

ESTRUCTURA Y CINEMATICA DE TEORIAS

José A. Díez Calzada

Abstract

This paper has a twofold aim. The main goal is to introduce, with some slight modification, the structuralist analysis of a type of diachronic phenomenon of science: the *intratheoretic* change, the evolution of theories, of each theory as time goes by; this phenomenon should be carefully distinguished from the *intertheoretic* change, i. e., the evolution of scientific disciplines by the sucession of *different* theories. The reader may have noticed the echo in the title from a well known work by W. Stegmüller¹ where he developed the analyses of such phenomenon already started by Sneed in *The Logical Structure of Mathematical Physics*², the foundational work of the structuralist program. The analysis of intratheoretic change (and the intertheoretic too) goes back to the very beginning of the program. Although its fundamental aspects have remained the same, the treatment of this phenomenon has suffered slight modifications to the effect of solving some insufficiencies that appeared in specific topics. I will take as reference the most definite version of it contained in the structuralist *summa An Architectonic for Science*.

Although expository purpose is fundamental, it is not the only one. I believe that a correct account of the structuralist analysis of intratheoretic change is useful to correctly evaluate the relevancy of previous episodes of the metascientific reflexion. Particularly, it is useful to identify, in my view, the main contribution of what at that time was called «the new philosophy of science», contribution not to be found equally in all «the new philosophers», but specially in Kuhn and Lakatos and a bit in Hanson and Feyerabend. I will first develop this topic as a preface in order to frame the general metascientific context within which the structuralist analysis is to be located.

La falsación y la estructura de las teorías

Parte de lo que usualmente se considera como principal contribución de los nuevos filósofos de la ciencia (carga teórica de los hechos, imposibilidad de falsaciones concluyentes, importancia de la historia de la ciencia para la filosofía de la

¹ *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, Heidelberg, Springer, 1973 (segundo volumen de *Theorie und Erfahrung*).

² Cf. cap. VIII, «The Dynamics of Theories».

ciencia) se encontraba ya apuntado, cuando no explícitamente formulado, en Popper. Esto no significa que la elevada posición que tienen en la historia de la filosofía de la ciencia sea inmerecida, pues, no sólo llegaron (la mayoría) a sus resultados independientemente de Popper, sino que, además, los desarrollaron y articularon de un modo en que aquel no lo hizo, y a ellos se debe que hoy sean moneda de curso corriente. La pregunta que surge entonces es qué les permitió tal cosa, cómo fueron capaces de, con ideas en apariencia viejas, llegar a conclusiones nuevas. La explicación no puede ser sólo una mayor perspicacia sobre *esas* cuestiones, debe haber algo más. Y efectivamente hay algo más, algo que les ha sido también reconocido, pero cuya importancia para el desarrollo y articulación de aquellas ideas no ha sido suficientemente señalada. En mi opinión, ese algo es su verdadera contribución, lo que marca la diferencia con Popper y entre ellos. Porque ello está muy presente en Kuhn y Lakatos, y poco en Hanson y Feyerabend, el panorama que los primeros ofrecen es incomparablemente más coherente que el de éstos. Porque ello está totalmente ausente en Popper, la exposición que éste hace de sus propias ideas es muchas veces desconcertante, cuando no paradójica.

Los estructuralistas siempre han reconocido la proximidad *conceptual* de su análisis del cambio intrateórico con el llevado a cabo por los «nuevos filósofos», y en especial por Kuhn³, quien a su vez ha aceptado explícitamente tal proximidad⁴. Por otro lado, como veremos, el análisis diacrónico de las teorías se sigue en el estructuralismo de modo *natural* de su análisis sincrónico. Es porque las teorías, consideradas estáticamente, tienen la estructura que tienen por lo que el cambio de las teorías en el tiempo tiene la forma que tiene. El análisis «cinemático» de las teorías es continuación *natural* del anterior «estático», la estructura sincrónica de las teorías nos da la clave de su estructura diacrónica. Pues bien, lo que sostengo es que eso es así también en Kuhn y Lakatos, y que si el análisis estructuralista diacrónico de las teorías guarda importantes parecidos con el de ellos es porque el sincrónico también lo guarda. Esta sería la principal contribución de Kuhn y Lakatos, el haber avanzado radicalmente en el análisis (sincrónico) de la estructura fina de las teorías. Este nuevo análisis más rico de la estructura de las teorías es lo que marca la diferencia a que nos referíamos en el párrafo anterior y lo que les permite a su vez iniciar con éxito el estudio diacrónico de la ciencia. Además, se trata de un análisis de la estructura de las teorías que avanza en la dirección que el estructuralismo posteriormente recogerá.

La última afirmación debe obviamente calificarse. En primer lugar, los análisis de Kuhn y Lakatos sobre la estructura de las teorías (paradigmas, programas de investigación) son en general formalmente toscos y conceptualmente imprecisos. En segundo lugar, la afirmación atribuye a esos autores en parte demasiado y en parte demasiado poco. Demasiado, porque el estructuralismo no se limita a precisar o transcribir formalmente sus ideas sobre la estructura de las teorías: el concepto estructuralista de teoría contiene, primero, elementos radicalmente nuevos y, segun-

³ Eso es así desde los mismos comienzos del programa (cf. Sneed, 1971, p. 288), y hasta su última versión (cf. *Architectonic*, p. 206).

⁴ «Los planos preliminares de los nuevos territorios (trazados por los estructuralistas) muestran un notable parecido con un mapa que yo había trazado anteriormente» (Kuhn, 1976, p. 141).

do, supone una revisión conceptualmente sustancial de los que sí se pueden considerar presentes en Kuhn y Lakatos⁵. Demasiado poco, porque Kuhn y Lakatos incluyen en los paradigmas o programas de investigación otros elementos que el estructuralismo no considerará, en mi opinión acertadamente, *componentes* de las teorías, esto es, esenciales para su *identidad*.

Con estas estas cualificaciones, creo provechoso leer a estos autores con «ojos estructuralistas» y ver en ellos principalmente, aunque no sólo, un avance en el análisis de la estructura fina de las teorías. Es provechoso básicamente por motivos conceptuales, pero también, si no exageramos las semejanzas hasta desvirtuarlos, por motivos históricos. En mi opinión, así se entiende mejor cómo la nueva filosofía de la ciencia pudo causar tanto revuelo con afirmaciones cuyo supuesto origen se había advertido con anterioridad y por qué en su discusión con los filósofos de la ciencia clásicos, especialmente con Popper, ambas partes parecen afirmar y negar a la vez lo mismo que su adversario. La polémica sobre la posibilidad o no de falsación y la paralela sobre la «normalidad» de la ciencia normal son un buen ejemplo⁶.

Es usual considerar que, así como Popper mostró la imposibilidad del inductivismo o confirmacionismo de Carnap, los nuevos filósofos mostraron la imposibilidad del falsacionismo de Popper. Las teorías nunca pueden considerarse falsadas concluyentemente, pues siempre se pueden arreglar las cosas modificando ciertas hipótesis. Esto parece seguirse⁷ del reconocimiento de que los hechos están «cargados de teoría», que no vienen «dados» con absoluta independencia de toda teoría. Puesto que este hecho había sido señalado ya por Popper⁸, los nuevos filósofos se habrían limitado a tirar del hilo que colgaba de la madeja que Popper no había sabido desenredar. En parte sí y en parte no. En parte sí, pues realmente la idea de que no tenemos acceso neutral a los hechos ya estaba en Popper, aunque, salvo Lakatos, los nuevos filósofos no la extrajeran de él. En parte no, pues para desenredar la madeja era necesario un concepto más rico de teoría que Popper no tenía.

