueden darse casos en los que las estructuras teóricas sean distintas, aun conservando los significados.

Así pues, hemos afirmado que la inconmensurabilidad existe efectivamente (los dos pares de teorías analizados dan ejemplo de ello); y, como acabamos de ver, hemos encontrado una forma de entender la ciencia desde un punto de vista realista, el *quasi-realismo*, para la cual la inconmensurabilidad deja de ser el escollo que tradicionalmente había sido para las epistemologías realistas.

¿Cómo podemos aceptar, pues, la inconmensurabilidad sin renunciar a la racionalidad científica?

Si se toma en serio la tesis de la inconmensurabilidad, es relativamente fácil encontrar pares de teorías que son candidatos plausibles a ser calificadas como inconmensurables en un sentido no-trivial. Que nosotros finalmente las consideremos o no inconmensurables depende, evidentemente, del concepto de inconmensurabilidad que apliquemos, de la interpretación de las teorías científicas que adoptemos y de los criterios de comparación que utilicemos. Prescindiendo de las im-

portantes matizaciones introducidas por las diversas corrientes en filosofía de la ciencia, las dos interpretaciones principales de lo que es una teoría científica se pueden clasificar en dos antagónicas: la que considera las teorías como meros instrumentos de cálculo y la que las considera de una forma más global como explicaciones del mundo.

Si consideramos las teorías científicas como meros instrumentos de sistematización y cálculo, la inconmensurabilidad no representa ningún obstáculo, pues las teorías no contienen ninguna implicación ontológica, son simplemente métodos de resolución de problemas.³³³ Pero dado que aquí hemos adoptado la interpretación de las teorías científicas como explicaciones, y que se le ha dado especial importancia a la inconmensurabilidad ontológica, vuelven a hacerse audibles los ecos de las preguntas *¿se puede explicar racionalmente el cambio científico?*, *¿es racional la empresa científica?* La existencia de la inconmensurabilidad no conduce a la afirmación de que la ciencia en general y el cambio científico en particular son irracionales. El objetivo de los últimos párrafos de este trabajo es llevar a cabo una evaluación racional de la empresa científica a pesar de la inconmensurabilidad.

Las preguntas anteriores han sido respondidas desde diversos puntos de vista. Entre ellos, aquí se han mencionado dos posturas extremas. El positivismo lógico defendía férreamente la racionalidad científica argumentando que el carácter objetivo de los criterios lógicos que rigen el progreso en la ciencia, a través de la reducción de teorías, es lo que hace racional al cambio científico. Por su parte, Feyerabend no cree que haya criterios objetivos que permitan una decisión racional a la hora de elegir entre dos teorías científicas en competencia; la decisión es, en el fondo, una cuestión de gusto.

Desde un punto de vista realista, más concretamente, desde el punto de vista del quasi-realismo, adoptaremos una postura que se aleja en la misma medida de ambos extremos, adquiriendo así una plausibilidad de la que éstos carecen.

La realidad, cualquier realidad, "nuestra realidad", es un constructo mental elaborado a partir de un esquema conceptual que invariable e inevitablemente hace uso de principios clasificativos y organizativos. Si no poseemos dichos principios no podemos empezar a aprender. Por eso, algunos filósofos, como Descartes, creían que eran innatos. Sin ellos no hay experiencia cognitivamente significativa.²²⁴ Nuestro marco conceptual y teórico condiciona fundamentalmente nuestro conocimiento del mundo e, incluso, nuestra percepción de él. Las teorías son importantes y necesarias porque sin ellas no podríamos orientarnos en el mundo, no podríamos vivir. Pero también es importante defenderse contra la adicción a una teoría particular. Es importante defenderse contra lo que Popper en su (1987) denomina "el mito del marco" (*the myth of the framework*). El mito que Popper critica en este artículo puede enunciarse como sigue:

"Una discusión racional y fructífera es imposible a no ser que los participantes compartan un marco común de suposiciones básicas o, al menos, a no ser que se pongan de acuerdo sobre dicho marco a propósito de la discusión."²²⁵

Con el término "marco", Popper se refiere, al comienzo del artículo, a marcos culturales generales pero, al final del mismo, los identifica también con las teorías científicas. Tanto en un caso como en el otro, la aceptación de este mito podría desembocar bien en una actitud dogmática, bien en una actitud relativista radical. Dadas las dificultades de traducción entre los respectivos lenguajes de marcos diferentes (ya sean culturales o científicos), si se admite este mito, se podría afirmar que es imposible que los partidarios de dos marcos distintos lleguen a un acuerdo. De esta manera, uno podría tener la tentación de creer que el propio marco es el

único válido y que los demás deben aceptarlo sin discusión (actitud dogmática), o que esto no puede decirse de ningún marco en absoluto, puesto que un marco sólo es válido para los que viven en él, mientras que es inaceptable para todos aquellos que vivan en un marco diferente (actitud relativista). Ambas posturas coinciden en la opinión de que la discusión racional entre partidarios de marcos distintos es imposible y, en consecuencia, que la sustitución de un marco por otro es siempre irracional, semejante a una conversión religiosa.

En contra del mito del marco, Popper afirma que la discusión racional entre partidarios de marcos diferentes está lejos de ser imposible, por más que sea difícil. Y la razón que da para ello es que *los marcos son superables por medio de la discusión crítica*. Popper admite que los marcos son una especie de prisión intelectual, una prisión formada por las reglas estructurales del lenguaje correspondiente. Pero añade que es una prisión extraña en la medida que, por regla general, somos inconscientes de ella. Sólo podemos tomar conciencia de ella a través del choque entre los diferentes marcos, a través de su discusión crítica y esta misma toma de conciencia nos permite salir de la prisión si lo deseamos: podemos trascender nuestra prisión *aprendiendo* el nuevo lenguaje y comparándolo con el nuestro. El resultado será una nueva prisión. Pero será una prisión más amplia y seguimos siendo libres de examinarla críticamente y, así, salir de ella para entrar en una prisión todavía más amplia. La ruptura con la propia prisión no es, desde luego, una labor rutinaria: sólo puede ser el resultado de un esfuerzo crítico. Lo que esto indica es que nunca podremos estar libres de cualquier prisión, es decir, de cualquier marco, pero en nuestras manos está ampliar cada vez más sus límites.

