

## Incommensurabilidad empírica. Un enfoque macrológico

EUGENIO MOYA CANTERO<sup>1</sup>

**Resumen:** Según el profesor Kuhn, las teorías no surgen paulatinamente para adaptarse a hechos que están ahí desde siempre; más bien, aparecen junto a ellos. Las revoluciones científicas son de este modo auténticos «cambios ontológicos». Precisamente, porque se trata de un tránsito entre incommensurables, la transición entre paradigmas en competencia no puede verse forzada por la experiencia neutra. La dificultad radica en saber si pares de teorías incompatibles —por ejemplo, las mecánicas clásica y relativista— están conectadas, como argumenta el programa estructuralista, por vínculos no triviales que sean capaces de restablecer la commensurabilidad.

**Abstract:** According to Professor Kuhn, the theories do not evolve piecemeal to fit facts that were there all the time; rather, they emerge together with facts. The scientific revolutions are, in this way, genuine «ontological changes». Just, because it is a transition between incommensurables, the transition between competing paradigms cannot be seen forced by neutral experience. In accordance with the structuralist program, the difficulty lies in knowing if pairs of incompatible theories —for example, classical and relativistic mechanics— are connected by non-trivial links, that can restore the commensurability.

### I

Al comienzo del séptimo capítulo de un reciente ensayo, Hilary Putnam (*PUTNAM, 1988*) caracteriza con acierto los principios presupuestos en el realismo metafísico y compartidos, podemos añadir nosotros, por todas las formas de realismo, desde el científico de Bunge (*BUNGE, 1974, pp. 36 y ss.*), hasta el crítico de Popper (*POPPER, 1985, pp. 119-22*), pasando por el causal de Newton-Smith (*NEWTON-SMITH, 1981, cap. 8*) o el naturalista de Boyd (*BOYD, 1983, pp. 64 y ss.*):

- *Independencia:* la realidad no depende en su existencia y estructura del sujeto que conoce;
- *Bivalencia:* los enunciados informativos son determinadamente verdaderos o falsos, con independencia de nuestro conocimiento o medios de conocerlo;
- *Unicidad:* sólo hay una descripción verdadera y completa de la realidad;
- *Correspondencia:* toda descripción verdadera es aquella que se adecúa a la estructura de lo real.

A estos cuatro principios podemos añadir otro, el de *commensurabilidad*, que, entrañado en los anteriores, puede caracterizarse así: en todo conflicto interteórico siempre es posible encontrar un *tertium* que permite dirimirlo racionalmente.

Teniendo en cuenta este marco epistemológico, que ha sido hegemónico en Occidente desde que Platón ligara la idea de conocimiento a las de justificación y verdad (*Teetetos, 200/201; República, 477e*), puede comprenderse por qué la teoría kuhniana de las revoluciones científicas ha sido vista como un claro ejemplo de subjetivismo e irracionalismo.

<sup>1</sup> Domicilio particular: Eugenio Moya Cantero. C/ San Leandro, 1, 2º E. 30003 Murcia.

Aunque la justicia o injusticia de esas imputaciones deberían depender del éxito de las reconstrucciones que desde 1962 se han hecho para llenar los vacíos de racionalidad abiertos por la idea de inconmensurabilidad, lo que es evidente es que los que más han aireado consignas antikuhnianas han hecho, sin razón, sinónimos inconmensurabilidad e incomparabilidad (SCHEFFLER, 1967, pp. 81 y ss; DRUWE, 1985, p. 9). Y decimos sin razón, porque Kuhn tanto en *La estructura de las revoluciones científicas* (1962) como en «*Commensurability, comparability, communicability*» (1987) ha repetido una y otra vez que no se puede hacer esa sinonimia; «inconmensurable» es un término extraído de las matemáticas y, como allí, sirve para indicar que no es posible encontrar una unidad de medida en la que puedan ser traducidas sin pérdidas los términos que se comparan; por ejemplo, no es posible en matemáticas encontrar una unidad de longitud contenida un número entero de veces, sin restos, para conmensurar la hipotenusa de un triángulo isósceles con su lado (KUHN, 1989, p. 99).

De cualquier forma, puede ser el carácter holístico de las transformaciones que acontecen tras los periodos revolucionarios el que haya permitido generalizar la confusión; no en vano, tras una revolución científica encontramos para Kuhn una diferente concepción a cerca de lo que merece la pena investigar o archivar (KUHN, 1970, pp. 104-105), una modificación en los patrones de evaluación científica (KUHN, 1987, pp. 126 y ss.), un cambio semántico (KUHN, 1987, pp. 126 y ss.), y, por último, una transformación en el dominio empírico de las teorías.

Si las tres primeras transformaciones justificaban ya, por sí solas, el recelo de una epistemología marcadamente positivista, no hay duda de que fue la inconmensurabilidad empírica lo que hizo razonable la apelación al irracionalismo.

En principio, la inconmensurabilidad empírica es una tesis que podríamos resumir recogiendo las palabras con las que comienza el décimo capítulo de *La estructura de las revoluciones científicas*: «cuando cambian los paradigmas —dice Kuhn— el mismo mundo cambia con ellos». La transición de un paradigma a otro implica, así, no sólo una modificación de las creencias y/o actitudes de los científicos, sino también «estar y trabajar en un mundo diferente». Los paradigmas, insiste, son parte constitutiva de la ciencia, pero, fundamentalmente, partes constitutivas de la naturaleza (KUHN, 1970, pp. 109 y ss.). Ello no significa —precisa Kuhn— que pueda verse lo que plazca, pues, sea lo que fuese lo que vean y configure esa visión, los científicos antes y después de una revolución están mirando «lo mismo» (KUHN, 1970, p. 150). Posteriormente apreciaremos el exacto sentido de la precisión.