No es extraño en filosofía ver defenderse a un autor negando haber mantenido las tesis que se le atribuyen y critican. Popper es un paradigma de filósofo «incomprendido» y, en el tema que nos ocupa, la falsación, especialmente. Popper acusa a sus críticos de estar atacando aquí a un hombre de paja o, como él gusta decir, a

⁵ El modo en que los estructuralistas llevan a cabo tal revisión está inspirado en el método de Suppes de axiomatización de teorías (cf. Díez-Ibarra, 1988). Esta es, junto con los desarrollos de los nuevos filósofos, la otra gran línea que confluye en el estructuralismo, aunque, desde luego, éste no se limita a «casarlas», la síntesis contiene características propias fundamentales (Stegmüller utiliza la expresión *Kuhn sneedified*, aunque sería más apropiado quizás *Kuhn suppesified*).

⁶ En realidad, ellos mismos son parcialmente responsables de la oscuridad de la polémica, al no enfatizar suficientemente la importancia para la discusión de estas cuestiones de la nueva y más compleja noción de teoría que proponían.

⁷ Que se siga o no depende de qué entendamos por «falsar una teoría» y, por tanto, de qué entendamos por «teoría». Ver, más adelante, nota 30.

⁸ «Siempre que una teoría se somete a contraste, el proceso tiene que detenerse en algún enunciado básico que *decidamos aceptar*» (Popper, 1934/58, p. 99 ed. cast.). «Las observaciones son siempre interpretaciones a la luz de teorías» (*ibid.*, p. 103; nota añadida a la edición inglesa de 1959). Ya Neurath, en los años diez, había señalado este punto (cf. Cirera, 1990, pp. 112 y ss.).

un mito⁹. Hay que distinguir, dice, dos sentidos de «falsable» y «falsacionismo». El falsacionismo como criterio de demarcación afirma que un enunciado (hipótesis, teoría) es científico sólo si existe un falsador *potencial*, un enunciado básico (particular) que entre en contradicción lógica con él. Si un enunciado es o no falsable es una cuestión puramente lógica. El falsacionismo, en el otro sentido (¿metodológico?) afirma que es posible considerar a las teorías concluyente o demostrablemente falsadas.

Popper afirma haber defendido que las teorías son falsables en el primer sentido, pero no en el segundo: «Siempre he mantenido que nunca es posible demostrar concluyentemente que una teoría científica empírica es falsa. En *este* sentido, estas teorías *no son falsables*»¹⁰. Y nos recuerda que ya en sus comienzos afirmó que las teorías pueden protegerse contra la falsación, por ejemplo, mediante hipótesis *ad hoc*¹¹, que siempre es posible encontrar una vía de escape y que «no es posible jamás presentar una refutación concluyente de una teoría» (1956/83, p. 49). Debemos creerle, pues así lo dice, aunque se encuentren también en él algunas afirmaciones que parecen apuntar en la dirección contraria: «las teorías científicas deben ser eliminadas si entran en conflicto con observaciones»¹², «sólo la refutación de una teoría puede ser inferida de datos empíricos y esta inferencia es puramente deductiva»¹³.

Kuhn y Lakatos le habían acusado de ser un falsacionista ingenuo. Esta postura, sostienen, es inaceptable, tanto *de derecho*, pues las teorías no *deben* abandonarse siempre ante un caso en contra, como *de hecho*, pues la historia nos muestra que *efectivamente* no siempre se abandonan¹⁴. Bien, según Popper él nunca defendió tal cosa, es más, las opiniones de aquellos (en este punto) no sólo no se oponen sino que coinciden plenamente con las suyas propias (formuladas, nos recuerda, treinta años antes). Kuhn responde que «aunque no es un falsacionista ingenuo, Sir Karl puede, sugiero, ser tratado legítimamente como tal»¹⁵. La polémica se convierte aquí en un diálogo de sordos¹⁶, en el que cada parte dice no ser comprendida por la otra. Si no queremos atribuir a sus protagonistas incapacidad o mala fe, debemos expulsar

⁹ Cf. especialmente la «Introducción» de 1982 a su *Realism and the aim of Science*. El motivo de la incompreensión no es, desde luego, no haber tenido *acquaintance* con él: «Kuhn asistió a mis conferencias en Harvard, en 1950, pero parece claro que no recuerda totalmente lo que ocurrió durante aquellas sesiones» (*op. cit.*, p. 36 ed. cast.); «Lakatos ha leído casi todo lo que he escrito. Después de ser mi alumno fue mi colega y sucesor en la London School of Economics. Es por ello que me veo obligado a advertir al lector que, a pesar de ello, el Pr. Lakatos no ha entendido mi teoría de la ciencia» («Replies to my critics», Schilpp (ed.), 1974, p. 999).

¹⁰ Popper, 1956/83, p. 25 (ed. cast.).

¹¹ Aunque «sólo una 'buena' teoría no es *ad hoc*, mientras que una 'mala' teoría lo es» (Popper, 1963, p. 90 ed. cast.).

¹² *Ibd.*, p. 72.

¹³ *Ibd.*, p. 82. En su autobiografía afirma (el contexto es más retórico que técnico, pero la afirmación es en mi opinión significativa) que aprendió más epistemología de su maestro ebanista que de ninguno de sus profesores, pues fue «mi maestro quien me enseñó que cualquier saber al que yo pudiera aspirar sólo podía consistir en conocer cada vez más la infinitud de mi ignorancia» (1974a, p. 3).

¹⁴ Y es bueno que no lo hagan. Este será el punto crucial.

¹⁵ «Logic of Discovery or Psychology of Research», p. 809.

¹⁶ Dice Popper comentando la afirmación de Kuhn: «Este es un pasaje realmente asombroso. Es lo mismo que decir: 'Aunque Popper no es un asesino, sugiero que puede considerársele legítimamente como tal'» (1956/83, p. 37, v. c.).

el elemento «ruidoso» que distorsiona el diálogo y localizar el verdadero motivo de disenso. El desacuerdo no se puede explicar atendiendo *sólo* a sus afirmaciones, aparentemente coincidentes, sobre la posibilidad o no de falsación. Tras esta congruencia en la superficie del problema hay una diferencia de fondo sobre la naturaleza y estructura de las teorías que hace entender a cada uno las mismas afirmaciones de modo diferente. Creo que una vez identificado el núcleo del desacuerdo, la razón cae del lado de Kuhn y Lakatos (aunque no hasta el punto y con todas las consecuencias que ellos pretendían). Popper dice no ser falsacionista ingenuo y, a pesar de que a veces lo parezca, uno le cree; ya sabe lo que no es, pero, como no ofrece una alternativa coherente, se queda sin saber muy bien lo que es. En mi opinión, sus dificultades para articular coherentemente sus (esencialmente correctas) ideas se deben a que maneja un concepto de teoría demasiado pobre. Porque Kuhn y Lakatos tienen un concepto más rico, las «mismas» afirmaciones resultan en ellos «armónicas» y, en cierto sentido, novedosas¹⁷. Que ello es así se ve si atendemos brevemente a una cuestión sobre la cual Popper reconoce abiertamente estar en desacuerdo con Kuhn.

Kuhn afirma que las estrategias antifalsación no sólo son extremadamente comunes sino necesarias y las valora, por tanto, positivamente. Popper acepta que siempre se puede atener uno a tales estrategias, pero las califica casi siempre de *ad hoc* y las valora negativamente¹⁸. Que además esa práctica sea usual durante ciertos períodos le parece un serio peligro. Este es el punto de abierto desacuerdo, la posibilidad y valoración de lo que Kuhn ha llamado «ciencia normal». Popper reconoce que Kuhn ha descubierto un fenómeno que a él se le pasó por alto, pero disiente totalmente de la valoración que Kuhn hace del mismo: «Admito la existencia del fenómeno (que Kuhn ha llamado 'ciencia normal'), pero no admito la valoración que se esconde tras el término 'normal': no sólo me desagrada el fenómeno, sino que creo que sólo recientemente se ha convertido en importante y, en mi opinión, es un peligro para la ciencia»¹⁹. En realidad, como insinúa el texto, Popper no cree que el fenómeno se «realice» en ciertos períodos históricos, los «normales», frente a otros en los que se realiza el fenómeno contrario, los períodos «revolucionarios». Se trata más bien de dos aspectos o actitudes (negativo uno y positivo el otro, en términos generales) que coexisten a lo largo del tiempo, si bien a veces domina algo más uno que otro.