"Es obvio que este ideal de autoliberación, de romper la propia prisión, puede a su vez convertirse en parte de un marco o prisión -o en otras palabras, que nunca podemos ser absolutamente libres. Pero podemos ampliar

nuestra prisión, y al menos podemos dejar atrás la estrechez de aquel que es adicto a sus grilletes, "226

Desde nuestro punto de vista, los marcos científicos son superables. Si no lo fueran, si el mito del marco fuese cierto, seguiríamos aún encerrados entre los barrotes de los primeros mitos griegos. Y son superables no sólo a través de la discusión crítica de las teorías, sino también apelando a criterios ontológicos regulados por la naturaleza misma.

Tomemos como ejemplo los pares de teorías analizados en los capítulos anteriores para aportar argumentos a favor de la importancia de dichos criterios ontológicos. En primer lugar, concluimos que la astronomía ptolemaica y la copernicana son lógica y ontológicamente inconmensurables. Puesto que el sentido más problemático de inconmensurabilidad es el ontológico, nos limitaremos a él. ¿Cómo se puede admitir, desde un punto de vista realista, que la astronomía ptolemaica y la copernicana son ontológicamente inconmensurables y mantener al mismo tiempo que hay criterios ontológicos que hacen racional el paso de una a otra? En ausencia de informes observacionales precisos, como era el caso de la época en la que Copérnico dio a conocer su obra *Sobre las revoluciones de los orbes celestes*, la decisión entre las dos teorías en competencia, ontológicamente inconmensurables pero observacionalmente equivalentes (teniendo en cuenta, como decimos, la escasa precisión de las observaciones), era difícil de tomar, pues la discusión sólo podía basarse en pruebas argumentales y no tanto en pruebas experimentales. En este sentido, la balanza se inclinaba hacia la teoría ptolemaica, pues en su favor se podían aducir argumentos de autoridad (nada menos que la de Aristóteles y las Sagradas Escrituras) y argumentos de sentido común. Con el astrónomo danés Tycho Brahe (y, más tarde, con el descubrimiento del telescopio), las observaciones ganaron en precisión de forma notable. Pero Brahe, aunque gran observador, no fue un gran teórico, de manera que sus

observaciones no pasaban de ser un mero conjunto de datos. En todo caso, estos datos, aun sin formar parte de una estructura teórica sistematizada, iban minando poco a poco las bases de la cosmología antigua: por ejemplo, la observación por Tycho de la nova de 1572 acababa con la idea de la inmutabilidad de los cielos, y su observación del cometa de 1577 destruía la posibilidad de la existencia de esferas sólidas y cristalinas, puesto que la trayectoria del cometa las atravesaba y, de ser reales, hubieran quedado hechas añicos. Fueron Galileo y Kepler los que finalmente elaboraron una teoría astronómica (con su proyección ontológica correspondiente, cuyas bases habían sido establecidas por Copérnico), capaz de sistematizar de una forma coherente todos los datos de los que se disponía. A partir de entonces, cada vez más científicos se convencieron de la superioridad de la nueva astronomía y comenzaron a defender la nueva ontología. ¿Por qué fue esta actitud racional?

Desde un punto de vista anti-realista o instrumentalista ya sabemos que esta actitud no representa ningún problema; puesto que las teorías científicas no comportan ninguna implicación ontológica, la decisión entre las dos teorías que nos ocupan se llevó a cabo sobre la base de la superioridad de la segunda como instrumento de cálculo. Desde el punto de vista de Feyerabend (y no ya desde el punto de vista de Kuhn, pues como hemos visto más arriba, en este mismo capítulo, éste ha ido moderando su primera postura con respecto al problema de la inconmensurabilidad, acercándose paulatinamente a la que aquí se mantiene), la elección es irracional, ya que cada teoría elabora su propia ontología y aporta argumentos que sólo hablan en su favor, mientras que no tienen nada que decir en contra de la teoría rival; la decisión es, pues, una "cuestión de gusto".

Desde el punto de vista quasi-realista, habría que decir que la verdadera 'revolución copernicana' no tuvo lugar con Co-

pérrnico, sino casi un siglo después, con Galileo y Kepler. Durante este periodo, los informes observacionales cada vez más precisos mostraron claramente que la naturaleza se resistía a encajar en los moldes de la cosmología antigua, que la estructura teórica elaborada por Ptolomeo estaba equivocada y, por tanto, que la ontología derivada de dicha estructura teórica no era adecuada. Las esferas sólidas cristalinas, los epiciclos, los deferentes, los ecuantes, no existen; los cielos no son inmutables; la Tierra no está inmóvil en el centro del Universo; los planetas no describen órbitas circulares. La naturaleza misma se decantó, por así decir, a favor de la cosmología de Copérnico y sus continuadores. La estructuración ontológica del mundo que éstos ofrecían se adaptaba mejor a los límites impuestos por la propia naturaleza. [Por supuesto, no hay que olvidar que cuando hablamos de 'naturaleza' no pensamos en un mundo independiente de la mente humana, sino en un mundo que existe independientemente, pero con el que sólo podemos tener un contacto cognoscitivo a través de las conceptualizaciones que de él hacemos]. Es esta mejor adaptación, esta mayor verosimilitud de la astronomía copernicana sobre la ptolemaica, regulada por la naturaleza misma, lo que hizo racional el paso de la una a la otra, a pesar de su inconmensurabilidad.

El otro ejemplo claro de que la naturaleza es el juez último en los procesos de cambio científico lo tenemos en el paso de la mecánica clásica a la teoría de la relatividad. Dos resultados experimentales, uno negativo y otro positivo, fueron decisivos en el balance de ambas teorías, inclinándose ambos a favor de la teoría de la relatividad. El primero hace referencia a los notables esfuerzos que se hicieron por mostrar la existencia del éter, una de las entidades básicas postuladas por la mecánica clásica. A pesar de la creciente precisión de los experimentos elaborados por físicos tan prestigiosos como Arago (1818), Michelson (1881), Morley (1887, en colaboración con Michelson), Zeeman (1914), los resultados

eran sistemáticamente negativos por la simple razón de que el éter era una entidad inexistente. Si el éter hubiera sido una entidad real, la naturaleza hubiera puesto de manifiesto si la conceptualización ideada por la mecánica clásica era adecuada o no. Pero el éter no existe, de manera que dicha conceptualización debía ser abandonada. La imposibilidad de mostrar la existencia del éter tuvo como contrapartida la necesidad de admitir la constancia de la velocidad de la luz en el vacío, como sabemos, uno de los principios básicos de la teoría especial de la relatividad. El segundo resultado experimental al que hacemos referencia es el de la confirmación de la equivalencia masa-energía: para el caso de sistemas inestables obtenidos bombardeando ciertos núcleos con protones y neutrones rápidos, se manifiesta una desintegración de masa que puede ir acompañada de una enorme liberación de energía, tristemente célebre, por otra parte. La liberación de energía prevista por los balances de interacciones nucleares constituyó la comprobación más espectacular de la relatividad especial.