Resulta claro que Kuhn, al defender la inexistencia de un espacio común o de una metanarrativa que permita conmensurar los distintos discursos locales, se sitúa frente a esa tradición cuyo origen situábamos en Platón y recupera en cierto modo la idea sofista del *ánthropos métron*, esto es, la idea que expresara Protágoras: «lo que para uno se manifiestan y son unas cosas, para otros son otras diferentes» (PLATÓN, *Teetetos*, 166 d). Es evidente que desde el mismo modelo que Aristóteles advertía que la hipótesis sofista hacía indiferenciables demencia y cordura (*Metafísica*, 1009 b 1-7), los realistas han considerado la idea de inconmensurabilidad empírica como la bancarrota de la racionalidad. En concreto, Popper ha denunciado la posición de Kuhn hablando del «mito del marco general» (POPPER, 1970, pp. 155 y ss.). No es sino un dogma —un peligroso dogma, añade Sir Karl— decir que distintas teorías son lenguajes intraducibles; es legítimo defender, dice, la dependencia teórica de las observaciones, pero al mismo tiempo debemos prever un mecanismo de control crítico de nuestras propuestas teóricas; de lo contrario, estaríamos defendiendo que todo aquel que trabaja con una teoría se encuentra, por emplear una figura de Amsterdamski (AMSTERDAMSKI, 1975, p. 118), como un cautivo de la caverna platónica. En términos más contun-

dentos: de ser aceptadas las posiciones de Kuhn, sólo deberíamos tratar a alguien que se sintiese huevo duro por estar en minoría.

Dos preguntas resultan, pues, inaplazables, la primera: ¿tiene sentido hablar de inconmensurabilidad empírica?; la segunda: de tener sentido, ¿hemos de aceptar el subjetivismo e irracionalismo?

Kuhn, desde luego, ha planteado casos concretos de inconmensurabilidad. El paso de la química del flogisto a la del oxígeno, el tránsito, en Astronomía, del paradigma geocéntrico al heliocéntrico, y la sustitución de la mecánica clásica de partículas por la relativista, son, para él, tres ejemplos concretos de inconmensurabilidad empírica. Por su importancia nos centraremos aquí en el último caso.

El tratamiento de este problema se ha llevado a cabo desde dos perspectivas: la enunciativa (enfoque micrológico) y la estructuralista (enfoque macrológico). Para la primera, en la que se encuentran todos los realistas, las teorías científicas son conjuntos de enunciados cerrados respecto al *modus ponens*, siendo el enunciado la unidad mínima del análisis metacientífico; para la segunda (Sneed, Stegmüller, Balzer, Moulines, ...), una teoría es una estructura conjuntista, cuyos elementos mínimos son sus modelos (SHEIBE, E., 1978, pp. 174-180). No hay espacio aquí para la justificación, pero podemos decir que si la primera concepción ha devenido en las últimas versiones —un ejemplo es el de la escuela finlandesa— como una auténtica escolástica artificiosa incapaz de definir la estructura de la ciencia, la segunda ha ofrecido, desde que Sneed publicara en 1971 su *The logical structure of mathematical Physics*, el instrumental conceptual adecuado para reconstruir no sólo la estructura, sino también la dinámica de la ciencia.

## II

Para la *structuralist view*, una teoría empírica T puede ser reconstruida básicamente como un par ordenado  $\langle K, I \rangle$ , donde K simboliza un conjunto de estructuras abstractas e I el conjunto de aplicaciones de T.

A la hora de profundizar en el primer elemento del par, diremos que K representa el núcleo teórico que guía, según Kuhn, las investigaciones de una comunidad científica durante el período de ciencia normal. En las últimas versiones de la concepción no-enunciativa (BALZER, 1987, pp. 78 y ss.), K es un quintuplo  $\langle M, M_p, M_{pp}, C, L \rangle$ , donde cada elemento ha de interpretarse como sigue:

M es el conjunto de sistemas de los que se dice que son modelos de T; o sea, el conjunto de entidades que satisfacen las leyes fundamentales de una teoría;

$M_p$  es el conjunto de modelos potenciales de T, *id est*: aquellas estructuras que se pueden definir a partir de funciones T-teóricas (t);

$M_{pp}$  simboliza el conjunto de modelos potenciales parciales, es decir, representa las estructuras que se definen o determinan desde funciones o conceptos no-T-teóricos (n), con lo que constituyen, como dice Moulines (MOULINES, 1980, p. 109), «la base empírica» de T;

C designa el conjunto de ligaduras —*constraints*— establecidas entre las funciones de T para que, al determinarlas por métodos diferentes, tomen valores invariantes si tienen como argumento el mismo sistema; y

L es la clase de vínculos —*links*— interteóricos que permiten conectar funciones de dos teorías distintas; por ejemplo, al construir un termómetro de mercurio, unimos un parámetro geométrico como el volumen con otro termodinámico como es la temperatura.