Además, incluso en los momentos en que domina el «estancamiento» se dan pequeños descubrimientos que cabe calificar de revolucionarios, no en el sentido de ser muy importantes sino en el de corresponder a la actitud revolucionaria²⁰.

En mi opinión, las reticencias y temores de Popper frente a la ciencia normal

¹⁷ En realidad, no creo que Popper no estuviera de acuerdo con un concepto más rico de teoría. Seguramente, enfrentado a la cuestión *hubiera* estado de acuerdo. El problema es más bien que la, supuestamente aceptable por él, complejidad de las teorías no juega ningún papel en su metodología.

¹⁸ Ver nota 11.

¹⁹ «Replies to my critics», Schilpp (ed.), 1974, p. 1145; cf. también Popper 1970: «el 'científico normal', tal como Kuhn lo describe, es una persona a la que habría que compadecer (...y su actitud) un peligro para la ciencia y aun para la civilización» (pp. 151-152, v. c.).

²⁰ «Replies», p. 1147.

de Kuhn, y sus esfuerzos por admitirla—pero—desaprobarla, se deben a que no se aperció de que lo que estaba haciendo Kuhn era básicamente llamar la atención sobre la complejidad estructural de las teorías y sobre el hecho obvio de que las teorías, entendidas de este modo, «duran cierto tiempo». Los paradigmas de Kuhn, como los programas de investigación de Lakatos, son las teorías científicas contempladas en toda su complejidad; los períodos normales son entonces aquellos en que las teorías «viven y se desarrollan» y los revolucionarios aquellos en que «nacen» y «mueren» (se sustituyen). Aunque Kuhn y Lakatos contribuyen muchas veces a oscurecer el panorama, éste me parece ser el núcleo de su posición. Vistas así las cosas, lo que ellos sostienen es, *una vez se ha parado mientes en ello*, prácticamente una obviedad. Si Popper no lo vio así, e incluso lo consideró un peligro para la civilización, es porque pensaba en las teorías como entidades simples, «monolíticas». De hecho él usa indistintamente los términos «teoría», «hipótesis» y «enunciado». Seguramente no hubiera negado que la Mecánica es, en un sentido crucial del término para entender la ciencia real, *una misma teoría de Newton a Laplace* (con todos sus cambios). Pero en su metodología ese sentido no juega ningún papel, y es ese sentido el que le hubiera permitido articular coherentemente un falsacionismo no ingenuo. Cuando discute con Kuhn y Lakatos sobre la falsación de teorías, no está pensando en ese tipo de entidad, mientras que ellos, ese es su mérito, sí. Sólo pensando en ellas es posible aperibirse de esos hechos que he calificado de obvios e integrarlos en una teoría de la ciencia comprensiva.

No es este el lugar para analizar exhaustivamente el concepto de teoría de Kuhn-Lakatos²¹ por lo que me limitaré a enumerar apenas sus principales componentes. La elección y formulación de los mismos está guiada por una perspectiva estructuralista, pero creo que esta aproximación es conceptualmente provechosa e históricamente no distorsionante (siempre y cuando mantengamos las cualificaciones que indiqué al comienzo).

La idea básica es que una teoría es una entidad compleja y dúctil que consta de partes, articulada en niveles o estratos, y que no todas sus partes son igualmente importantes. Algunas son *esenciales*, no las puede «perder» sin dejar de ser «ella misma» (el núcleo de los programas de investigación de Lakatos, el paradigma, en *uno* de los sentidos del término, en Kuhn). Otras son *accidentales* (cinturón protector en Lakatos o hipótesis de bajo nivel en Kuhn), se pueden modificar y al hacerlo se va desarrollando el núcleo. Esta caracterización es muy general y el mérito de nuestros autores es haberla precisado en sus detalles, haber descrito, si bien de modo tosco e incluyendo a veces elementos inesenciales, la «estructura fina» de las teorías. Veamos lo más destacado de esta descripción.

a) Las teorías tienen, al menos, un componente formal (las leyes) y otro aplicativo (los sistemas a los que se pretende aplicar): «La adquisición de un arsenal de ejemplares, no menos que el aprendizaje de generalizaciones simbólicas, es algo intrínseco al proceso por el que un estudiante accede a los logros cognoscitivos de su grupo disciplinar»²².

²¹ Cf. Díez, 1989.

²² Kuhn, 1970, p. 27 (v. c.).

b) El componente aplicativo carga de contenido empírico al puramente formal: «A este nivel de la discusión, para nosotros, aunque no para los científicos que los *emplean*, dichos símbolos (los términos) y las expresiones construidas por medio de su combinación (las generalizaciones simbólicas), no están interpretados, son todavía vacíos de significado o aplicación empírica. Las generalizaciones simbólicas funcionan como expresiones de un sistema matemático puro (...). Una habilidad adquirida para ver semejanza entre casos (de aplicaciones) aparentemente dispares desempeña en las ciencias una parte importante del papel atribuido corrientemente a las reglas de correspondencia»²³.

c) Cierta parte de cada uno de sus componentes se considera intocable: «Todos los programas de investigación científica se pueden caracterizar por su *núcleo*. La heurística negativa del programa nos impide dirigir el *modus tollens* a este núcleo. En lugar de ello, debemos aplicar nuestro ingenio en articular o incluso inventar *hipótesis auxiliares* que formen un *cinturón protector* en torno a este núcleo»²⁴.

d) El aparato formal se articula, a partir de leyes «cuasi vacías» del núcleo, en niveles progresivamente más específicos o restrictivos, y ello se hace de modos diferentes para diferentes aplicaciones: «En las ciencias, las generalizaciones simbólicas no son tanto generalizaciones como esquemas de tales, formas esquemáticas cuya expresión simbólica detallada cambia de una aplicación a la siguiente. En el problema de la caída libre, $f = ma$ pasa a ser $mg = md^2s / dt^2$. Para el péndulo simple, se convierte en $mg \sin \alpha = -md^2s / dt^2$. Para osciladores armónicos acoplados, la mencionada fórmula se convierte en dos ecuaciones, la primera de las cuales puede escribirse $m_1d^2s_1 / dt^2 + k_1s_1 = k_2(d + s_2 - s_1)$. Problemas mecánicos de mayor interés, como el movimiento de un giroscopio, mostrarían aún mayor disparidad entre $f = ma$ y la generalización simbólica a la que efectivamente se aplica la lógica y la matemática»²⁵.

e) Parte de la teoría conceptualiza la experiencia y parte explica lo así conceptualizado (hay «niveles» de teoriedad, los hechos están «cargados de teoría», pero no de la parte de la teoría que los explica): «...el conflicto no es 'entre teorías y hechos', sino entre una *teoría interpretativa* que provee de hechos y una *teoría explicativa* que los explica»²⁶.

La ciencia normal consiste en ir desarrollando o articulando el núcleo en sus diversos niveles cada vez más específicos, en un trabajo constante de reajuste, tanto del componente formal como del aplicativo, ante situaciones que «no acaban de encajar». Es, como indica Kuhn, un trabajo de «resolución de rompecabezas» para dar cuenta de las anomalías. Así es como «crece y se desarrolla» una teoría, y para ello es efectivamente necesario no cuestionar el núcleo: «La ciencia normal consiste en la ampliación del conocimiento de aquellos hechos que el paradigma muestra como especialmente reveladores, aumentando la extensión del acoplamiento entre esos hechos y las predicciones del paradigma mediante la articulación posterior del

²³ Kuhn, *op. cit.*, pp. 18 y 26.

²⁴ Lakatos, 1970, p. 245 (v. c.)

²⁵ Kuhn, *op. cit.*, p. 19.

²⁶ Lakatos, *op. cit.*, p. 242.

paradigma mismo (...). Estas tres clases de problemas –la determinación de hechos significativos, el acoplamiento de los hechos con el formalismo y la articulación del formalismo– agotan, creo yo, la literatura de la ciencia normal, tanto empírica como teórica»²⁷. «Es el cinturón protector de hipótesis auxiliares quien tiene que resistir el peso de las contrastaciones e irse ajustando y reajustando, o incluso ser sustituido por completo, para defender el núcleo, que de ese modo se hace más sólido»²⁸.