En relación con la relatividad general, se produjeron, fundamentalmente, otros dos resultados experimentales de una importancia similar a los que acabamos de citar: la solución de la anomalía que representaba para la mecánica clásica el adelanto del perihelio de Mercurio y la comprobación, no prevista anteriormente, de la curvatura efectiva de los rayos de luz en presencia de un campo gravitatorio o, en términos relativistas, en las cercanías de un cuerpo pesado.

La ley de gravitación de Einstein adquiere una forma particularmente sencilla cuando el cuerpo que crea el campo gravitatorio posee "simetría esférica". Este es, aproximadamente, el caso que se verifica en la naturaleza para el campo solar. En estas condiciones, se puede postular con antelación, mediante consideraciones de simetría, la forma del intervalo de espacio-tiempo entre dos puntos próximos. La ley de gravitación

toma una forma sencilla y permite determinar la métrica. La estructura geométrica del espacio-tiempo resulta entonces conocida y también las geodésicas de este espacio-tiempo, ya que ellas se deducen de la métrica. Si un cuerpo que posee simetría esférica crea un campo de igual simetría, determina entonces en su entorno un espacio-tiempo curvo cuya estructura se puede concretar a partir de las características del cuerpo central (masa, velocidad inicial, etc.). De esta forma, se pueden calcular *a priori*, a partir de esos mismos datos, las geodésicas de este espacio, es decir, las trayectorias de las masas (planetas) que se pueden introducir en él. Las ecuaciones diferenciales de las trayectorias de todos los planetas son las de las geodésicas de un espacio-tiempo con simetría esférica y su estudio permite prever ciertas perturbaciones, tales como el adelanto secular del perihelio de Mercurio, con un valor igual a $42''9$, que coincide con los resultados observados, y que la mecánica clásica no había podido ni explicar ni determinar con tal exactitud.

La hipótesis de una simetría esférica depende de la forma del cuerpo central que crea el campo. Las geodésicas supuestas de esta forma son independientes del cuerpo de prueba que va a describirlas. De esta forma, a partir de la teoría general de la relatividad, podía suponerse que un rayo de luz también describiría tales geodésicas. Para comprobar esta hipótesis totalmente nueva de una desviación de ciertos rayos luminosos, es necesario considerar los rayos que pasan cerca de un campo gravitatorio bastante intenso (o cerca de un cuerpo esférico muy pesado), por ejemplo, el Sol. Estos rayos provienen de estrellas que, para nosotros, se sitúan aparentemente en las proximidades del Sol; por esta razón, dichas estrellas únicamente son observables durante un eclipse, cuando el resplandor del Sol, fuertemente atenuado, permite el examen de esta vecindad aparente. En estas condiciones, puede observarse una desviación de los rayos luminosos que pasan cerca del Sol y, en consecuencia, un desplazamiento aparente, en la

esfera celeste, de las estrellas de donde provienen. Por consiguiente, una estrella, oculta normalmente por el Sol, (bándonos en la hipótesis clásica de la propagación de la luz en línea recta), puede resultar visible en virtud de la curvatura del espacio-tiempo, es decir, de la trayectoria curvilínea (siguiendo una geodésica), de los rayos luminosos. Las desviaciones observadas por Eddington durante el eclipse de 1919 se referían a la constelación de las Híades, situada entonces en la proximidad aparente del Sol. Los resultados obtenidos estaban de acuerdo con los que predecía la teoría de Einstein. En efecto, Eddington halló una desviación de $1''69$, con una desviación con respecto a las predicciones teóricas de $\pm 0''50$, lo cual se situaba en el límite del error experimental permitido. A pesar de la fragilidad de estas medidas, la desviación de los rayos luminosos en las proximidades de un cuerpo pesado de forma esférica era la constatación del primer efecto nuevo que preveía una teoría basada en una total reestructuración del espacio-tiempo.

A la vista de lo anterior, podemos decir que la naturaleza, los criterios ontológicos derivados de la experiencia, *dieron la razón* a Einstein, también en el sentido de que hicieron racional la sustitución de la mecánica clásica por la mecánica relativista, a pesar de que ambas son ontológicamente inconmensurables.

Así pues, podemos afirmar que las teorías son nuestras ideas. Pero, como acabamos de ver y como ya había afirmado Popper, estas pueden entrar en conflicto con la realidad y cuando esto ocurre sabemos que hay una realidad que nos recuerda que nuestras ideas pueden estar equivocadas. Incluso Kuhn, en su etapa más heterodoxa, reconoce la existencia de una "naturaleza" a la que se intenta obligar a que encaje en los límites rígidos que establece el paradigma [ver supra pag. 24, cita 13]. Y es precisamente la naturaleza la que proporciona el criterio último de decisión entre teorías, la que decide si

la estructura ontológica derivada de una teoría es adecuada o si es más adecuada que la estructura ontológica derivada de la teoría anterior, en una palabra, si una teoría es verosímil o si es más verosímil que otra. Los hechos por sí solos no son suficientes para hacernos rechazar o aceptar una teoría, puesto que, como ya se ha dicho varias veces a lo largo de este trabajo, lo 'objetivo', en el sentido de independiente de cualquier marco conceptual, no existe. Pero son necesarios y en ningún caso se puede prescindir de ellos. Por supuesto, la decisión la toma la comunidad científica, basándose en los criterios habituales de comparación de teorías (simplicidad, alcance, fertilidad, poder predictivo). Pero estos criterios están regulados por el mundo. De esta forma, se puede decir que la decisión no es arbitraria, ni subjetiva, es una *decisión racional*. Por lo demás, creo que esta forma de pensar coincide con la práctica científica cotidiana, como Sánchez Ron (1983) hace ver para el caso de Einstein:

"(...) Einstein se comportó de una forma completamente científica, en el sentido de que la experiencia era para él el último y definitivo juez de sus construcciones mentales."²²⁷

Es aquí donde reside la racionalidad del cambio científico. Las dificultades que surgen a la hora de tratar sobre la racionalidad científica tal vez se deban, en parte, a que se ha producido un intercambio entre los contextos en los que se analizan los conceptos de 'teoría científica' y 'racionalidad científica'. La ciencia, concepto tradicionalmente considerado 'objetivo' (perteneciente al dominio del 'objeto', es decir, derivado de la realidad), se encuadra ahora en un contexto 'subjetivo', pues los esquemas mentales, las teorías, son impuestos por el 'sujeto' a la naturaleza. Mientras que la 'racionalidad' (de la ciencia), concepto que siempre se ha considerado como una de las capacidades 'subjetivas', pertenece ahora al ámbito del 'objeto', pues la racionalidad la

impone la naturaleza al ser ella el último juez que toma parte en el proceso del cambio científico.