Formalmente: dada una teoría empírica  $T$ , con una estructura  $S$ , y un sistema  $x$  diremos que:

Def. 1

$x$  es un  $S$  si, y sólo si, existe un dominio de individuos  $D$  y unas funciones  $n$  y  $t$  tal que

- (1)  $x = \langle D, n, t \rangle$
- (2)  $D \neq \emptyset$
- (3)  $n$  y  $t$  son funciones de  $D$  en  $\mathbb{R}$ , la serie de números reales;
- (4) Para todo  $y \in D$  se cumple que  $t(y) > 0$
- (5) Para todo  $y \in D$ , siendo  $D = \{y_1, \dots, y_r\}$ , se cumple:

$$\sum_{i=1}^r n(y_i)t(y_i) = 0$$

Todos los sistemas empíricos que satisfacen las condiciones (1)-(5) constituyen el conjunto  $M$  de la teoría  $T$ , los que satisfacen las tres primeras forman el conjunto de  $M_p$ , mientras que los  $M_{pp}$  se forman a partir de los  $M_p$  cercenando las funciones  $T$ -teóricas, esto es:  $x$  es un  $M_{pp}$ , si  $x = \langle D, n \rangle$ .

Def. 2

$C$  es una condición de ligadura para  $M_p$  si, y sólo si,

- (1)  $C \subseteq \text{Pot}(M_p)$
- (2)  $\emptyset \notin C$
- (3)  $C \neq \emptyset$

Def. 3

Dadas dos teorías,  $T$  y  $T'$ , diremos que  $L$  es un vínculo para sus  $M_p$  y  $M'_p$  si, y sólo si,

- (1)  $L \subseteq M_p \times M'_p$
- (2)  $\emptyset \notin L$
- (3)  $L \neq \emptyset$

Es fácil percatarse de que la distinción entre los  $M_{pp}$  y  $M_p$  de una teoría introduce en el enfoque estructuralista la diferencia entre conceptos teóricos y no teóricos. De cualquier modo, no debemos emparentar esta dicotomía con la que realizara Carnap para el positivismo entre lenguaje teórico y observacional, pues mientras en ésta se define lo teórico de un modo negativo —como lo no observacional— en aquella se caracterizan las funciones teóricas de modo positivo y siempre relativo. Precisamente por esta relatividad se habla siempre de funciones  $T$ -teóricas y  $T$ -no-teóricas. En términos más precisos: la distinción carnapiana se hace desde una semántica extensional que tiene entre sus supuestos ontológicos la existencia de una realidad dada y constituida preteóricamente, mientras que el enfoque estructural hace la diferencia desde una semántica intensional que pone el acento en el mundo del sentido, en el contexto en el que se usa un determinado concepto.

La idea básica de teoriedad es la siguiente: respecto de una teoría  $T$ , son teóricas aquellas funciones cuyos valores son determinados presuponiendo alguna aplicación exitosa de  $T$ , esto es: hay al menos un  $X$ , que es un sistema de medida de la  $t$ -función y al mismo tiempo un modelo de  $T$ » (GÄHDE, 1983, pp. 5-6; 103 y ss.).

Entre las cuestiones relacionadas con la dicotomía presentada se encuentra, como señalábamos *supra*, la de la base empírica de la ciencia, una cuestión que desde esta perspectiva se presenta de

un modo holístico. Así es: supongamos que deseamos establecer la hipótesis de que el sistema solar es un modelo de la Mecánica clásica de Partículas (MCP). Es evidente, que debemos definir el predicado conjuntista «es una MCP».

Def. 4

- x es una MCP si, y sólo si,
- (1)  $x = \langle P, T, s, m, f \rangle$
  - (2) P es un conjunto finito no vacío de partículas
  - (3) T es un intervalo temporal de instantes temporales
  - (4) s es la función posición, cuyo valor para cada partícula p, que pertenece a P, en un instante temporal concreto, viene dado por  $P \times T = \mathbb{R}^3$ , esto es por tres coordenadas que definen un plano;
  - (5) m es una función con valores reales positivos en el dominio P;
  - (6) f es una función vector cuyos argumentos son elementos de P y T;
  - (7) Para todo p que pertenece a P y para todo instante temporal t de T, se cumple que
- $$m(p)D^2s(p,t) = \sum_{i \in N} f(p,t,i)$$

donde  $D^2s(p,t)$  designa la segunda derivada de la posición respecto del tiempo y  $f(p,t,i)$  simboliza la i-ésima fuerza que actúa sobre la partícula p en t.

Si admitimos que masa (m) y fuerza(f) son funciones MCP-teóricas y posición (s) y tiempo(t) son no-MCP-teóricas, diremos que el sistema solar es un modelo de la MCP si satisface las condiciones (1)-(7), especialmente (7), pues representa la ecuación fundamental de la Mecánica ( $f = m.a$ ).

Por lo dicho, el carácter empírico de la MCP podría consistir en la posibilidad de comprobar la expresión «el sistema solar es una MCP», pero el problema es que expresiones del tipo «x es un S» no pueden ser contrastadas empíricamente; es obvio: para saber, por seguir con el ejemplo, si el sistema solar es un modelo de la MCP debemos calcular las interacciones y movimientos de los cuerpos celestes, pero para hacerlo esto debemos determinar los valores de p, t, m y f y no es posible hacerlo para las dos últimas sin emplear —recordemos que son MCP-TEÓRICAS— sistemas de medida que son ya modelos de la Mecánica. La eliminación de la circularidad sólo tiene para los estructuralistas una vía: reemplazar las afirmaciones de la forma «x es una MCP» por sus correspondientes sentencias Ramsey-Sneed, que, en su traducción macrológica, vienen dada por la forma (BALZER, 1985, pp. 30 y ss.):

$$I \in A(K)$$

donde, si  $I \subseteq M_{pp}$ ,  $A(K)$  ha de entenderse como la afirmación de que una clase de estructura  $x = \langle D, n, t \rangle$ , que es una extensión teórica (e) de  $y = \langle D, n \rangle$ , es un modelo de la teoría y satisface ciertas condiciones de ligadura. Formalmente:

$$A(K) = \{y \subseteq M_{pp} / \forall x [x \in e(y)] \cap \text{Pot}(M) \cap C\}$$

### III

Es evidente que con la introducción del conjunto I como sistemas determinados por funciones

no teóricas, la *structuralist view* ha reconstruido la base empírica de la ciencia y está en condiciones de abordar el tema de la inconmensurabilidad empírica. Pero, curiosamente es en la reconstrucción racional de los vacíos de racionalidad generados por la idea de Kuhn donde empiezan a surgir los problemas.