Este cuadro puede requerir ciertas matizaciones, pero creo que en términos generales, pensando en cosas tales como la mecánica clásica o la astronomía geocéntrica, es imposible resistirse a él, responde adecuadamente a nuestras intuiciones sobre las teorías como entidades que se extienden en el tiempo. Y este cuadro es el que permite articular satisfactoriamente lo que de correcto hay en el falsacionismo. Cuando las cosas van mal, no todo puede permanecer igual, cierto. Pero la lógica (más la experiencia) no puede obligarnos a abandonar «el paquete entero». Siempre es posible, y casi siempre más racional, intentar reajustes internos aferrándonos al núcleo. La lógica obliga a rechazar algo, (y eso es todo lo que puede hacer la *lógica* en la contrastación, obligar a rechazar, no a aceptar²⁹). Pero no obliga a rechazar algo en concreto, y siempre hay múltiples alternativas, incluida desde luego rechazarlo «todo»³⁰. Si la teoría se complica demasiado puede ser mejor «hacer la revolución», sustituir la teoría por otra incipiente³¹, pero esta es una cuestión de pérdida de confianza y no de lógica, como advirtió Kuhn. Quizás Popper quería decir las mismas cosas³², pero carecía de un concepto adecuado de teoría para hacerlo³³.

²⁷ Kuhn, 1962/70, pp. 52 y 66 (v. c.).

²⁸ Lakatos, *op. cit.*, p. 245.

²⁹ El mérito de Popper fue, para decirlo burdamente, haber señalado la importancia *para la metodología* de la obviedad *lógica* consistente en que el *modus tollens* es una ley lógica mientras que la *afirmación del consecuente*, por mucho que se sofistique, es una falacia *lógica* (eso no quiere decir que los argumentos inductivos, del modo en que los trata, por ejemplo, Giere, como justificación de la *creencia* en o de la decisión sobre hipótesis, no sean importantes en la ciencia). Con ello no quiero descalificarlo, sino todo lo contrario. Como ya he insinuado, parar mientes en la naturaleza y significado de ciertas obviedades es una tarea de la mayor importancia.

³⁰ Podemos salvar la cara al falsacionismo (ingenuo) si consideramos al más mínimo cambio como un cambio del todo (en este sentido, que los hechos estén cargados de teoría no implica que éstas no se puedan falsar, entendiendo por «falsar» que podemos asegurar que *algo* en la teoría anda mal). Pero hacer eso, y no distinguir los cambios *en* el todo de los cambios *del* todo es pagar un alto precio, el precio de la confusión. No es lo mismo vernos obligados a cambiar (parte de) *la* teoría que vernos obligados a cambiar *de* teoría. La diferencia *cualitativa* entre cambios *esenciales* y cambios *accidentales* es la verdad contenida en un esencialismo razonable al que es difícil resistirse. Insisto en que no creo que Popper se *hubiera* opuesto a ello si se *hubieran* planteado así las cosas.

³¹ En ese momento se «tira la toalla» y se abandonan las leyes básicas generales: «Sospecho que, de una forma muy general, las revoluciones científicas pueden distinguirse de los desarrollos científicos normales en que las primeras requieren, cosa que no sucede con los segundos, la modificación de las generalizaciones que habían sido consideradas anteriormente como cuasi-analíticas» (Kuhn, 1970, p. 24 v. c.).

³² Cf. Popper, 1956/83, p. 34 (v. c.).

³³ Lakatos mismo señala, aunque de modo impreciso y confuso, que ésta es la cuestión fundamental. «Uno de los caracteres esenciales del falsacionismo sofisticado es que sustituye el concepto de *teoría* como el concepto básico de la lógica del descubrimiento por el concepto de *serie de teorías* (...). Los elementos de esas series de teorías están usualmente ligados por una notable *continuidad* que los suelda

Resumiendo. Debemos a los nuevos filósofos, principalmente, un análisis más fino de la estructura sincrónica de las teorías. Este análisis revela que las teorías son entidades estructuralmente muy complejas en las cuales no todo es igual de esencial. Ello explica el «comportamiento» de las teorías en cuestiones tales como la contrastación y obliga a distinguir, o mejor dicho, permite articular la diferencia intuitivamente obvia, entre cambios *en una misma teoría* (ciencia normal) y cambios *de una teoría por otra* (ciencia revolucionaria). Podemos ahora explicar la naturaleza genidéntica de las teorías, tratarlas como entidades que, cambiando, se extienden en el tiempo. Sólo tras una clara percepción de la estructura (sincrónica) de las teorías resultan accesibles los fenómenos diacrónicos.

Bien, tras este largo preámbulo podemos ver el análisis estructuralista del cambio intrateórico en su contexto apropiado y entender por qué tal análisis es una continuación natural del estudio sincrónico de las teorías, esto es, del análisis de su estructura.

Redes teóricas y evoluciones teóricas

El concepto estructuralista que pretende dar cuenta del cambio intrateórico y, con ello, expresar la naturaleza diacrónica de las teorías en tanto que entidades que se extienden en el tiempo (ciencia normal) es el de *evolución teórica*. Este se construye sobre el concepto previo de *red teórica* (construido a su vez sobre el de *elemento teórico*), que expresa la naturaleza sincrónica de las teorías en toda su complejidad estructural. Las evoluciones teóricas serán ciertos tipos de secuencias de redes teóricas.

Recordemos que un *elemento teórico* T es un par $\langle K, I \rangle$ con el núcleo $K = \langle Mp, M, Mpp, GC \rangle$ y I el *dominio de aplicaciones pretendidas*³⁴. Una *red teórica* es un conjunto de elementos teóricos que guardan cierta relación entre sí. La idea es que el conjunto represente la estructura de una teoría en sus diferentes estratos, esto es, en sus diversos niveles de «especificidad», partiendo de elementos muy generales que se van concretando progresivamente en direcciones diversas cada vez más restrictivas (las «ramas» de la red-teoría). La relación que se ha de dar entre los elementos teóricos para considerar el conjunto una red ha de ser de «concreción» o «especificación» o, como se dice en terminología estructural, una *relación de especialización*. Un elemento T' es una especialización de otro T si la parte formal

formando *programas de investigación*. Esta continuidad –que tiene reminiscencias de la ciencia normal de Kuhn– juega en la historia de la ciencia un papel vital» (1970, p. 244 v. c.). La afirmación es confusa pues unas veces utiliza «serie» en sentido diacrónico, como «sucesión de», y otras en sentido sincrónico, como «serie de estratos». En toda esta parte no he hecho sino intentar aclarar y hacer precisa esta afirmación y mostrar su importancia y consecuencias.

³⁴ Prescindo aquí de la innovación introducida en *An Architectonic* consistente en incluir en K el conjunto GL («global links»), que representa las restricciones que imponen a los modelos los vínculos interteóricos. No explicaré aquí las nociones de elemento teórico, con sus diversos constituyentes, y de aserción empírica. Para ello se puede recurrir a la literatura estructuralista indicada en la bibliografía, especialmente *An Architectonic*, caps. 2 y 3 (para las ideas principales, cf. Díez-Ibarra, 1988, esp. pp. 573–576; ver, en este mismo volumen, el trabajo de Ibarra y Mormann pp. 69–95).

(las leyes) de T' es una concreción de la de T , destinada a dar cuenta de una parte de las aplicaciones pretendidas de T . En términos modelistas, ello significa que los modelos que determinan las constricciones del núcleo K' son parte de los determinados por K y que las aplicaciones I' son parte de las I . La definición es pues la siguiente, donde « $T' \sigma T$ » abrevia a « T' es una especialización de T ».