En este sentido, el quasi-realismo pone de relieve, como ningún otro, el carácter constructivo de los esquemas conceptuales humanos, a través del concepto de "proyección", dejando así bien claro que las teorías científicas son estructuras que la mente humana construye y proyecta sobre el mundo y que solo a través de estas es posible el conocimiento de dicho mundo. Pero, al mismo tiempo, subraya el poder regulativo del mundo sobre las teorías, sin por ello adquirir los compromisos metafísicos que se adquieren con otros tipos de realismo, como la admisión de un mundo de cosas-en-sí inaccesibles al conocimiento humano. Por otro lado, es capaz de superar con éxito el problema de la inconmensurabilidad, admitiendo su existencia, conciliándola con un enfoque realista de la ciencia y salvando la racionalidad de la empresa científica, a pesar de la inconmensurabilidad, apelando no sólo a una discusión crítica de las teorías, sino también a criterios ontológicos, regulados por el mundo, como ya hemos dicho. Discusión crítica y criterios ontológicos, derivados de la contrastación empírica, hacen que los marcos conceptuales, es decir, las teorías científicas, sean superables y, de hecho, superados incesantemente por otros marcos conceptuales más verosímiles y adecuados a la realidad, haciendo de la ciencia un proceso dinámico en continuo cambio, capaz de proporcionar al hombre un conocimiento cada vez más exacto del mundo en el que vive.

Permitaseme acabar con una frase de Putnam que recoge en muy pocas palabras lo que hasta aquí se ha estado diciendo:

"La mente y el mundo construyen conjuntamente la mente y el mundo."

NOTAS.

1. Newton-Smith, W.H.: (1981), ed. cast., p. 15.
2. Ayer, A.J.: (1949), ed. cast., p. 65.
3. Popper, K.R.: (1963), ed. cast., p. 272.
4. Op. cit., p. 264.
5. Op. cit., p. 285.
6. Popper, K.R.: (1970), p. 56.
7. Kuhn, T.S.: (1962), pp. 11-12. (Todas las citas de esta obra se refieren a la edición castellana citada en la bibliografía).
8. Op. cit., sec. III, p. 51.
9. Op. cit., Poscript, p. 269.
10. íbid.
11. Op. cit., Poscript, p. 280.
12. Op. cit., sec. III, p. 52.
13. Op. cit., sec. III, pp. 52-53.
14. Op. cit., sec. IX, p. 149
15. Op. cit., sec. VI, p. 92.
16. Op. cit., sec. IX, p. 153.
17. Op. cit., sec. XII, p. 230.
18. Op. cit., Poscript, p. 304.
19. Op. cit., Poscript, p. 305.
20. Op. cit., sec. XII, pp. 226-227.
21. Op. cit., sec. IX, p. 152.
22. Kuhn, T.S.: (1977), ed. cast., p. 355.
23. Kuhn, T.S.: (1962), ed. cast., sec. IX, p. 157.
24. Op. cit., sec. IX, p. 158.
25. Kuhn, T.S.: (1970), p. 266.
26. Kuhn, T.S.: (1962), ed. cast., Poscript, p. 270.
27. Op. cit., sec. VI, p. 93.
28. Op. cit., sec. X, p. 203.
29. Kuhn, T.S.: (1977), ed. cast., p. 333, n. 18.
30. Kuhn, T.S.: (1962), ed. cast., sec. XII, pp. 233-234.

31. Kuhn, T.S.: (1970), p. 275.
32. Algunos autores como M. Przelecki prefieren evaluar el progreso científico sobre la base de una cierta continuidad en la referencia. En su (1978) admite que ciertos términos de una teoría pueden convertirse en referencialmente indeterminados a la luz de otra teoría, pero propone un método semántico según el cual un enunciado posee un valor de verdad determinado (verdadero o falso), a pesar de contener expresiones que carecen de una referencia definida. Pero se puede decir que Przelecki defiende esta peculiar continuidad en la referencia a costa de una total intraducibilidad del vocabulario de ambas teorías. Otros autores se inclinan, por el contrario, a mantener la posibilidad de la traducción apelando a un "principio de caridad" ("charitable translation principle"), cf. Heße (1977).
33. Kuhn, T.S.: (1970), p. 268.
34. Op. cit., p. 234-235.
35. Op. cit., p. 238.
36. Op. cit., p. 264.
37. Fleck, L.: (1936), p. 98.
38. Sobre la mala acogida de Fleck como filósofo de la ciencia, cf. Rivadulla (1987), (1990).
39. Kuhn, T.S.: (1962), ed. cast., pp. 11-12.
40. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 94.
41. Op. cit., p. 97.
42. Fleck, L.: (1947), p. 130.
43. Op. cit., p. 137.
44. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 145.
45. Op. cit., p. 141.
46. Fleck, L.: (1947), p. 142.
47. Fleck, L.: (1946), p. 127. (Las cursivas son mías).
48. Fleck, L.: (1936), p. 109.
49. Fleck, L.: (1935a), p. 77.
50. Fleck, L.: (1936), p. 112.
51. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 87.
52. Toulmin, S.: (1986), p. 279.
53. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., pp. 74-75.
54. Op. cit., p. 68.