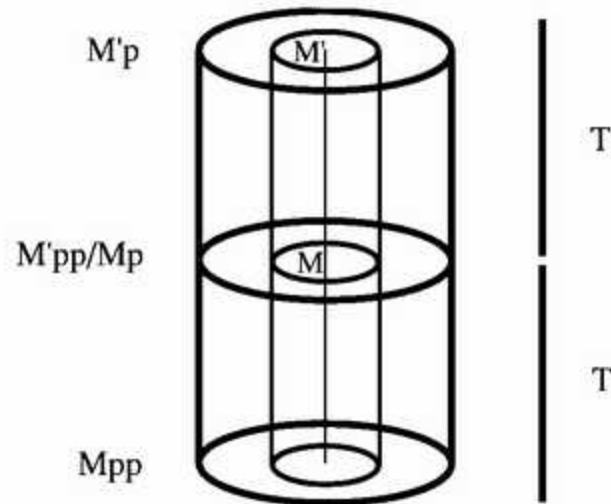
Tomemos, como sugerimos, la mecánica clásica de partículas y la mecánica relativista (MR). Tenemos que los  $M_{pp}(MCP)$  y los  $M_{pp}(MR)$  son modelos cinemáticos, esto es sistemas con estructura  $\langle D, n \rangle$ . ¿Podríamos decir, entonces que estamos ante objetos preteóricos, como varas de medida o relojes que puedan hacer conmensurables la MCP y la MR? No. Ni mucho menos. Es conocido que la primera sostuvo que tanto el intervalo de tiempo entre dos instantes, como la distancia entre dos puntos de un cuerpo rígido son independientes del movimiento del cuerpo de referencia, o sea del movimiento de las varas de medir y los relojes. También es sabido que la MR cambió estos principios cinemáticos por ser incompatibles con la magnitud absoluta  $c$ , la velocidad de la luz. Las transformaciones de valores de un sistema en movimiento a uno en reposo o viceversa no podría seguir ya, en este último caso, las transformaciones de Galileo, sino las de Lorentz. El caso es que si una vara rígida A-B, con un valor 1 en reposo, se moviera, seguiría teniendo para la MCP el mismo valor, mientras que el valor para la MR sería tanto menor cuanto mayor fuese su velocidad, siendo 0 en el supuesto de que  $v=c$ . Tenemos, pues, que

$$M_{pp}(MCP) \cap M_{pp}(MR) = 0$$

¿Cómo podríamos encontrar, entonces, un espacio de conmensuración? Cuando analizábamos los elemento de  $K$  introducimos  $L$  como el conjunto de vínculos interteóricos que se establecen entre diferentes teorías. Pues bien, es desde esta idea de vínculo desde la que los seguidores del programa estructuralista intentarán restablecer la conmensurabilidad.

En efecto, a partir de finales de los setenta la *structuralist view* ha establecido la hipótesis de que el desarrollo científico se lleva a cabo mediante un proceso de complejidad creciente, según el cual las estructuras de las teorías complejas se contruyen añadiendo ciertos parámetros a las teorías menos complejas; es lo que han llamado ellos «teorización» (BALZER/HEIDELBERGER, 1983, pp. 123-125). Técnicamente, diremos que  $T'$  es una teorización de  $T$  si, y sólo si,

- (1)  $M'_{pp} \subseteq M_p$
- (2)  $A(K') \subseteq \text{Pot}(M) \cap C$
- (3)  $I' \in \text{Pot}(M) \cap C$

