

Unidad 5

- Una Concepción Objetivista del Cambio de Teoría en la Física

LAS LIMITACIONES DEL OBJETIVISMO DE LAKATOS

La concepción del cambio de teoría que quiero sugerir es una modificación de la metodología de los programas de investigación científica de Lakatos¹. Antes de presentarla, analizaré en esta sección las limitaciones de la concepción del cambio de teoría de Lakatos o más bien explicaré por qué creo que no ha ofrecido ninguna concepción del cambio de teoría.

La metodología de Lakatos incluye las decisiones y elecciones de los científicos. Estas están incluidas en la adopción por los científicos de un núcleo central y una heurística positiva. De acuerdo con Lakatos, el núcleo central del programa de Newton «es "irrefutable" por las decisiones metodológicas de sus protagonistas»², y un programa de investigación tiene un «"núcleo central" convencionalmente aceptado (y, por consiguiente, "irrefutable") por decisión provisional»³. La heurística positiva es una política de investigación o «plan preconcebido»⁴ que los científicos eligen adoptar. «La heurística positiva del programa determina qué problema elige racionalmente el científico que trabaja en un poderoso programa de investigación»⁵.

na cuestión que es importante aquí es si se supone o no que los científicos son conscientes de las prescripciones contenidas en la metodología de Lakatos. Si no lo son, entonces es difícil que la metodología pueda explicar el cambio científico. Señalar simplemente que se han producido cambios en la historia de la física de conformidad con la metodología de los programas de investigación científica no es explicar por qué se han producido. Si, por el contrario, se supone que los científicos actúan conscientemente de acuerdo con la metodología de Lakatos, se presentan nuevos problemas. En primer lugar, es difícil comprender cómo pueden los científicos de los últimos doscientos años haber sido conscientes

¹ La explicación objetivista del cambio de teoría esbozada en este capítulo ha sido publicada anteriormente en mi «Towards an objectivist account of theory change», *British Journal for the Philosophy of Science*, 30, 1979, pp. 227-33, y con más detalle en «An improvement and a critique of Lakatos's methodology of scientific research programmes», *Methodology and Science*, 13, 1980, pp. 2-27. Agradezco a los directores de estas revistas su permiso para reproducir aquí el material.

² I. Lakatos y A. Musgrave, *Criticism and the growth of knowledge*, Cambridge, Cambridge University Press, 1974, p. 133.

³ I. Lakatos, «History of science and its rational reconstructions», en *Boston studies in the philosophy of science*, vol. 8, R. C. Buck y R. S. Cohen, comps., Dordrecht, Reidel Publ. Co., 1971, p. 99.

⁴ *Ibid.*

⁵ Lakatos y Musgrave, 1974, p. 137.

de las prescripciones de una metodología que no ha sido diseñada hasta recientemente. El propio Lakatos ha indicado el gran abismo entre la metodología que expuso Newton y la que siguió en la práctica ⁶. En segundo lugar, la metodología de Lakatos no es adecuada para dictar la elección de los científicos como hemos visto, de acuerdo con sus propias declaraciones de que esta metodología no pretendía dar consejos a los científicos. En tercer lugar, cualquier intento de explicar un cambio de teoría que se base de forma crucial en las decisiones y elecciones conscientes de los científicos no tiene en cuenta «el desfase entre el conocimiento objetivo... y sus reflejos distorsionados en las mentes de los individuos».

El supuesto hecho por Lakatos, así como por Popper y Kuhn, es que el cambio de teoría ha de ser explicado haciendo referencia a las decisiones y elecciones de los científicos. En la medida en que Lakatos y Popper no dan prescripciones adecuadas para la elección de teoría, no dan una explicación del cambio de teoría, mientras que Kuhn admite de forma acrítica las elecciones sancionadas por la comunidad científica. En el resto de este capítulo intentaré modificar la metodología de Lakatos de forma que evite la mezcla de elección de teoría y cambio de teoría.