55. *ibid.*
56. Fleck, L.: (1947), p. 148.
57. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 86.
58. Fleck, L.: (1936), p. 100.
59. *Op. cit.*, pp. 99-100.
60. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 47.
61. *Op. cit.*, p. 48.
62. Fleck, L.: (1960), p. 156.
63. Fleck, L.: (1947), p. 150.
64. Fleck, L.: (1936), p. 85.
65. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 89.
66. Fleck, L.: (1946), p. 114.
67. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 140.
68. Fleck, L.: (1947), p. 145.
69. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 146.
70. Fleck, L.: (1936), p. 111-112.
71. Fleck, L.: (1946), p. 117.
72. Fleck, L.: (1936), p. 89.
73. *Op. cit.*, p. 94.
74. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 130.
75. Fleck, L.: (1946), p. 127.
76. Kuhn, T.S.: (1979), p. viii.
77. *Op. cit.*, p. ix.
78. Fleck, L.: (1935a), p. 72.
79. Kuhn, T.S.: (1972), ed. cast., p. 83.
80. Kuhn, T.S.: (1962), ed. cast., p. 272-273.
81. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 145.
82. Fleck, L.: (1929), p. 52.
83. Kuhn, T.S.: (1972), ed. cast., p. 81.
84. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 75.
85. Kuhn, T.S.: (1972), ed. cast., p. 95.
86. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 139.
87. *Op. cit.*, p. 76.
88. Kuhn, T.S.: (1962), ed. cast., p. 53.
89. Fleck, L.: (1929), p. 52.
90. Kuhn, T.S.: (1972), ed. cast., p. 82.

91. Fleck, L.: (1935a), p. 75.
92. Op. cit., p. 76.
93. Fleck, L.: (1927), p. 39.
94. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 190.
95. Op. cit., p. 83.
96. Kuhn, T.S.: (1962), ed. cast., p. 307-308.
97. Op. cit., sección X.
98. Fleck, L.: (1936), p. 111.
99. Fleck, L.: (1946), p. 117.
100. Op. cit., p. 122.
101. Fleck, L.: (1935b), ed. cast., p. 67.
102. Op. cit., p. 146. (Las cursivas son mías).
103. Fleck, L.: (1935a), p. 77. (Las cursivas son mías).
104. Feyerabend. P.K.: (1975), ed. cast., p. 14.
105. Feyerabend. P.K.: (1962), p. 30.
106. Feyerabend. P.K.: (1975), ed. cast., p. 22; (1962), p. 66.
107. Feyerabend. P.K.: (1975), ed. cast., p. 24.
108. Feyerabend. P.K.: (1970), p. 208.
109. Feyerabend. P.K.: (1962), pp. 67-68, nota 82.
110. Feyerabend. P.K.: (1970), p. 205.
111. Feyerabend. P.K.: (1975), ed. cast., p. 32, nota 35.
112. Feyerabend. P.K.: (1984), p. 110.
113. Feyerabend. P.K.: (1978a), pp. 156-157.
114. Op. cit., p. 158.
115. Feyerabend. P.K.: (1975), ed. cast., p. xv.
116. Feyerabend. P.K.: (1989), p. 281. (Las cursivas son mías).
117. Feyerabend. P.K.: (1962), pp. 53 y ss.
118. Op. cit., p. 81.
119. Op. cit., p. 29.
120. íbid.
121. Feyerabend. P.K.: (1975), ed. cast., pp. 223 y ss.
122. Op. cit., p. 264.
123. Feyerabend. P.K.: (1977), pp. 363 y ss.
124. Op. cit., p. 365; Feyerabend se expresa en términos parecidos en (1978b), p. 80.
125. Feyerabend. P.K.: (1977), p. 365, nota 2.

126. Op. cit., p. 366.
127. Feyerabend. P.K.: (1975), ed. cast., p. 166.
128. Feyerabend. P.K.: (1978c), ed. cast., p. 95.
129. Feyerabend. P.K.: (1984), p. 189.
130. Feyerabend. P.K.: (1978c), ed. cast., p. 114.
131. Feyerabend. P.K.: (1977), p. 368, nota 1.
132. Feyerabend. P.K.: (1975), ed. cast., p. 217.
133. Op. cit., p. 245.
134. Op. cit., p. 273.
135. Feyerabend. P.K.: (1978b), p. 180.
136. Feyerabend. P.K.: (1977), p. 365.
137. Feyerabend. P.K.: (1975), ed. cast., p. 280.
138. Stegmüller, W.: (1979), ed. cast., p. 13.
139. Op. cit., ed. cast., p. 40.
140. Moulines, C.U.: (1982), p. 114.
141. Stegmüller, W.: (1979), ed. cast., p. 51.
142. Op. cit., ed. cast., p. 92.
143. Jones, K.: (1986), p. 450.
144. Nola, R.: (1980), p. 319.
145. Popper, K.R.: (1962), cap. 3, sección 3.
146. Putnam, H.: (1982).
147. Kroon, F.: (1988), pp. 147-148.
148. Pearce, D.: (1987), p. 159.
149. Sellars, W.: (1962), ed. cast., p. 28.
150. íbid.
151. Op. cit., ed. cast., p. 29.
152. Op. cit., ed. cast., p. 108, nota 27.
153. Laudan, L.: (1977), ed. cast., p. 42.
154. Op. cit., ed. cast., p. 54.
155. Op. cit., ed. cast., p. 102.
156. Van Fraassen, B.C.: (1987), pp. 11-12.
157. Op. cit., p. 64.
158. Op. cit., p. 88.
159. Op. cit., p. 100.
160. Bunge, M.: (1972), pp. 63-64.
161. Op. cit., p. 76.

162. Op. cit., p. 82.
163. Op. cit., p. 85.
164. Oddie, G.: (1988), pp. 169-170.
165. Boyd, R.: (1983), p. 68.
166. Op. cit., p. 65.
167. Op. cit., p. 66.
168. Putnam, H.: (1981), p. 59.
169. Putnam, H.: (1987), p. 33.
170. Putnam, H.: (1981), p. 64.
171. Op. cit., p. 65.
172. Tuomela, R.: (1985), pp. 48-49.
173. Op. cit., p. 102.
174. Op. cit., pp. 106-107.
175. Op. cit., p. 115.
176. Rivadulla, A.: (1986), p. 316.
177. Jennings, R.: (1989).
178. La noción de proyección, con un significado similar, aparece en Cohen (1980): "Estrechamente emparentada con la transformación de las ideas se halla la función de éstas en la transformación de la experiencia. No me refiero ahora a la mera ordenación de la experiencia por la imposición de constructos intelectuales (o ideas o conceptos), *sino más bien a la proyección de ideas sobre la experiencia, de un modo que determina lo que se ve o se concluye.*" (ed. cast., p. 225; las cursivas son mías).
179. Jennings, R.: (1989), p. 245.
180. Birkenmajer, A.: (1973), pp. 59-60.
181. Pérez Sedeño, E.: (1987), p. 20.
182. Hanson, N.R.: (1973), ed. cast., p. 16.
183. Pérez Sedeño, E.: (1987), pp. 35-36.
184. Op. cit., pp. 41-42.
185. Gerlach, W.: (1972).
186. Elena, A.: (1989), p. 52.
187. Copérnico, N.: (1983), pp. 26-28.
188. Kuhn, T.S.: (1957), ed. cast., p. 107.
189. Barker, P.: (1990), p. 319.
190. Elena, A.: (1985), p. 111.