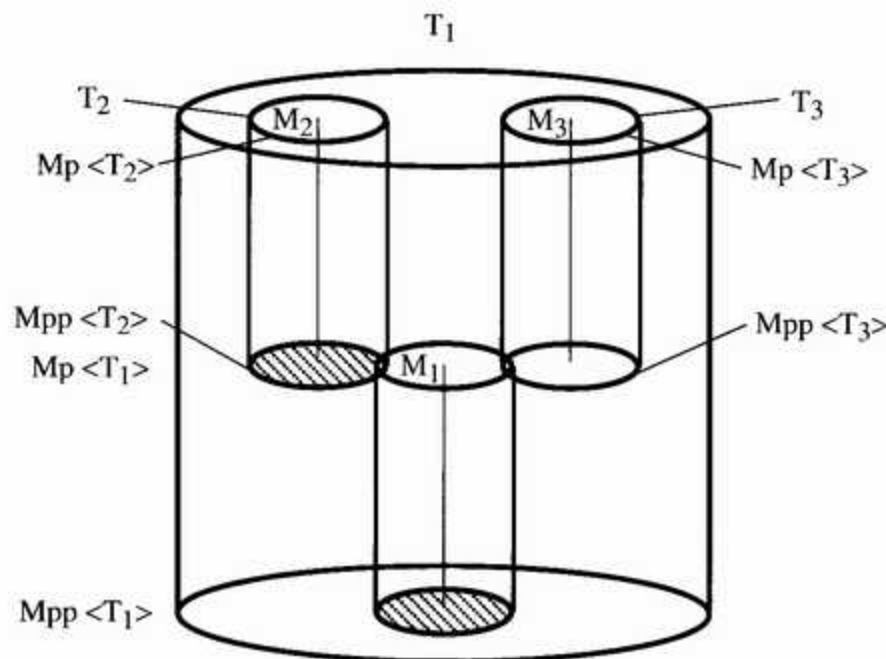


Ilustr. 1: Teorización

La idea inicial de teorización, aportada por Balzer y Sneed en su artículo «Generalized net-structures of empirical theories» (1977/78), es que la MCP es una teorización de la cinemática galileana, y que ésta es a su vez una teorización de las teorías del espacio-tiempo, pues el significado de las funciones cinemáticas —posición y tiempo— presuponen los conceptos de figura y sucesión temporal de la geometría y cronometría. (Para un desarrollo técnico de esta idea puede consultarse BALZER, 1978, cap. IX). Gráficamente, la relación interteórica de teorización podríamos representarla como aparece en la ilustración 1.

La posibilidad de encontrar estructuras subyacentes sugería una vieja cuestión: ¿se puede encontrar una base observacional común? Stegmüller pronto lo tuvo claro: la idea de teorización permite que dos teorías inconmensurables *prima facie* puedan conmensurarse remontándonos a una base «observacional común» (STEGMÜLLER, 1979, p. 103). ¿Es así? ¿Podemos encontrar una base observacional común a la MCP y MR? La respuesta concreta de Stegmüller es que podemos recurrir a la geometrías y cronometrías físicas que subyacen a ambas y comprobar que una de ellas, las de la MCP, están refutadas. ¿Es factible la idea?

Ciertamente los modelos de las cinemáticas clásica y relativista son cuerpos sólidos, varas rígidas y relojes móviles, que pueden describirse, por tanto, con las teorías del espacio-tiempo como estructuras topológicas y cronométricas abstractas de puntos, rectas, instantes, sucesiones, etc., pero no podríamos afirmar nada sobre su comportamiento como cosas ordinarias, si no defendemos una interpretación física, si no defendemos, por decirlo de otro modo, que existe una isomorfía entre esas estructuras abstractas y la estructura real. Esa interpretación física, desde luego, es la que defendió Einstein frente a Poincaré, pues para él las teorías del espacio-tiempo siempre presuponen teorías físicas, siempre implican hipótesis relativas al comportamiento de los portadores métricos; por tanto, aquéllas teorías pueden ser objeto de contrastación empírica (EINSTEIN, 1968, p. 103). El compromiso de Stegmüller con el punto de vista de Einstein parece claro. El caso es que si por  $T_1$  entendemos las teorías del espacio-tiempo válidas, por  $T_2$  y  $T_3$  la MCP y MR, respectivamente, tendríamos lo que muestra la ilustración 2.



Ilustr. 2: Comparación de teorías *prima facie* inconmensurables.



El estudio de la estructura jerárquica de las teorías permitiría, en definitiva, recuperar una concepción de la racionalidad puesta en entredicho por Kuhn. Sin embargo, a pesar de las potencialidades de la reconstrucción, en la hipótesis de que puede encontrarse una base observacional común que posibilitaría, introducir, como recomendaba Popper, un elemento de control empírico, hay una serie de presupuestos no ya contrarios al enfoque macrológico, sino sobre todo inadecuados para un buen entendimiento de las relaciones interteóricas. Vayamos por partes.

En cuanto a la idea de que es posible refutar empíricamente la geometría y cronometría físicas subyacentes a la MCP, hemos de apresurarnos a decir que desde un punto de vista holístico, como es el estructural, difícilmente puede aceptarse una idea de falsación; ésta exige esquemas del tipo  $T \cap T' = \emptyset$ , al que las teorías del espacio-tiempo de la MCP y la MR no responden porque comparten toda una serie de principios como la homogeneidad, la linealidad de las transformaciones de inercia o la inacción causal. Si para un enfoque macrológico, las teorías científicas deben tomarse como enteros, como organismos en los que no es posible, como sostenía Duhem, hacer funcionar una parte sin que las otras, en principio alejadas, entren en juego, no acertamos a ver cómo pueden singularizarse alguna de ellas para hacer funcionar un mecanismo metodológico como la falsación. Además: ¿es factible determinar la estructura topológica y cronométrica real de varas y relojes para reestablecer un espacio de conmensuración? La respuesta ha de ser, de nuevo, negativa: desde hace un siglo sabemos que cualquier superficie (bivariada) admite tres geometrías localmente homogéneas —la euclídea, la de superficie esférica y la hiperbólica—, sin que sea posible por medios físicos determinar cuál correspondería a la estructura real; además, sabemos por Thurston y Weeks (*THURSTON Y WEEKS, 1984, pp. 84-98*) que son ocho las geometrías físicas localmente homogéneas aplicables a las trivariadas —cosas ordinarias. La conclusión es evidente: los portadores métricos, como sistemas mereológicos, son reconstituibles como estructuras topológicas abstractas, pero al reconstruirlos siempre introducimos presupuestos de carácter teórico que no pertenecen a las teorías del espacio-tiempo, sino a la concepción física general que se mantenga. Lo que hace racional a la ciencia no son, por ello, los duelos entre teorías y realidad, sino los duelos entre unas teorías y otras para restañar las heridas cuasi-estéticas abiertas por puntos de vista alternativos. Creemos, en último término, que ni tan siquiera la idea de jerarquía interteórica puede servir para dar sentido a la idea de que en algún lugar debemos tocar tierra. No hay nexos extrateóricos entre el lenguaje y la realidad. Consideremos algo más: la misma idea de jerarquía o teorización que ha permitido desenterrar ese viejo fantasma de la base observacional común, obedece a una concepción errónea de las relaciones entre la cinemática y la dinámica. Esta afirmación es lo que intentaremos argumentar en lo que sigue.