D 1. $T \sigma T'$ syss

$$1) M'_p = M_p, M'_{pp} = M_{pp}, M' \subseteq M, GC' \subseteq GC \text{ y}$$

$$2) I' \subseteq I$$

Como puede verse, la relación σ es reflexiva, antisimétrica y transitiva, esto es, de orden parcial (no estricto). Una *red teórica* N será entonces, siguiendo aquella idea, un conjunto T de elementos teóricos parcialmente ordenado por σ .

D 2. N es una *red teórica* syss hay \bar{T}, σ tales que $N = \langle \bar{T}, \sigma \rangle$ y

1) \bar{T} es un conjunto no vacío de elementos teóricos

2) σ es una relación de especialización en \bar{T}

A cada red le corresponde un conjunto I_N de aplicaciones (la unión de los I de los elementos).

Mediante este concepto de red teórica se pretende capturar, en toda su complejidad, la idea de *una teoría en un momento dado*, la naturaleza de las teorías desde un punto de vista sincrónico o estático. Sin embargo, el concepto es en cierto sentido demasiado débil, pues, al no exigir a σ condiciones adicionales, se acepta la posibilidad (como en todo orden parcial) de que haya órdenes «extraños», con partes desconectadas entre sí, esto es, de que partes de una teoría estén totalmente aisladas de otras. Los estructuralistas, que prefieren en general pecar de prudentes que de temerarios, consideran que ello no es *conceptualmente* insatisfactorio. De hecho, reconocen, en las teorías conocidas no ocurre tal cosa, pero consideran que se trata de un cuestión *empírica* que no hay que prejuzgar a priori³⁵. Prefieren definir un *tipo* de redes-teorías, las *conectadas*³⁶, y constatar como cuestión *de hecho* que las teorías conocidas son de ese tipo. Una red conectada es una red «no degenerada», sin partes aisladas. Para ello no hay que exigir que σ sea conexa, lo que daría lugar a un orden lineal, sino que basta exigir que sea una «malla», que siempre haya un camino que conecte dos elementos cualesquiera. Como sabemos, ello se garantiza si podemos «circular vía- σ » entre cualesquiera dos elementos de la red, esto es, si para dos elementos cualesquiera podemos ir a través de σ (no importa en qué sentido) de uno a otro pasando por (cierto número de) otros elementos de la red.

D 3. $N = \langle \bar{T}, \sigma \rangle$ es una red teórica *conectada* syss para todo $T', T'' \in \bar{T}$ hay $T_1, \dots, T_n \in \bar{T}$ tales que $(T' \sigma T_1 \text{ o } T_1 \sigma T')$ y $(T_1 \sigma T_2 \text{ o } T_2 \sigma T_1)$ y ... y $(T_{n-1} \sigma T_n \text{ o } T_n \sigma T_{n-1})$ y $(T_n \sigma T'' \text{ o } T'' \sigma T_n)$

En mi opinión, sí hay buenos motivos *conceptuales* para introducir esta condición

³⁵ Cf. *An Architectonic*, p. 173.

³⁶ Traduzco «connected» por «conectada» y no por «conexa» porque, como se indica a continuación, en este tipo de redes no se exige que la relación sea conexa en el sentido que tiene el término en la literatura matemática en castellano, sino algo más débil.

en la noción de red teórica. Si las redes teóricas han de expresar la naturaleza (estática) de las teorías, debemos excluir la posibilidad de redes-teorías con partes totalmente aisladas pues, en tales casos, no se ve en qué sentido estamos ante una teoría. ¿Como distinguir una teoría con dos partes «disjuntas» de dos teorías independientes? Si no se exige algo más, no hay modo. De hecho, es fácil encontrar cosas que satisfacen D 2 y que contradicen nuestras intuiciones sobre qué es una teoría, entidades no sólo empíricamente poco usuales sino conceptualmente inadmisibles. Sea $N_m = \langle \overline{T}_m, \sigma_m \rangle$ una red de la mecánica clásica de partículas y $N_e = \langle \overline{T}_e, \sigma_e \rangle$ una red de la economía del intercambio simple (ambas «normales»). Es inmediato que $\langle \overline{T}_m \cup \overline{T}_e, \sigma_m \cup \sigma_e \rangle$ satisface D 2, pero en ningún sentido razonable podemos considerar tal cosa como una teoría³⁷. Así, si estoy en lo cierto, todas las teorías son conceptualmente, y no sólo empíricamente, redes conectadas. Debería incluirse la condición de D 3 en la noción misma de red³⁸.

Un tipo especialmente interesante de redes (conectadas) son aquellas que presentan un único elemento superior, del cual «emana todo». Estas redes (que tienen forma de pulpo o árbol invertido) se caracterizan formalmente por tener algún elemento teórico del que todos son especializaciones (es inmediato que si tiene alguno, tiene sólo uno). Llamaremos *arbóreas* a tales redes.

D 4. $N \equiv \langle \overline{T}, \sigma \rangle$ es una red teórica *arbórea* syss hay $T \in \overline{T}$ t. q. para todo $T' \in \overline{T}$ $T' \sigma T$

Las teorías arbóreas son especialmente interesantes pues en ellas la «esencia» está concentrada. Aquí sí parece haber buenas razones para no exigir esta condición en la noción de red. Las teorías reconstruidas hasta el momento han resultado ser arbóreas, pero ello es un *hecho feliz*, no algo que se deriva de nuestro concepto de teoría. Las teorías conocidas no son «monstruos de mil cabezas» (ni siquiera de dos), pero, aunque parece razonable la hipótesis (meta) empírica de que los científicos nunca generan tales criaturas, la idea de una teoría así no está excluida por nuestros conceptos.

El concepto de red teórica expresa adecuadamente la naturaleza sincrónica o estática de las teorías. Antes de pasar al análisis diacrónico, es importante señalar que este concepto contiene los principales elementos que para Kuhn y Lakatos caracterizan la estructura fina de las teorías. Las teorías tienen, en los elementos teóricos de la red, un componente formal, el núcleo K, y otro aplicativo, el dominio I de aplicaciones pretendidas. Una parte del núcleo, M_{pp} , conceptualiza la experiencia, esto es, $I \subseteq M_{pp}$. Otra parte explica lo así conceptualizado: M y GC intentan «capturar» las aplicaciones, pretensión expresada por la aserción empírica de la teoría. Así, los hechos a explicar están cargados de teoría, pero no de la parte de la teoría que pretende explicarlos. El núcleo, que en sí mismo es puramente formal, se carga entonces de contenido empírico al aplicarse—a—las—aplicaciones. Además,

³⁷ El viejo ideal de la ciencia unificada, por llevar las cosas al extremo, sería una trivialidad: la unión de todos los \overline{T}_i de todas las teorías, junto con la unión de sus correspondientes σ_i , sería «la teoría unificadora», el Santo Grial que perseguían nuestros venerables caballeros positivistas.

³⁸ Esta modificación no afecta, sin embargo, a lo que sigue, salvo, obviamente, a qué entendamos por red cuando se hable de ellas.

todo esto no ocurre de modo «rígido», como en un bloque indiferenciado. Las redes tienen partes esenciales (si son arbóreas, concentradas en un punto) cuyo componente formal es muy débil, muy poco o nada restrictivo *en sí mismo*³⁹, y partes accidentales, que desarrollan, mediante σ , lo esencial «especializándolo», tanto en su componente formal (imponiendo restricciones más fuertes) como en el aplicativo⁴⁰.

El análisis estructuralista de las teorías en su dimensión sincrónica conduce de modo natural al estudio diacrónico de las mismas. Dado que las teorías sincrónicamente consideradas son así, ¿qué ocurre cuando las cosas van mal y la aserción empírica resulta falsa?, ¿debemos abandonar la teoría-red? En un sentido sí y en otro no. Sí, pues *esa* red, *con todos sus detalles*, debe abandonarse. No, pues la red que pongamos en su lugar no tiene porqué ser *totalmente diferente*. Siempre podemos «retocarla», modificar la parte formal y/o la aplicativa en una o varias especializaciones de relativamente bajo nivel (las más específicas) conservando los elementos teóricos más elevados. Dado que éstos son más «programáticos» que efectivamente restrictivos, siempre es posible conservarlos⁴¹. A veces hacerlo exige un precio demasiado alto, pues la red se torna impracticable por su complejidad, y puede ser mejor abandonarlos y «ensayar un nuevo programa». Pero, en general, permanecer fieles al viejo reajustándolo es, no sólo lo más usual, sino también lo más racional. En eso consiste la *ciencia normal* y así es como las teorías cambian, evolucionan en el tiempo. Veamos cómo el concepto de *evolución teórica* analiza este tipo de cambio, la naturaleza genidéntica de las teorías.