191. Op. cit., pp. 111-112.
192. Elena, A.: (1989), p. 52.
193. Hanson, N.R.: (1973), ed. cast., pp. 223-261.
194. Newton, I.: (1687), ed. cast., p. 127.
195. ibid.
196. Op. cit., p. 131.
197. ibid.
198. Einstein, A.: (1970), ed. cast., p. 99.
199. Para la exposición de la teoría especial y general de la relatividad se han tomado como textos básicos Einstein (1961) y Einstein-Infeld (1974).
200. Barnett, L.: (1951), p. 126.
201. Rohrlich, F.: (1988), p. 303.
202. Kuhn, T.S.: (1987), ed. cast., p. 131.
203. Op. cit., ed. cast., p. 96, nota 3.
204. Balzer, W.: (1985b), p. 197.
205. Op. cit., p. 210.
206. Balzer, W.: (1985a).
207. Otros problemas de la noción de reducción se encuentran en Brown (1976).
208. Stegmüller, W.: (1984), p. 254.
209. Feyerabend, P.K.: (1962), p. 48.
210. Stegmüller, W.: (1984), p. 256.
211. Op. cit., p. 257.
212. Kuhn, T.S.: (1987), ed. cast., p. 99. (Las cursivas son mías).
213. Op. cit., ed. cast., p. 100.
214. Pearce, D.: (1987), caps. 6 y 7.
215. Op. cit., p. 215.
216. ibid.
217. Kuhn, T.S.: (1987), ed. cast., p. 107.
218. Op. cit., ed. cast., p. 92.
219. Suppe, F.: (1974), ed. cast., p. 156.
220. Pearce, D.: (1987), p. 214.
221. Wittgenstein, L.: (1953), p. 199.
222. Toulmin, S.: (1986), p. 279.

223. Para Laudan las teorías se valoran en virtud de su efectividad en la tarea de resolución de problemas. Niega la inconmensurabilidad apelando a la existencia de un conjunto de problemas compartidos entre dos teorías, con respecto al cual se podría comparar su respectiva efectividad. Pero Pearce advierte que hay que distinguir entre los problemas y sus formulaciones. Son éstas las que pueden ser inconmensurables y Laudan no resuelve cómo identificar un problema común a través de formulaciones inconmensurables del mismo; cf. Laudan (1977), Pearce (1984).
224. Shea, W.R.: (1987), p. 157.
225. Popper, K.R.: (1987), p. 36.
226. Op. cit., p. 53.
227. Sánchez Ron, J.M.: (1983), p. 201.

BIBLIOGRAFÍA

(Se consignan tanto las obras mencionadas explícitamente en el trabajo como aquellas que han sido utilizadas como bibliografía complementaria, marcadas aquí con un asterisco).

- AYER, A.J.: (1949) *Language, Truth and Logic*, Victor Gollanz, Londres. (Ed. cast.: *Lenguaje, verdad y lógica*, Martínez Roca, Barcelona, 1971.)
- BALZER, W.: (1985a) "Incommensurability, Reduction and Translation". *Erkenntnis*, 23, pp. 255-267.
 (1985b) "Was ist Inkommensurabilität?". *Kant-Studien*, 76, pp. 196-213.
- BARKER, P.: (1990) "Copernicus, the Orbs and the Equant". *Synthese*, 83, pp. 317-323.
- BARNETT, L.: (1951) *Einstein et l'Univers*, éditions Gallimard, Paris.
- BIRKENMAJER, A.: (1973) "Copérnico: un astrónomo entre dos épocas", en *Nicolás Copérnico en el Quinto Centenario de su nacimiento, 1473-1973*, Siglo XXI, Buenos Aires.
- BOYD, R.: (1983) "On the Current Status of the Issue of Scientific Realism". *Erkenntnis*, 19, pp. 45-90.
- BROWN, H.I.: (1976) "Reduction and Scientific Revolutions". *Erkenntnis*, 10, pp. 381-385.
- BUNGE, M.: (1972) *Teoría y Realidad*, Ariel, Barcelona.
- BURTT, E.A.: (1960)* *Los fundamentos metafísicos de la ciencia moderna*, Editorial Sudamericana, Buenos Aires.
- COHEN, I.B.: (1980) *The Newtonian Revolution*, Cambridge University Press. (Ed. cast.: *La Revolución Newtoniana y la transformación de las ideas científicas*, Alianza Editorial, Madrid, 1983).
- COHEN, L.J.: (1980) "What has Science to do with Truth?". *Synthese*, 45, pp. 489-510.
- COHEN, R.S. & SCHNELLE, T.: (1986) *Cognition and Fact. Materials on Ludwik Fleck*, Reidel, Holland.
- COPÉRNICO, N.: (1643) *De Revolutionibus Orbium Coelestium*. (Ed. cast.: *Sobre las Revoluciones de los Orbes Celestes*, Tecnos, Madrid, 1987).
 (1983) "Breve exposición de sus hipótesis acerca de los movimientos celestes (*Commentariolus*)", en COPÉRNICO, N., DIGGES, T. & GALILEI, G.: *Opúsculos sobre el movimiento de la Tierra*, Edición de A. Elena, Alianza Editorial, Madrid.