#### IV

Como hemos apuntado más arriba, para la *structuralist view* la Mecánica newtoniana es una teoría compleja que se construye añadiendo parámetros adecuados a las estructuras de las cinemáticas galileana y kepleriana. Este punto de vista, que no ha sido ajeno al modo tradicional de concebir las relaciones entre la cinemática y la dinámica, ha estado, no cabe duda, favorecido por el orden de aparición que nos presentan los libros de texto científicos, influidos, eso sí, por el modo de presentación que se ha hecho de ellas en los dos ensayos más influyentes del pensamiento científico en los tres últimos siglos: los *Principia* de Newton y el «Zur Elektodynamik bewegter Körper» de Einstein. Nadie puede negar, desde luego, que la Mecánica clásica se constituyó históricamente



añadiendo parámetros dinámicos a los modelos cinemáticos de Galileo y Kepler. Hay, por decirlo de algún modo, una *prioridad temporal* de la cinemática. La cuestión, empero, es si podemos mantener como hipótesis general que los modelos cinemáticos son estructuras presupuestas por toda descripción dinámica. La respuesta de los estructuralistas es afirmativa. Dos datos podrían servir para sustentar sus hipótesis: Newton en los *Principia* comienza sus estudios por las leyes de Kepler (secc. 2 y 3 del lib. I) y Einstein en la división que realiza de su artículo titula la primera parte como «Parte cinemática», y como «Parte electrodinámica» la segunda. Considero, de todos modos, que este punto de vista es histórica y metodológicamente insostenible. Justifiquemos nuestra afirmación.

Es habitual considerar sin discusión que antes de que Newton iniciase sus investigaciones astronómicas a finales de la década de los setenta, las tres leyes de Kepler eran ampliamente reconocidas como válidas, pero no fue así. De las tres leyes keplerianas, la más admitida era la ley armónica, según la cual la razón  $a^3/T^2$  es la misma para todos los planetas del sistema solar; el mismo Newton, aunque era consciente de que desde un punto de vista dinámico no podía ser más que una aproximación, la consideraba como aceptable y aceptada por todo el mundo (*NEWTON, Principia, lib. III, 4*). No ocurría lo mismo con la ley de órbitas elípticas o con la de áreas; la primera, aunque se citaba hacia 1670 en casi todos los libros de texto, no era usada en la resolución de problemas prácticos, e incluso fue rechazada por astrónomos eminentes como Domenico Cassini, director del observatorio parisino. Tampoco, faltaron los astrónomos que intentaron armonizarla con constructos propios de la astronomía epicíclica.

La segunda ley kepleriana puede decirse que en gran parte fue ignorada. Resulta relevante en tal sentido que en la *Astronomia Carolina* de Streete, que fue el libro del que tomó Newton los principales datos astronómicos sobre Kepler, la ley de áreas estuviera ausente. Tampoco se enunciaba explícitamente en la *Opera posthuma* (1673) de Jeremiah Horrox, cuando éste era el principal discípulo de Kepler en Inglaterra. La razón de la ausencia es que en la práctica la ley resultaba inaplicable sin alguna aproximación, como muestra el mismo Newton en el lema 28 del libro primero de los *Principia*. Podemos decir, por tanto, que hasta que Newton no dio significado dinámico a estas tres leyes ellas no adquirieron el *status* de descripciones exactas; es más, sólo tras la introducción a finales de los setenta del concepto de fuerza las tres leyes tuvieron significado para las explicaciones astronómicas. Hasta entonces habían sido para los astrónomos simples reglas de cálculo. Como ha sostenido Cohen (*COHEN, 1980, p. 273*), antes de que Hooke sugiriera a Newton en su correspondencia (1669-1680) que los movimientos planetarios habrían de formarse gracias a una componente inercial rectilínea y a los efectos de una fuerza centrífuga dirigida hacia el sol, la segunda ley de Kepler no formaba parte de la dotación consciente de Newton. Podemos decir con Westfall (*WESTFALL, 1971, p. 371*) todavía más: la inflexión que tuvo el pensamiento de Newton en torno a 1679 no fue resultado de añadir un parámetro como la fuerza a las explicaciones cinemáticas de Kepler, sino de establecer una teoría que, al introducir las fuerzas de atracción y repulsión como propiedades de la materia, se oponía a unas investigaciones mecánicas que concebían la realidad física compuesta sólo por partículas materiales en movimiento. Para apreciar hasta qué punto las descripciones cinemáticas dependían de las explicaciones dinámicas tengamos en cuenta este dato: en la primera edición del tercer libro de los *Principia* se designan como «*hypotheses*» las reglas keplerianas, mientras que en las dos ediciones posteriores Newton habla de ellas como «*phaenomena*». En definitiva, como apunta acertadamente Sheurer (*SHEURER, 1979, p. 260*), aportando datos de las *queries* de la *Optica* de Newton, las consideraciones dinámicas fueron, desde un punto de vista físico, siempre prioritarias.

La teoría de la relatividad especial aporta también elementos de juicio a favor de esta prioridad que defendemos, ya que, a pesar de que Einstein presenta en su artículo de 1905 las consideraciones cinemáticas antes, en él argumentaba que las relaciones métricas sustentadas en la cinemática clásica sólo fueron posibles porque los físicos tradicionales hicieron abstracción del portador dinámico del movimiento; por ello, en consonancia con Hume y Mach, Einstein defendió que las propiedades espacio-temporales no podían ser analizadas independientemente de las propiedades de la materia.