Las *redes teóricas* son la imagen congelada de las teorías, las *evoluciones teóricas* son su imagen viva, cambiante. Seguramente el cambio interteórico es «continuo», permanentemente alguien está realizando alguna modificación. El análisis es, sin embargo, «discreto» o fraccionado. Ello es una idealización, pero una idealización razonable. Es obvio que, en un sentido interesante, hay períodos en los que las cosas permanecen «aproximadamente igual», esto es, sin cambios «significativos» para «aproximadamente» todos los científicos entre «aproximadamente» tal y cual años. Las evoluciones teóricas son entonces como películas cuyos fotogramas, las redes, recogen la situación en los principales momentos. Además, el análisis diacrónico es esencialmente cinemático y no dinámico. Se limita a describir la evolución de la teoría, no se ocupa de las causas del cambio; describe qué se modificó ante cierto problema, pero no porqué eso y del modo en que se hizo. Esta tarea excede los límites del análisis formal y requiere, como ya señaló Kuhn, la ayuda de disciplinas como la psicología y la sociología de la ciencia.

Para describir la evolución de las teorías es conveniente introducir algunos conceptos histórico-pragmáticos nuevos, destinados a recoger la naturaleza de la cien-

³⁹ Cf. Moulines, «Forma y función de los principios-guía en las teorías físicas» (cap. 2. 3. de *Exploraciones*; primera versión en *Crítica* 29, 1978)

⁴⁰ Como advertí, este paralelismo debe cualificarse. El concepto de red contiene en parte más y en parte menos que los paradigmas y los programas de investigación, y en los aspectos que aquí hemos considerado comunes introduce revisiones sustanciales (en las que ahora no me detendré).

⁴¹ La lógica obliga a cambiar de casa o reparar las goteras, pero no obliga ni a lo primero ni a lo segundo. Qué hacer no es una cuestión de lógica sino de «juicio».

cia como *actividad* que desarrolla una comunidad a través del tiempo. Los enumeraré aquí sin apenas comentario⁴². Unos se refieren a ciertas entidades «históricas» y otros a estados cognitivos o actitudes proposicionales. La mayoría son vagos (para los que refieren a entidades, su representación conjuntista es «borrosa») y su precisión o elucidación corresponde a otras disciplinas. Debe quedar claro pues que no se pretende definirlos ni caracterizarlos formalmente, sino, tomándolos como primitivos, usarlos para definir otros⁴³.

Las entidades a que se recurre son principalmente grupos de científicos y períodos históricos. Un *período histórico* es el lapso de tiempo durante el cual las cosas permanecen aproximadamente igual, el tiempo que dura una red teórica. Los representamos mediante conjuntos (borrosos) h de instantes temporales. Los períodos están ordenados por una relación de *precedencia histórica*. Una *generación de científicos* es el grupo de científicos que trabaja en una teoría durante un período histórico, esto es, asociado a una red. Una *comunidad científica* es el grupo de científicos que trabaja en una teoría a lo largo de toda su historia. Representamos estas entidades mediante los conjuntos (borrosos) de científicos G y C respectivamente ($G \subseteq C$). Tomaremos a las generaciones como referencia básica, de modo que h_G será el período en que trabaja G y C_G la comunidad de la cual es parte G ⁴⁴. Los restantes conceptos se refieren a ciertas «actitudes proposicionales»: *intentar aplicar x a y* (donde x es un núcleo e y una aplicación o un conjunto de ellas), *reconocer como paradigmático a x para y* (donde x e y son aplicaciones o conjuntos de ellas) y *admitir α* (donde α afirma que cierta aserción empírica se ha corroborado positivamente).

Bien, la idea es que una teoría, en tanto que entidad que se extiende en el tiempo, es una secuencia de redes de cierto tipo, una sucesión de redes conectadas de cierto modo. La cuestión es especificar el modo en que deben estar conectadas las redes para poder considerar el resultado como *una misma* teoría. De nuevo esta cuestión es conceptual. La conexión no debe ser necesariamente (tan fuerte como) la que de hecho se observa. Nos interesa la condición mínima que debe satisfacer una secuencia de redes para poder considerarla una teoría. La clave la da el que, si se trata de *una* teoría, algo ha de permanecer, lo nuevo no es *totalmente* nuevo, es un nuevo *reajuste* de algo que ya estaba. Dicho de otro modo, «lo de después» ha de provenir de «lo de antes». La definición del concepto de evolución teórica ha de hacer precisa esta idea. Para ello, y aunque la conexión que buscamos se refiere esencialmente al núcleo y a las aplicaciones, es conveniente redefinir los elementos

⁴² Cf. *An Architectonic*, pp. 210–216.

⁴³ Se ha dicho a veces que el recurso a tales conceptos es excesivo en sus pretensiones e inaceptablemente artificial. Pero, en realidad, la pretensión con que se usan es muy limitada y la supuesta artificialidad es inocua pues no se pretende caracterizarlos ni elucidarlos. Simplemente, si con ellos se puede dar cuenta con *alguna* precisión de *algunas* características de la ciencia como actividad, no hay motivo para no hacerlo. Es cierto, sin embargo, que los aspectos más interesantes de la descripción de la evolución de las teorías tienen que ver sobre todo con los componentes de éstas que ya conocemos, el núcleo K y el dominio de aplicaciones I .

⁴⁴ Ello es posible gracias a ciertas relaciones que se dan entre períodos, generaciones y comunidades (cf. *op. cit.*, p. 214).

y las redes introduciendo los nuevos conceptos histórico-pragmáticos vistos⁴⁵.

Los elementos se redefinen introduciendo en ellos, junto con K e I, una generación G e imponiendo una cláusula sobre la pretensión de G de que K se aplica a I. Llamaremos a estas entidades «elementos teóricos históricos»⁴⁶.

Un *elemento teórico histórico* es un trío $T = \langle K, I, G \rangle$ donde K es un núcleo, I un dominio de aplicaciones y G una generación científica tales que *G intenta aplicar K a I*.

La especialización entre elementos históricos es como la anterior exigiendo además que los científicos que trabajan en los niveles inferiores también lo hagan en los superiores (aunque puede haber quien trabaje en uno de los niveles inferiores y no en otro) y que ello se haga en el mismo período.

D 1'. Sean T y T' elementos teóricos históricos.

$T' \sigma T$ sys

1) (como en D 1),

2) (como en D 1) y

3) $G' \subseteq G$, $h_{G'} = h_G$ y $C_{G'} = C_G$

Las redes teóricas históricas son conjuntos de elementos teóricos históricos ordenados parcialmente por σ .

D 2'. N es una *red teórica histórica* sys hay \bar{T} , σ tales que $N = \langle \bar{T}, \sigma \rangle$ y

1) \bar{T} es un conjunto no vacío de elementos teóricos históricos

2) σ es una relación en \bar{T} que satisface D 1'⁴⁷.

A cada red N le corresponde una generación G_N (la unión de todas las G de sus elementos), un período $h_N (= h_{G_N})$ y una comunidad $C_N (= C_{G_N})$.