OPORTUNIDADES OBJETIVAS

En la sección II del capítulo 10 introduce la noción de oportunidad objetiva para el desarrollo de una teoría o un programa. La concepción del cambio de teoría en la física que pretendo ofrecer se basa en esta noción. Dadas una teoría y la práctica asociada con ella en una determinada fase de su desarrollo conjunto, se presentarán diversas oportunidades para desarrollar esta teoría. Serán posibles varias vías de desarrollo teórico en virtud de las técnicas teóricas y matemáticas disponibles, y también serán posibles varias vías de desarrollo práctico en virtud de las técnicas experimentales disponibles. Utilizaré la expresión «grado de fertilidad» para describir el conglomerado de oportunidades objetivas presentes en un programa de investigación en alguna fase de su desarrollo. El grado de fertilidad de un programa en una coyuntura determinada será una propiedad objetiva de ese programa, que la poseerá se dé o no cuenta de ella el científico. Por consiguiente, difiere de la noción de heurística positiva de Lakatos, que es una política de investigación más o menos conscientemente adoptada por los científicos. El grado de fertilidad de un programa mide hasta qué punto contiene en su seno oportunidades objetivas de desarrollo o hasta qué punto abre nuevas vías de investigación.

⁶ I. Lakatos, «Newton's effect on scientific standards», en Imre Lakatos. *Philosophical papers. Volume 1: The methodology of scientific research programmes*, Cambridge, Cambridge University Press, 1978, pp. 193-222. «La confusión, la pobreza de la teoría del logro científico de Newton, contrasta espectacularmente con la claridad, la riqueza de su logro científico», p. 220, subrayado en el original. Gregory Currie ha puntualizado que las decisiones de los científicos del pasado deben ser explicadas haciendo referencia a cómo evaluaban la situación, más que en términos de una metodología contemporánea, en su «The role of normative assumptions in historical explanation», *Philosophy of Science*, 47, 1980, pp. 456-73.

La descripción que da Stillman Drake de hasta qué punto la física de Galileo abrió nuevas vías de investigación llama la atención sobre lo que hay implícito en el grado de fertilidad. Dice así:

*Fue Galileo quien, al aplicar coherentemente la matemática a la física y la física a la astronomía, unió por vez primera la matemática, la física y la astronomía de una forma verdaderamente significativa y fructífera. Las tres disciplinas habían sido siempre consideradas como esencialmente distintas; Galileo reveló sus relaciones triplemente emparejadas y de este modo abrió nuevos campos de investigación a hombres con capacidades e intereses muy divergentes*⁷.

e estudios realizados en apoyo de la metodología de Lakatos se pueden sacar otras ilustraciones. Por ejemplo, considerando el estudio de E. Zahar sobre la sustitución final del programa de electromagnetismo de H. A. Lorentz por la teoría especial de la relatividad de Einstein⁸, podemos decir que en 1905 la teoría de Einstein poseía un mayor grado de fertilidad que la de Lorentz. Dado que la teoría de Einstein implicaba algunas afirmaciones muy generales acerca de las propiedades del tiempo y el espacio, existían oportunidades para explorar las consecuencias de estas afirmaciones en muchas áreas de la física. Por el contrario, la teoría de Lorentz estaba firmemente anclada en la teoría electromagnética y no podía ser aplicada fuera de ella de forma similar. En su estudio sobre la competencia entre la teoría ondulatoria de la luz de Young y la teoría corpuscular de la luz de Newton, Worrall, refiriéndose a la situación en 1810, escribe: «Dado el estado comparativamente menos desarrollado de la mecánica de los medios elásticos con relación a la mecánica de las partículas rígidas, la heurística del programa corpuscular era... bastante más definida que la del programa ondulatorio»⁹. La teoría corpuscular poseía un grado de fertilidad mayor que el Programa ondulatorio en 1810.