- CZARNOCKA, M. &
ZYTROW, J.M.: (1982)* "Difficulties with the Reduction of Classical to Relativistic Mechanics", en KRAJEWSKY, W. (ed.): *Polish Essays in the Philosophy of the Natural Sciences*, pp. 319-332. Reidel, Holland.
- DILWORTH, C.: (1986) *The Scientific Progress*. Reidel, Holland.
- DUHEM, P.: (1908) *Sozein ta phainomena. Essai sur la notion de Théorie Physique de Platon à Galilée*. Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1990.
- EINSTEIN, A.: (1961) *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*. The Estate of Albert Einstein, (Ed. cast.: *Sobre la Teoría de la Relatividad Especial y General*. Alianza Editorial, Madrid, 1984).
- (1970) "Autobiographical Notes", en origen en SCHILPP, P.A. (ed.): *Albert Einstein, Philosopher-Scientist*, Open Court Publishing Company. (Ed. cast.: "Notas Autobiográficas", en EINSTEIN, A., GRÜNBAUM, A., et al.: *La Teoría de la Relatividad*, Alianza Editorial, Madrid, 1975).
- EINSTEIN, A. &
INFELD, L.: (1939) *The Evolution of Physics*. Simon & Schuster Inc., New York. (Ed. cast.: *La Física, aventura del pensamiento*. Losada, Buenos Aires, 1984).
- ELENA, A.: (1985) *Las quimeras de los cielos*. Siglo XXI, Madrid.
- (1989) *A hombros de gigantes*. Alianza Editorial, Madrid.
- FEYERABEND, P.K.: (1962) "Explanation, Reduction and Empiricism". *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. iii.
- (1970) "Consolations for the Specialist", en LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A.: *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press.
- (1975) *Against Method*. NLB, Londres. (Ed. cast.: *Tratado contra el Método*. Tecnos, Madrid, 1986).
- (1977) "Changing Patterns of Reconstruction", *British Journal for the Philosophy of Science*, 28, pp. 351-382.
- (1978a) "In Defence of Aristotle: Comments on the condition of content increase", en RADNITZKY, G. & ANDERSON, G.: *Progress and Rationality in Science*. Boston Studies in the Philosophy of Science, vol. LVIII. Reidel, Holland.
- (1978b) *Der wissenschaftstheoretische Realismus und die Autorität der Wissenschaften*. Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden.
- (1978c) *Science in a free Society*. NLB. (Ed. cast.: *La Ciencia en una Sociedad Libre*. Siglo XXI, Madrid, 1982).

- (1984) *Adiós a la Razón*, Tecnos, Madrid.
- (1989) "Anarchise Erkenntnistheorie", en SEIFFERT, H. & RADNITZKY, G.; *Handlexikon zur Wissenschaftstheorie*, Ehrenwirth, München, pp. 58-61.
- "Rationalismus", en op. cit., pp. 280-282.
- "Relativismus", en op. cit., pp. 292-296.
- FLECK, L.: (1927) "Some specific Features of the Medical Way of Thinking", en COHEN, R.S. & SCHNELLE, T.; *Cognition an Fact, Materials on Ludwik Fleck*, Reidel, Holland, 1986, pp. 39-46.
- (1929) "On the Crisis of 'Reality'", en op. cit., pp. 47-57.
- (1935a) "Scientific Observation and Perception in General", en op. cit., pp. 59-78.
- (1935b) *Genesis and Development of a Scientific Fact*, University of Chicago Press, 1979, (Ed. cast.: *La Génesis y el Desarrollo de un Hecho Científico*, Alianza Editorial, Madrid, 1986).
- (1936) "The Problem of Epistemology", en COHEN, R.S. & SCHNELLE, T.; *Cognition and Fact, materials on Ludwik Fleck*, Reidel, Holland, pp. 79-112.
- (1947) "To look, to see, to know", en en op. cit., pp. 129-151.
- (1960) "Crisis in Science", en op. cit., pp. 153-158.
- GERLACH, W.: (1972) "Johannes Kepler un die Copernicanische Wende", *Nova Acta Leopoldina*, 210.
- HANSON, N.R.: (1973) *Constellations and Conjectures*, Reidel, Holland. (Ed. cast.: *Constelaciones y Conjeturas*, Alianza Editorial, Madrid, 1985).
- HESSE, M.: (1977) "Truth and the Growth of Knowledge", en SUPPE, F. & ASQUITH, P.D.; *PSA 1976*, vol. 2, Philosophy of Science Association, Michigan, pp. 261-280.
- JENNINGS, R.: (1989) "Scientific Quasi-Realism". *Mind*, vol. xcvi, nº 390, Oxford University Press, pp. 225-245.
- JONES, K.: (1986) "Is Kuhn a Sociologist?", *Brit. J. Phil. Sci.*, 37, pp. 443-452.
- KROON, F.: (1988) "Realism and Descriptivism", en NOLA, R.; *Relativism and Realism in Science*, Kluwer Academic Publishers, Holland, pp. 141-167.

- KOYRÉ, A.: (1957)* *From the closed World to the infinite Universe*, The Johns Hopkins Press, Baltimore, (Ed. cast.: *Del mundo cerrado al Universo infinito*, Siglo XXI, Madrid, 1979).
- KUHN, T.S.: (1957) *The Copernican Revolution*, University of Chicago Press, (Ed. cast.: *La Revolución Copernicana*, Ariel, Madrid, 1978).
- (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, (Ed. cast.: *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, F.C.E., México, 1975).
- (1970) "Reflections on my Critics", en LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A.: *Criticism and the Groth of Knowledge*, Cambridge University Press.
- (1972) "The Scientific Paradigms", en MERTON, R.K. (et al.): *Sociology of Science*, Penguin Books, Middlesex, England, (Ed. cast.: "Los Paradigmas Científicos", en MERTON, R.K. (et al.): *Estudios sobre Sociología de la Ciencia*, Alianza Editorial, Madrid, 1980).
- (1977) *The Essential Tension*, University of Chicago Press, (Ed. cast.: *La Tensión Esencial*, F.C.E., México, 1983).
- (1979) "Foreword", en FLECK, L.: *Genesis and Development of a Scientific Fact*, University of Chicago Press.
- (1987) *What are Scientific Revolutions?*, Massachusetts Institute of Technology.
- Commensurability, Comparability, Communicability*, Philosophical Sceince Association, Michigan.
- Rationality and Theorie Choice*, The Journal of Philosophy, New York.
- (Ed. cast.: "¿Qué son las revoluciones Científicas?"; "Comensurabilidad, Comparabilidad, Comunicabilidad"; "Racionalidad y Elección de Teorías", en KUHN, T.S.: *¿Qué son las Revoluciones Científicas?*, Paidós, Barcelona, 1989).
- LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A.: (1970) *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press.
- LAUDAN, L.: (1977) *Progress and its Problems*, University of California Press, (Ed. cast.: *El Progreso y sus Problemas*, Ediciones Encuentro, Madrid, 1986).
- LEIBNIZ, G.W. & CLARKE, S.: (1980)* *Polémica Leibniz-Clarke*, Edición de E. Rada, Taurus, Madrid.
- MACH, E.: (1896) *Análisis de las Sensaciones*, Alta Fulla, Barcelona, 1987.