Ahora debemos hacer precisa la idea de que «lo posterior surge de lo anterior», el tipo de conexión que debe darse entre redes sucesivas para poder considerarlas como los momentos de una misma teoría. Las condiciones más interesantes de la conexión se refieren a los componentes formal K y aplicativo I. Para que el cambio sea normal y no revolucionario ha de consistir *sólo* en «reajustar» la red, retocar algunas especializaciones en su parte formal y/o aplicativa. Eso significa sustituir algunos elementos que son especializaciones de otros superiores por nuevos ele-

⁴⁵ A partir de aquí me aparto en la forma, aunque no en el fondo, de la exposición de *An Architectonic*. En esta obra, los autores redefinen los elementos y las redes introduciendo los conceptos mencionados y, además, por lo que respecta a las redes, debilitando la relación de especialización. Ello se hace para subsanar ciertas deficiencias de versiones anteriores, pero el expediente tiene a su vez algunas consecuencias indeseables. El problema básico es pretender expresar mediante una única relación tanto la conexión entre elementos de una misma red como la conexión entre elementos de redes sucesivas, lo que no es posible. Un análisis de las diferentes versiones, los problemas que surgen y su posible solución (que es la que aquí se presenta) se encuentra en Diez, 1990.

⁴⁶ En *An Architectonic* se les llama, como a las nuevas redes, «diacrónicos». Aunque las palabras nunca son importantes, el nombre parece inapropiado pues tanto los elementos como la red son esencialmente sincrónicos o estáticos. Más adecuado sería, como había hecho Stegmüller en los comienzos (cf. Stegmüller, 1979, defs. 12 y 13) utilizar la expresión «pragmáticamente enriquecidos». Yo usaré el calificativo «histórico», que expresa la misma idea y es más breve.

⁴⁷ Si las observaciones que hicimos más arriba sobre las redes conectadas son acertadas, se debería incluir una tercera condición en la definición.

mentos que también sean especializaciones de los mismos. Los elementos superiores son «lo que permanece» tras el reajuste. Parece entonces que en cada paso los elementos de la nueva red han de ser especializaciones de *algún* elemento (elevado) de la red anterior. Sin embargo, esta condición es excesiva por lo que se refiere a las aplicaciones pues, como la noción de especialización afecta también a ellas, la condición exigiría que el dominio de aplicaciones de la red anterior esté incluido en el de la red posterior, esto es, que en el transcurso de una teoría nunca se propongan aplicaciones nuevas. Ello que atenta claramente tanto contra los hechos (progreso normal aplicativo) como contra nuestras intuiciones⁴⁸. Lo que ocurre es que la idea de que lo posterior surge de lo anterior, tomada en sentido fuerte (vía especialización) sólo es válida referida a la parte formal, los núcleos K. Para las aplicaciones se ha de entender en un sentido mucho más débil. Los autores proponen exigir que en cada paso se conserven algunas aplicaciones (se pueden perder unas e introducir otras). Así, para que una sucesión de redes constituya una teoría a través del tiempo, en cada paso se ha de cumplir que para cada elemento de la red anterior haya otro de la posterior tal que el núcleo de aquel sea especialización del de éste y que ambos tengan aplicaciones en común.

Nótese que la nueva condición para las aplicaciones permite que en el transcurso de una evolución (e incluso ya tras dos pasos sucesivos) las aplicaciones cambien totalmente, ninguna permanezca. Los autores reconocen que de hecho nunca se ha observado tal cosa, pero, de nuevo, no consideran que esta posibilidad se pueda excluir a priori, por motivos conceptuales⁴⁹. En mi opinión, la prudencia es otra vez aquí excesiva, hay buenos motivos para ser algo más exigentes. Las aplicaciones, y es uno de los principales méritos del estructuralismo haber insistido en ello, son esenciales para la identidad de las teorías. Y son (deben ser) esenciales para éstas tanto en sus diversos momentos (redes) cuanto en la «totalidad de su existencia» (evoluciones). Si permitimos que las aplicaciones cambien totalmente, sólo entrarían en la identidad de las evoluciones «a través de» su presencia en las redes. Pero, en mi opinión, el concepto de teoría como entidad que se extiende en el tiempo exige que las aplicaciones entren en la identidad de las evoluciones *en tanto que evoluciones*. Prescindiendo de los aspectos aproximativos⁵⁰, algo ha de permanecer también por lo que se refiere a las aplicaciones para poder decir que estamos ante una misma teoría. Si una teoría comienza intentando explicar ciertos fenómenos y (aunque evoluciona «bien» en su parte puramente matemática) acaba intentando explicar otros *totalmente diferentes*, entonces: o no es *una* teoría o las aplicaciones no son esenciales para su (gen) identidad⁵¹. Reforzaré, por tanto, la condición para las

⁴⁸ Este es el problema que se intenta subsanar en *An Architectonic* debilitando la relación de especialización. La idea es correcta, y es la que aquí seguiré, pero el modo en que allí se presenta tiene consecuencias no deseadas (ver, más arriba, nota 45).

⁴⁹ Cf. *An Architectonic*, p. 219.

⁵⁰ Si no consideramos que una mayor precisión en la descripción de una aplicación da lugar a otra aplicación totalmente diferente.

⁵¹ Por más que la descripción de las aplicaciones, aunque cambien completamente, siempre sea T-no teórica, esto es, las aplicaciones siempre sean modelos parciales. Si las aplicaciones son esenciales para la identidad, *no es porque* sean elementos de Mpp. Recordemos que son ellas, en tanto que *pretendidas* y no en tanto que modelos parciales, las que cargan de contenido empírico a la teoría.

aplicaciones exigiendo que algunas se mantengan a lo largo de toda la evolución⁵².

Una evolución teórica es una secuencia de redes sucesivas desarrolladas por la misma comunidad científica (la unión de las diversas generaciones, esto es, la totalidad de científicos que trabaja en la teoría durante su historia) que satisface los anteriores requisitos formales y aplicativos. En la definición, « N_i sigue inmediatamente a N_j » abrevia a « $N_i \neq N_j$, h_{N_i} es posterior a h_{N_j} y no hay N en la secuencia diferente de ellas tal que h_N es posterior a h_{N_i} y anterior a h_{N_j} », $*\sigma$ es la especialización nuclear, la relación que se da entre dos núcleos cuando se satisface D 1 (1)⁵³.

D 5. E es una *evolución teórica* syss E es una secuencia finita $\langle N \rangle_i$ ($i = 1, \dots, n$) de redes teóricas históricas tal que

- 1) N_i sigue inmediatamente a N_{i-1} ($i \geq 2$)
- 2) Para todo T de N_i hay T' en N_{i-1} tal que $K_T * \sigma K_{T'}$ ($i \geq 2$)
- 3) $\bigcap_{i=1}^n I_{N_i} \neq \emptyset$
- 4) $C_{N_i} = C_{N_j}$ (para todo i, j)

Estas son las condiciones mínimas para considerar a una secuencia de redes como una teoría que se extiende en el tiempo. Las teorías, desde una perspectiva diacrónica, en tanto que entidades genidénticas, son evoluciones teóricas. Se dirá que, generalmente, las teorías tienen propiedades más fuertes, satisfacen condiciones adicionales. Cierto, pero tales condiciones son eso, propiedades que se pueden (o no) tener *de hecho*, no requisitos *sine qua non*. Muchas de las características que Kuhn y Lakatos atribuyeron a las teorías (paradigmas, programas de investigación) se deben entender así. Aunque no sean esenciales a toda teoría, son importantes desde un punto de vista histórico y es conveniente introducirlas en el presente marco como dando lugar a diferentes tipos de evoluciones. Los dos tipos principales son las evoluciones *progresivas* y las *kuhnianas*. Las primeras elucidan la noción de *progreso normal* y las segundas la de *ciencia guiada por un paradigma*. Acabaremos presentando, sin apenas comentario, el análisis estructuralista de estas nociones⁵⁴.

Entre las aplicaciones pretendidas de una red, parte se pueden considerar satisfactoriamente corroboradas y parte tan sólo asumidas sin corroboración. Llamaremos «aplicaciones firmes» a las primeras y «aplicaciones asumidas» a las segundas, y denotaremos a sus conjuntos mediante « $I_{N,f}$ » y « $I_{N,a}$ » respectivamente.

⁵² Se permite que las aplicaciones cambien de posición en las redes.