Contribuiré a clarificar mi noción de grado de fertilidad característico de un programa si intento responder a algunas objeciones a ella que ya se me han hecho. Son las siguientes: (I) la concepción es demasiado vaga para permitir una medición cuantitativa del grado de fertilidad de un programa; (II) tiene la consecuencia involuntaria de que cuanto más vagos sean una teoría o un programa, mayor será su grado de fertilidad, ya que una teoría o un programa suficientemente vagos serán compatibles prácticamente con cualquier vía de desarrollo; (III) el grado de fertilidad carece de valor como instrumento para el historiador dado que las oportunidades de desarrollo sólo surgen a la luz una vez que han sido aprovechadas, de modo que exponer el grado de fertilidad de un programa sólo equivale a registrar cómo se ha desarrollado de hecho, y (iv) el

⁷ Stillman Drake, *Galileo studies*, Ann Arbor, University of Michigan Press, 1970, p. 97.

⁸ Elie Zahar, «Why did Einstein's programme supersede Lorentz's?», en *Method and appraisal in the physical sciences*, C. Howson, comp., Cambridge, Cambridge University Press, 1976, pp. 211-75.

⁹ John Worrall, "Thomas Young and the "refutation" of Newtonian optics: a case-study in the interaction of philosophy of science and history of science", *ibid.*, p. 158. En el original toda la expresión está subrayada.

grado de fertilidad no es de ayuda alguna para explicar el desarrollo de la ciencia, ya que el grado de fertilidad de un programa sólo puede ser adecuadamente analizado y apreciado de forma retrospectiva.

Con respecto a la objeción (I), estoy de acuerdo en que no es posible proporcionar los medios para realizar una medición cuantitativa del grado de fertilidad de un programa. Sin embargo, sí afirmo que a menudo es posible hacer comparaciones cualitativas entre los grados de fertilidad de programas rivales, como indican los ejemplos que he extraído de los estudios lakatosianos. Esto es todo lo que se requiere para dar una explicación objetivista del cambio de teoría, como espero demostrar ¹⁰. La objeción (II), si fuera válida, sería ciertamente demoledora para mi postura. Hay dos razones por las que no es válida. En primer lugar, una línea de acción vaga no ha de ser interpretada como una oportunidad en sentido deliberado. Los ejemplos de oportunidad deben ser especificados de forma precisa en términos de las técnicas experimentales, matemáticas o teóricas que están a disposición de los científicos en una coyuntura histórica determinada, junto con las teorías e hipótesis específicas que constituyen el núcleo central y el cinturón protector de un programa en esa coyuntura y que proporcionan la materia prima en la que se pueden concentrar las técnicas antes mencionadas. La segunda razón por la que debe ser rechazada la objeción (ii) es que el desarrollo, para el que debe brindar muchas oportunidades una teoría con un alto grado de fertilidad, no es el antiguo desarrollo, sino un desarrollo hacia nuevas predicciones en un sentido similar al que le da Lakatos.

La objeción (III) se puede rebatir dando ejemplos de oportunidades objetivas de desarrollo que de hecho no fueron aprovechadas. La física de Arquímedes brindó oportunidades de desarrollo que permanecieron ignoradas durante siglos. En su obra sobre el equilibrio y los centros de gravedad y sobre la hidrostática introdujo técnicas que muy bien hubieran podido ser ampliadas a otras áreas y aplicadas a otras materias. Por ejemplo, la técnica de formular los fundamentos de una teoría en una forma idealizada y matemática para tratar los sistemas en un espacio euclídeo, técnica que introdujo en la estática, habría podido ser aplicada a la dinámica, considerando las palancas móviles al igual que las inmóviles y los objetos que caen a través de un medio al igual que los que flotan en él. Hasta Galileo no se aprovechó esta oportunidad, y en esta época había por supuesto más material teórico para trabajar que el que existía en la época de Arquímedes ¹¹. Las obras de Tolomeo y Alhazén brindaron oportunidades para el desarrollo de la óptica que no fueron desarrolladas hasta la época de Galileo y Kepler. En su investigación de este problema, V. Ronchi escribe:

¹⁰ *En la medida en que los grados de fertilidad pueden ser comparados pero no medidos individualmente, el grado de fertilidad está en la misma situación que otras muchas nociones de la filo sofía de la ciencia, como por ejemplo el grado de falsabilidad de Popper. Véase K. R. Popper, The logic of scientific discovery, Londres, Hutchinson, 1968, cap. 6.*

¹¹ *Para la relación entre la obra de Arquímedes y Galileo, véase Maurice Clavelin, The natural philosophy of Galileo, Cambridge (Massachusetts), M. I. T. Press, 1974, cap. 3.*

*Aunque no sabemos quién fue el primero que inventó las lentes, sí sabemos con cierta exactitud cuándo fueron introducidas por vez primera: en algún momento entre 1280 y 1285. Sin embargo, el primer telescopio no apareció hasta cerca de 1590. ¿Por qué se tardaron tres siglos enteros en poner una lente frente a otra?*¹².