Es, finalmente, en los fenómenos de los *quanta* donde más se ha hecho patente la dependencia de la cinemática respecto de la dinámica, pues, la trayectoria de un punto en el espacio sólo puede ser singularizada cinemáticamente como una partícula determinada porque ese punto muestra en su posición o trayectoria unas marcas que tienen un significado dinámico.

No hay duda de que hay que concluir, de acuerdo con los datos apuntados, que las explicaciones dinámicas no pueden verse como teorizaciones sobre las descripciones cinemáticas, con lo que la idea estructuralista de jerarquía interteórica puede servirnos para reconstruir la dinámica de las teorías que forman parte de un mismo programa de investigación, pero en modo alguno permiten reestablecer la conmensurabilidad entre dos programas inconmensurables.

## V

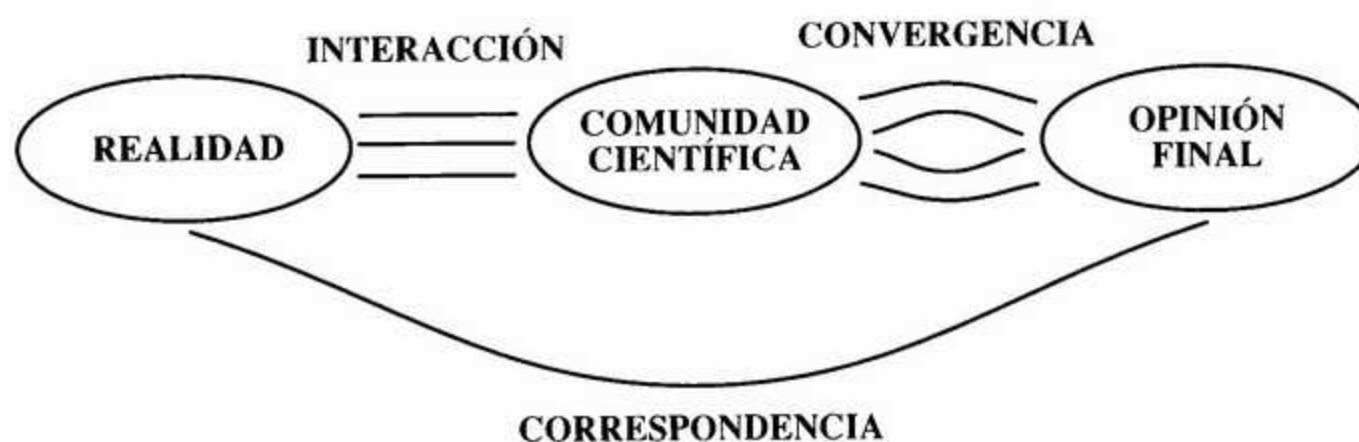
Aceptar la inconmensurabilidad empírica implica admitir que no hay forma de tomar tierra en ningún sitio; significa que no hay accesos extrateóricos a la realidad y que, por tanto, no hay *tertium* para dirimir los conflictos teóricos. ¿Significa esto que hemos de aceptar también una especie de anarquismo metodológico? La respuesta desde el punto de vista kuhniano debe ser negativa. No todo vale; la realidad no se agota en nuestro comercio lingüístico o teórico.

Recientemente, Evandro Agazzi (*AGAZZI, 1993*) ha aportado una serie de intuiciones que pueden servir bien para justificar el rechazo kuhniano del anarquismo epistemológico. Agazzi parte de la idea de que la ciencia no se ocupa de la realidad en general, sino de objetos, unos objetos que surgen de un recorte que opera en la realidad un punto de vista, una teoría. Este perspectivismo no implica, para él, subjetivismo, porque las teorías científicas utilizan lo que él llama predicados-base, unos predicados que se caracterizan por estar conectados directamente con la realidad a través de operaciones. Un ejemplo: «masa» es para la mecánica clásica una función básica porque su valor se determina con una balanza. El hecho de que las operaciones, aunque teórico-dependientes, no sean lingüísticas garantiza que obramos sobre la realidad, es decir, garantiza la objetividad de teorías como la mecánica newtoniana.

Desde esta idea de objetividad, puede ya recibir exacto sentido aquella tesis que necesitaba desde el principio más precisión. La recordamos: que los paradigmas sean parte constitutiva de la realidad no significa —apuntaba Kuhn— que los científicos puedan ver lo que les plazca, porque en cierto modo, sea cual sea lo que configura esa visión, los científicos antes y después de una revolución —añadía— siguen viendo «lo mismo». Y cobra exacto sentido, ya que Kuhn indica con ella que, aunque los científicos ven y trabajan en *mundos diferentes*, operan sobre lo mismo, sobre *la misma realidad*. Pero, ¿qué es la realidad? En verdad nada, o para ser más precisos es lo contrario de la nada; siendo aristotélicos: es un campo de lo posible en el que nuestras teorías, actualizan mundos, algunas veces, incompatibles. Kuhn, en fin, estaría, en primer lugar, defendiendo, como ha sostenido Boyd (*BOYD, 1983, pp. 63-65*), un constructivismo para el que los objetos son

intensiones, constructos teóricos que actualizan de un modo particular, y no exclusivo, una línea del campo de posibilidades; en segundo lugar, estaría señalando una asimetría entre las lógicas de la verdad y la objetividad, ya que si esta se resuelve, como decía Agazzi, desde el punto de vista de las causas, del fundamento, la verdad no puede ser decidida sino en el plano del discurso (RORTY, 1989, cap. 1). Frente a la idea de correspondencia, Kuhn establece la coherencia de las representaciones entre sí como *explanans* de la verdad. Verdad no deberíamos definirla como *adaequatio rei et intellectus*, sino como adecuación de *intellectus et situs*.