⁵³ Como señalé en la nota 34, en *An Architectonic* se incluye en el núcleo un conjunto adicional, GL, que recoge las restricciones sobre los modelos que provienen de los vínculos interteóricos y que aquí no he contemplado. La especialización nuclear $*\sigma$ exige, en relación a estas restricciones, $GL' \subseteq GL$. Ello es, sin duda, necesario para elementos de una misma red (especialización nuclear intra-redes), pero para elementos de redes sucesivas puede ser excesivo. *Podría* ocurrir que en el transcurso de una evolución, y como resultado de la evolución simultánea de otras teorías, surjan vínculos interteóricos que impongan restricciones nuevas *incluso en niveles muy altos de la red*. Si ello es posible, no se puede exigir en la especialización nuclear inter-redes, la relevante para las evoluciones, que $GL' \subseteq GL$. Así, si contemplamos los GL, la $*\sigma$ para las evoluciones debe ser más débil que la correspondiente a las redes y limitar sus exigencias a lo que sucede entre los componentes de K que no dependen de otras teorías.

⁵⁴ Cf. *An Architectonic*, pp. 220–223.

D 6. Sea N una red teórica histórica.

- 1) $I_N, f = \{x \in I_N / G_N \text{ admite } A(x)\}$ ($A(x)$ es la aserción empírica para x)
- 2) $I_N, a = I_N - I_N, f$

El progreso normal consiste en el aumento de las aplicaciones firmes. Una evolución es *progresiva* si las redes posteriores tienen más aplicaciones firmes que las anteriores. Es *no regresiva* si al menos no disminuyen⁵⁵. Es *perfecta* si todas las aplicaciones llegan a ser firmes.

- D 7. 1) E es una evolución teórica *no regresiva* *syss* para toda N, N' de E , si h_N precede a $h_{N'}$ entonces $I_N, f \subseteq I_{N'}, f$
- 2) E es una evolución teórica *progresiva* *syss* para toda N, N' de E , si h_N precede a $h_{N'}$ entonces $I_N, f \subset I_{N'}, f$
- 3) E es una evolución teórica *perfecta* *syss* E es progresiva y para toda N de E hay N' en E tal que $h_{N'}$ es posterior a h_N y $I_N, a \subseteq I_{N'}, f$

Para definir las evoluciones kuhnianas, las «guiadas por paradigma», es necesario precisar antes el concepto de paradigma. Un paradigma es un elemento teórico $\langle K_p, I_p \rangle$ que «guía» la evolución. La guía en el sentido de que todos los núcleos de las redes sucesivas son especialización (nuclear) de K_p y las aplicaciones de I_p son reconocidas por la comunidad como paradigmáticas para las que sucesivamente se proponen.

- D 8. Sea E una evolución teórica. $\langle K_p, I_p \rangle$ es un *paradigma kuhniano* para E *syss* para toda N de E y para todo $T = \langle K, I, G \rangle$ de N ,
- 1) $K *_{\sigma} K_p$
 - 2) G reconoce como paradigmático a I_p para I

Las evoluciones kuhnianas son las «guiadas por paradigma»⁵⁶. Entre ellas destacan las que están formadas por redes arbóreas.

- D 9. 1) E es una *evolución kuhniana* *syss* E es una evolución teórica y hay $\langle K_p, I_p \rangle$ tal que $\langle K_p, I_p \rangle$ es un paradigma kuhniano para E
- 2) E es una *evolución kuhniana en sentido fuerte* *syss* E es una evolución kuhniana y toda red N de E es arbórea.

Tanto Kuhn como Lakatos hicieron afirmaciones históricas relativas a cómo son (todas o algunas de) las teorías. Parte de la dificultad presente en la evaluación de esas afirmaciones radica en la imprecisión de los conceptos que usaban. Si la precisión formal que el estructuralismo hace de esos conceptos expresa adecuadamente las ideas que ellos tenían en mente, ahora estamos en mejor situación para evaluar la corrección de sus afirmaciones y, en general, para llevar a cabo la investigación empírico-histórica de un modo más riguroso⁵⁷. Como ocurre en otras áreas, también

⁵⁵ La distinción entre evoluciones progresivas y no regresivas no se encuentra en *An Architectonic*, pero es inmediata, y útil para diferenciar, como hace Lakatos, entre regresión, estancamiento y progreso. Una evolución es regresiva si no es no regresiva, y es estancada si es no regresiva pero no es progresiva.

⁵⁶ No es necesario que el paradigma sea un elemento teórico aislado en las redes de la evolución.

⁵⁷ En *An Architectonic*, cap. 5, secs. 3 y 4, se reconstruyen, y se estudian las propiedades de las evoluciones teóricas correspondientes a la mecánica clásica y la termodinámica.

aquí el análisis filosófico no sólo ordena y aclara nuestros conceptos sino que además, y precisamente por ello, posibilita un mayor rigor en la investigación empírica.

Referencias

- Balzer, W.; Moulines, C. U. y Sneed, J. D.: 1987, *An Architectonic for Science*, Dordrecht, Reidel.
- Cirera, R.: 1990, *Carnap i el Cercle de Viena*, Barcelona, Anthropos.
- Díez, J. A.: 1989, «La revuelta historicista en filosofía de la ciencia», *Arbor* 526, pp. 69–96.
- 1990, «Observaciones sobre el concepto estructuralista de evolución teórica», en Díaz, A.; Echebarría, J. y Ibarra, A. (eds.), *Structures in Mathematical Theories*, San Sebastián, 1990, pp. 39–44.
- Díez, J. A. y Ibarra, A.: 1988, «Comentario a *An Architectonic for Science*», *Theoria* 7–8–9, pp. 567–585.
- Kuhn, T. S.: 1962/70, *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, U. Chicago P., (v. c., de la segunda edición inglesa, *La Estructura de las revoluciones Científicas*, Madrid, F.C.E., 1981).
- 1970: *Second Thoughts on Paradigms*, Urbana, U. Illinois P. (v. c., *Segundos Pensamientos sobre Paradigmas*, Madrid, Tecnos, 1978).
- 1974: «Logic of Discovery or Psychology of Research?», en Schilpp (ed.), pp. 798–819.
- 1976: «Theory–Change as Structure–Change», *Erkenntnis* 10, pp. 179–199 (v. c., «El Cambio de Teoría como Cambio de Estructura», *Teorema*).
- Lakatos, I.: 1970, «Falsification and the Methodology of Scientific Research Programs», en Lakatos, I. y Musgrave, R. (eds.), 1970, *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, Cambridge U. P. (v. c., «La falsación y la metodología de los programas de investigación», en v. c. de Lakatos y Musgrave (eds.), *La Crítica y el Desarrollo del Conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1975, pp. 203–343).
- 1977: *The Methodology of Scientific Research Programs*, Cambridge, Cambridge U. P.
- Moulines, C. U.: 1982, *Exploraciones Metacientíficas*, Madrid, Alianza.
- Popper, K. R.: 1934/58, *The Logic of Scientific Discovery*, Londres, Hutchinson (v. c., *La Lógica de la Investigación Científica*, Madrid, Tecnos, 1962).
- 1956/83: *Realism and the Aim of Science*, Londres. (v. c., *Realismo y el Objetivo de la Ciencia*, Madrid, Tecnos, 1985).
- 1974a: «Intellectual Autobiography», en Schilpp (ed.), pp. 3–181.
- 1974b: «Replies to My Critics», en Schilpp (ed.), pp. 961–1199.
- Schilpp, P. A. (ed.): 1974, *The Philosophy of Karl Popper*, La Salle, Open Court.
- Sneed, J. D.: 1971/79, *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Reidel.
- Stegmüller, W.: 1973, *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, Heidelberg, Springer (v. c., *Estructura y Dinámica de Teorías*, Barcelona, Ariel, 1983).
- 1979: *The Structuralist View of Theories*, Berlín, Springer (v. c., *La Concepción Estructuralista de las Teorías*, Madrid, Alianza, 1981).

José A. DIEZ CALZADA
Universidad de Barcelona