Luego prosigue su intento de explicar por qué no se aprovechó esta oportunidad objetiva. Ciertamente es que al describir estas oportunidades objetivas se hace uso de un material de la historia, la física y la filosofía del que no se disponía en los períodos históricos sometidos a investigación. Una adecuada descripción de las oportunidades objetivas y de los grados de fertilidad sólo es posible retrospectivamente. La objeción (IV) está en lo cierto cuando afirma esto. Sin embargo, lejos de ser una objeción a mi postura, el hecho de que los científicos no sean conscientes del grado de fertilidad de los programas en los que trabajan, ni necesiten serlo, constituye su fuerza. Es precisamente este rasgo el que hace posible una concepción objetivista del cambio de teoría que evite los elementos subjetivistas presentes en las concepciones lakatosianas.

UNA CONCEPCION OBJETIVISTA DEL CAMBIO DE TEORIA EN LA FISICA

Dentro de unos límites importantes que serán explicados en la sección siguiente, estoy ahora en condiciones de ofrecer una concepción objetivista del cambio de teoría en la física moderna. La concepción se basa en un importante supuesto: el de que en la sociedad o en las sociedades donde se practica la física existen científicos con las habilidades, los recursos y los hábitos mentales adecuados para desarrollar esa ciencia. Necesito suponer, por ejemplo, que en aquellas situaciones en las que un análisis objetivista revele la existencia de ciertas técnicas experimentales o teóricas, habrá científicos o grupos de científicos con los recursos físicos y mentales para poner en práctica dichas técnicas. Doy por sentado que este supuesto se ha cumplido en buena parte de Europa durante los últimos doscientos años aproximadamente.

Si se cumple mi supuesto sociológico, entonces puedo dar por sentado que si existe una oportunidad objetiva para el desarrollo de un programa, antes o después algún científico o grupo de científicos la aprovechará. El efecto neto será que habrá un programa que ofrezca más oportunidades objetivas de desarrollo que sus rivales, el cual tenderá a superar a estos rivales cuando estas oportunidades sean aprovechadas. Esto sucederá aun cuando la mayoría de los científicos elijan trabajar en el programa con menor grado de fertilidad. En este último caso, la minoría de los que elijan trabajar en el programa que ofrezca muchas oportunidades de desarrollo pronto se encontrarán con el éxito, mientras que la mayoría, aquellos que representan la postura mayoritaria, lucharán en vano

¹² V. Ronchi, «The influence of the early development of optics on science and philosophy», en *Galileo: man of science*, E. McMullin, comp., Nueva York, Basic Books, 1967, pp. 195-206, subrayado en el original.

por aprovechar unas oportunidades inexistentes. François Jacob capta el espíritu de mi postura cuando escribe:

En esta interminable discusión entre lo que es y lo que podría ser, en la búsqueda de un resquicio que revele otra posibilidad, el margen de libertad del investigador es a veces muy estrecho. La importancia del individuo disminuye a medida que aumenta el número de investigadores. Si aquí no se hace hoy una observación, será hecha mañana con mucha más frecuencia en otras partes¹³.

Mi postura puede ser ilustrada haciendo extensiva la analogía de los nidos que utilicé en el capítulo 10 para señalar el carácter objetivo de las situaciones problemáticas. Comparemos un jardín en el que hay un gran número de nidos con un segundo jardín, por lo demás similar, en el que no hay nidos. Dado que el medio de cada uno de los jardines está convenientemente poblado de pájaros, es sumamente probable que tras algunos meses o años hayan anidado muchos más pájaros en el jardín provisto de nidos que en el otro. Esta eventualidad es adecuadamente explicada en términos de las oportunidades objetivas de anidar ofrecidas por uno de los jardines en comparación con el otro. Lo importante de este ejemplo para mí es que no habrá necesidad de referirse en la explicación a las decisiones de los pájaros y a la racionalidad de estas decisiones.