No faltarán los que vean en este punto una cierta filiación pragmática, pero no es así, es verdad que hay que reconocerle a Peirce el haber alejado la verdad del esquema correspondentista, pues recordemos que para él la verdad era la opinión destinada a ser el punto de coincidencia final de todos los que investigan, sin embargo —quizás por su trasfondo kantiano— no encontramos en él una auténtica ruptura con el marco tradicional. Peirce sigue preso del dualismo estructura/contenido, lo que le hace partícipe todavía, como ha observado Niiniluoto (NIINILUOTO, 1984, p. 214) del punto de vista realista; en realidad para Peirce, la verdad es el título que merecería aquella creencia que sólo fuera afectada por lo real. En otros términos: en él objetividad y verdad obedecen a una misma lógica porque, de facto, la objetividad es un término que tiene una extensión vacía. El siguiente esquema representa bien lo que decimos:



Ilustr. 3: Modelo epistemológico de Peirce.

En oposición a todo dualismo, como el de Peirce, el constructivismo de Kuhn no ve en nuestras teorías impedimentos para captar la auténtica realidad, sino posibilidades permitidas por una realidad plástica que justifica descripciones incompatibles e igualmente objetivas. Este es el sentido profundo de la idea de inconmensurabilidad empírica, un sentido que atenta contra los principios de independencia, bivalencia, unicidad, correspondencia y commensurabilidad que caracterizan y han caracterizado, como anotábamos al comienzo, cualquier forma de realismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAZZI, E. [1993]: «La objetividad de la ciencia», Curso organizado por la Universidad de Murcia, febrero de 1993.



- AMSTERDAMSKI, S. [1975]: *Between experience and metaphysics. Philosophical problems of the evolution of science*, Dordrecht: Reidel.
- BALZER, W. [1978]: *Empirische Geometrie und Raum-Zeit-Theorie in mengentheoretischen Darstellung*. Kronberg: Skriptor.
- [1985] *Theorie und Messung*, Berlin: Springer.
- BALZER, W. HEILDELBERGER, M. [1983]: *Zur Logik empirischer Theorien*, Berlin: Walter de Gruyter.
- BALZER, W., MOULINES, U. y SNEED, J., [1987]: *An architectonic for Science*, Dordrecht: Reidel.
- BOYD, R. [1983]: «On the current status of issue of scientific realism», en: *Erkenntnis*, 19, pp. 45-90.
- BUNGE, M. [1974]: *Semantics I: sense and reference*, Dordrecht: Reidel.
- COHEN, I. [1980]: *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*, Madrid: Alianza, 1983.
- DIEDERICH, W. [1981]: *Strukturalistische Rekonstruktionen*, Braunschweig: Vieweg & Sohn.
- DRUWE, U. [1985]: *Theoriendynamik und wissenschaftlicher Fortschritte in den Erfahrungswissenschaften*, Freiburg: Karl Alber.
- EINSTEIN, A. [1968]: *La teoría de la relatividad y otros ensayos*, Madrid: Alianza, 1984.
- GÄHDE, U. [1983]: *T-theorizität und Holismus*, Frankfurt: Peter Lang.
- KUHN, Th. S. [1970]: *The structure of scientific revolutions*, Chicago: Chic. Univ. Press, 2ª edición revisada.
- [1977]: *La tensión esencial*, México: FCE, 1982.
- [1987]: *Qué son revoluciones científicas y otros ensayos*, Barcelona: Paidós, 1989.
- MOULINES, U. [1980]: *Exploraciones metacientíficas*, Madrid: Alianza.
- NEWTON-SMITH, W. [1981]: *The rationality of science*, Boston: Routledge and Kegan Paul.
- NIINILUOTO, I. [1984]: *Is science progressive?*, Dordrecht: Reidel.
- POPPER, K. R. [1970]: «La ciencia normal y sus peligros», en: LAKATOS, I. y MUSGRAVE, A. (eds.), *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona: Grijalbo, 1975.
- [1982]: *Post scriptum I: realismo y objetivo de la ciencia*, Madrid: Tecnos, 1985.
- PUTNAM, H. [1988]: *Representation and reality*, Boston: Massachusetts Institute of Technology.
- RORTY, R. [1989]: *Contingency, irony and solidarity*, New York: Cambridge University Press.
- SCHEIBE, E., [1978]: «Über die Struktur physikalischer Theorien», en: BALZER, M. y HEILDELBERGER, M. (eds.), [1983].
- SHEURER, P. [1979]: *Las revoluciones en la ciencia y la permanencia de lo real*, Barcelona: Destino, 1982.
- SCHEFFLER, I. [1967]: *Science an subjectivity*, Indeannapolis Bobbs Merrill.
- SNEED, J. [1971]: *The logical structure of mathematical Physics*, Dordrecht: Reidel.
- STEGMÜLLER, W. [1979]: *La concepción estructuralista de las teorías*, Madrid: Alianza, 1983.
- THURSTON, W. y WEEKS, J. [1984]: «Matemáticas de las variedades tridimensionales», en: *Investigación y ciencia*, 96, pp. 84-98.
- WESTFALL, R. [1971]: *Force in Newton's physics: the science of dynamics in the seventeenth century*, London: Mc Donald.
- WHITESIDE, D. [1964]: «Newton's early thoughts on planetary motion: a fresh look», en: *British Journal for History of Science*, 2.