- MOULINES, C.U.: (1982) *Exploraciones Metacientíficas*, Alianza Editorial, Madrid.
- (1984)* "Ontological Reduction in the Natural Sciences", en BALZER, W. (et al.): *Reduction in Science*, Reidel, Holland, pp. 51-70.
- MUSGRAVE, A.: (1978)* *Los Segundos Pensamientos de Kuhn*, Cuadernos Teorema, Valencia.
- (1988)* "The Ultimate Argument for Scientific Realism", en NOLA, R.: *Relativism and Realism in Science*, Kluwer Academic Publishers, Holland, pp. 229-252.
- NEWTON, I.: (1687) *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*, Edición de E. Rada, Alianza Editorial, Madrid, 1987.
- (1986)* *El Sistema del Mundo*, Edición de E. Rada, Alianza Editorial, Madrid.
- NEWTON-SMITH, W.H.: (1981) *The Rationality of Science*, Routledge and Kegan Paul, Boston, (Ed. cast.: *La Racionalidad de la Ciencia*, Paidós, Barcelona, 1987).
- NOLA, R.: (1980) "Paradigms-Lost or the World Regained', An Excursion into Realism and Idealism in Science", *Synthese*, 45, pp. 317-350.
- (1988) *Relativism and Realism in Science*, Kluwer Academic Publishers, Holland.
- ODDIE, G.: (1988) "On a Dogma concerning Realism and Incommensurability", en NOLA, R.: *Relativism and Realism in Science*, Kluwer Academic Publishers, Holland, pp. 169-203.
- PEARCE, D.: (1982) "Stegmüller on Kuhn and Incommensurability", *Brit. J. Phil Sci.*, 33, pp. 389-396.
- (1984) "Research Traditions, Incommensurability and Scientific Progress", *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie*, xv/2, pp. 261-271.
- (1987) *Roads to Commensurability*, Synthese, 187.
- PÉREZ SEDENO, E.: (1987) "Introducción", en PTOLOMEO, C.: *Las Hipótesis de los Planetas*, Alianza Editorial, Madrid.
- POPPER, K.R.: (1962) *Conjectures and Refutations*, Routledge and Kegan Paul, London, (Ed. cast.: *Conjeturas y Refutaciones*, Paidós, Barcelona, 1983).
- (1970) "Normal Science and its Dangers", en LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A.: *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press.

- (1987) "The Myth of the Framework", en PITT, J.C. & PERA, M. (eds.): *Rational Changes in Science*, Boston Studies in the Philosophy of Science, vol. 98, pp. 35-62.
- PRZELECKI, M.: (1978) "Commensurable Referents of Incommensurable Terms", *Acta Philosophica Fennica* xxx.
- PUTNAM, H.: (1975) *Mind, Language and Reality*, *Philosophical Papers*, Cambridge University Press.
- (1981) *Reason, Truth and History*, Cambridge University Press. (Ed. cast.: *Razón, Verdad e Historia*, Tecnos, Madrid, 1988).
- (1986)* "A Defence of Internal Realism", *Teorema*, nº 15/34, pp. 141-167.
- (1987) *The Many Faces of Realism*, Open Court Publishing Company, U.S.A.
- RADNITZKY, G. & ANDERSON, G.: (1978)* *Progress and Rationality of Science*, Boston Studies in the Philosophy of Science, vol. LVIII, Reidel, Holland.
- RIVADULLA, A.: (1986) *Filosofía Actual de la Ciencia*, Tecnos, Madrid.
- (1987) "Ludwik Fleck: La irrupción de la orientación histórico-sociológica en epistemología", *Arbor*, 502, pp. 31-63.
- (1990) "Ludwik Fleck's almost unnoticed Foundation of Sociological Epistemology in the Thirties", *Explorations in Knowledge*, vii, nº 1, pp. 19-28.
- ROHRLICH, F.: (1988) "Pluralistic Ontology and Theory Reduction in the Physical Sciences", *Brit. J. Phil. Sci.*, 39, pp. 295-312.
- SANCHEZ RON, J.M.: (1983) *El Origen y Desarrollo de la Relatividad*, Alianza Editorial, Madrid.
- SELLARS, W.: (1962) *Science, Perception and Reality*, Routledge and Kegan Paul, London. (Ed. cast.: *Ciencia, Percepción y Realidad*, Tecnos, Madrid, 1971).
- SHEA, W.R.: (1987) "The Quest for Scientific Rationality: Some Historical Considerations", en PITT, J.C. & PERA, M. (eds.): *Rational Changes in Science*, Boston Studies in the Philosophy of Science, vol. 98, pp. 155-176.
- STEGMÜLLER, W.: (1978) "Planteamiento combinado de la Dinámica de Teorías", en RADNITZKY, G., STEGMÜLLER, W. (et al.): *Estructura y Desarrollo de la Ciencia*, Alianza Editorial, Madrid.

- (1979) *The Structuralist View of Theories*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. (Ed. cast.: *La Concepción Estructuralista de las Teorías*, Alianza Editorial, Madrid, 1981).
- SUPPE, F.: (1974) *The Structure of Scientific Theories*, University of Illinois Press, (Ed. cast.: *La Estructura de las Teorías Científicas*, Editora Nacional, Madrid, 1979).
- SZUMILEWICZ, I.: (1977)* "Incommensurability and the Rationality of Development of Science", *Brit. J. Phil. Sci.*, 28, pp. 345-350.
- TOULMIN, S.: (1986) "Fleck and the Historical Interpretation of Science", en COHEN, R.S. & SCHNELLE, T.: *Cognition and Fact. Materials on Ludwik Fleck*, Reidel, Holland, pp. 267-285.
- TUOMELA, R.: (1985) *Science, Action and Reality*, Reidel, Holland.
- VAN FRAASEN, B.C.: (1987) *The Scientific Image*, Clarendon Press, Oxford.
- WITTGENSTEIN, L.: (1953) *Philosophical Investigations*, Basil Blackwell, 3^d edition, 1981.