Si mi supuesto sociológico se cumple, un programa con un alto grado de fertilidad tenderá a desbancar a un programa con un grado menor de fertilidad. Sin embargo, un alto grado de fertilidad por sí solo no es suficiente para garantizar el éxito de un programa, ya que no puede haber garantía de que las oportunidades den fruto cuando sean aprovechadas. Un programa con un alto grado de fertilidad puede, sin embargo, quedar en nada. Un ejemplo es la teoría del vórtice introducida por William Thomson, quien pretendía explicar las propiedades de los átomos y las moléculas representándolos como vórtices en un éter perfectamente elástico y no viscoso. Clerk Maxwell describió de forma notable hasta qué punto esta teoría ofrecía un campo de desarrollo¹⁴. Sin embargo, su prosecución no condujo al éxito y pronto fue dejada atrás por programas que tuvieron más éxito. Así pues, una concepción objetivista del cambio de teoría tendrá que tener en cuenta no sólo los grados de fertilidad relativa de los programas rivales, sino también su éxito en la práctica. A las consideraciones sobre el grado de fertilidad hay que añadir una concepción objetivista del grado en que los programas rivales llevan a nuevas predicciones.

No tengo ninguna contribución especial que hacer a los intentos de mejorar las explicaciones de nuevas predicciones que aparecen en la bibliografía sobre el

¹³ François Jacob, *Five logic of life: a history of heredity*, Nueva York, Vintage Books, 1976, p. 11.

¹⁴ J. C. Maxwell, «Atom», en *The scientific papers of James Clerk Maxwell*, vol. 2, W. D. Niven, comp., Nueva York, Dover, 1965, páginas 445-84, esp. p. 471.

tema¹⁵. Me gustaría precisar, sin embargo, que hay un estrecho lazo entre las nuevas predicciones y el grado de fertilidad. Las confirmaciones de las nuevas predicciones pueden desembocar en la apertura de nuevos caminos a futuras investigaciones, y en esto reside parte de su importancia. Por ejemplo, cuando Hertz consiguió producir ondas de radio, confirmando así una nueva predicción de la teoría electromagnética de Maxwell, se crearon toda clase de nuevas oportunidades para investigar las propiedades de las ondas electromagnéticas, medir la velocidad de la luz de forma nueva y más precisa, desarrollar las microondas como una nueva exploración de las propiedades de la materia, abrir una nueva área de la astronomía, etc. Una concepción objetivista del cambio de teoría tendría que tener en cuenta hasta qué punto los programas consiguieron llevar al descubrimiento de nuevos fenómenos y hasta qué punto estos mismos descubrimientos ofrecieron oportunidades objetivas a nuevas vías de exploración.

Los programas con un núcleo central coherente que ofrezca oportunidades de desarrollo se desarrollarán de hecho de forma coherente una vez hayan sido aprovechadas estas oportunidades. El grado de fertilidad del programa se incrementará si ese desarrollo lleva a éxitos predictivos. Las vías de desarrollo que destruyen la coherencia del núcleo central y, por consiguiente, no ofrezcan oportunidades de desarrollo fracasarán por esta razón. Por ejemplo, la presencia de la ley de la inversa del cuadrado como parte del núcleo central de la teoría de Newton ha de ser explicada en función del grado de fertilidad derivado de este supuesto y las predicciones acertadas a las que llevó. En cambio, los intentos de modificar el programa introduciendo una ley de fuerza ligeramente diferente de la ley de la inversa del cuadrado se quedaron en agua de borrajas porque no ofrecían oportunidades para un desarrollo coherente, a pesar de que algunos científicos decidieron modificar el núcleo central en este sentido¹⁶. La continuidad de la ciencia que Lakatos atribuye a la persistencia de los núcleos centrales se explica así por un recurso al grado de fertilidad de los programas que no invoca las decisiones metodológicas de los científicos.

ALGUNAS OBSERVACIONES ALECCIONADORAS

En esta sección trataré de proteger mi concepción objetivista del cambio de teoría en la física de ciertas falsas interpretaciones que, como me ha enseñado la experiencia, a menudo se le atribuyen.

He tratado de ofrecer una concepción del cambio de teoría que no se basa en las decisiones metodológicas de los científicos. Al hacerlo, ciertamente no sugiero que la ciencia progrese de algún modo espontáneamente, sin la

¹⁵ Para tales intentos, véase Zahar, «Why did Einstein's programme supersede Lorentz's?», y A. Musgrave, «Logical versus historical theories of confirmation», *British Journal for the Philosophy of Science*, 25, 1974, pp. 1-23.

¹⁶ Algunos intentos de modificar el núcleo central del programa de Newton son mencionados en A. Musgrave, «Method or madness», *Essays in memory of Imre Lakatos*, R. S. Cohen, P. K. Feyerabend y M. W. Wartofsky, comps., Dordrecht, Reidel Publ. Co., 1976, páginas 457-91, esp. pp. 464-73.

intervención de los seres humanos. Si las oportunidades objetivas inherentes a un programa dentro de la física han de ser aprovechadas, habrán de serlo mediante la aplicación de las habilidades de los científicos individuales. Sin ellos no existiría la física, y mucho menos el progreso. Pese a esto, si mi concepción del cambio de teoría es correcta, el proceso del cambio de teoría trasciende las intenciones, elecciones y decisiones conscientes de los físicos. En particular, no está determinado por las decisiones *metodológicas* de los físicos. No pretendo, por ejemplo, que los científicos deberían elegir trabajar en la teoría con mayor grado de fertilidad, dado que el científico normal no está en condiciones de apreciar todas las oportunidades de desarrollo ofrecidas por una teoría o un programa. Mi concepción del cambio supone que si existe una oportunidad de desarrollo, algún científico o grupo de científicos terminará por aprovecharla, pero no supone que un determinado científico o grupo será consciente de todas las oportunidades de desarrollo. Mi concepción separa el problema del cambio de teoría del problema de elección de la teoría.

No hay ninguna garantía de que el supuesto sociológico del que depende la concepción objetivista del cambio de teoría en la física se cumpla siempre. No se cumplió en la Europa medieval y hay buenas razones para creer que está siendo cuestionado en la sociedad contemporánea. Es probable que la inversión en investigación en la sociedad contemporánea esté influida de tal forma por los gobiernos y los monopolios industriales que no puedan aprovecharse ciertas oportunidades objetivas, de modo que el progreso de la física esté siendo controlado cada vez más por factores externos a ella. Sin embargo, mi supuesto sociológico se cumplió más o menos durante doscientos años de física y es en este terreno en el que afirmo que es aplicable mi concepción del cambio de teoría. Si mi supuesto sociológico no se cumple, entonces resulta necesaria una concepción muy diferente del cambio de teoría. No pretendo haber ofrecido una concepción del cambio de teoría en general.

El supuesto sociológico nunca se cumplirá del todo. La estructura del progreso de la física a corto plazo implicará inevitablemente cosas tales como la personalidad de los científicos, el grado y las formas en que se comunican, etc. Sin embargo, a largo plazo, siempre que haya científicos con las habilidades y los recursos necesarios para aprovechar las oportunidades de desarrollo que de hecho existan, mantengo que el progreso de la física será explicable en términos de mi concepción del cambio de teoría. La escala temporal adecuada para mi concepción objetivista del cambio de teoría, que distingue entre procesos a largo y a corto plazo, es aquella en la que tienen sentido enunciados tales como: «La teoría de Einstein reemplazó a la de Lorentz.»

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

C. Howson, *Method and appraisal in the physical sciences*, Cambridge, Cambridge University Press, 1976, contiene algunos estudios excelentes en apoyo de la metodología de Lakatos. Mantengo que, convenientemente reelaborados, constituyen una defensa de mi concepción objetivista del cambio de teoría.