

UNA VALORACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE IMRE LAKATOS DESDE LA PRÁCTICA CIENTÍFICA CONTEMPORÁNEA*

Ernesto Fabbricatore
ernesto.fabbricatore@libero.it
Universidad «La Sapienza» de Roma

RESUMEN

El artículo pretende analizar la metodología de los programas de investigación de Imre Lakatos a la luz de la ciencia contemporánea. Tomando como base las encuestas realizadas a un grupo de físicos del CERN, se constata que las sugerencias de Lakatos sobre el progreso en la ciencia, esto es, sobre cómo determinar el carácter progresivo o no de un programa de investigación, entran en colisión con la práctica científica. La conclusión es que el modelo lakatosiano no es un marco adecuado para entender qué factores informan de facto el juicio de los investigadores sobre la progresividad de un programa de investigación.

PALABRAS CLAVE: *Conocimiento científico, Falsacionismo metodológico, Metodología de los Programas de Investigación Científica.*

ABSTRACT

«An assessment of Imre Lakatos's Methodology according to contemporary scientific practice». The paper tries to analyze Imre Lakatos's methodology of scientific research programmes according to contemporary scientific practice. Data from an opinion survey done to physicists at the CERN research centre clearly show that Lakatos's criteria for assessing scientific progress clash with those criteria actually applied in contemporary scientific practice. The main conclusion is that Lakatos's model is not an appropriate framework for understanding how contemporary researchers decide on whether efforts to pursue a particular research line are justified.

KEYWORDS: *Scientific knowledge, Falsificationist methodology, Methodology of Research Programs.*

1. INTRODUCCIÓN

El problema de la racionalidad del conocimiento científico ha generado durante siglos una literatura abundante; numerosos filósofos y científicos de todas las épocas han dedicado parte de su trabajo a pensar sobre la ciencia.

Una cuestión que ha interesado particularmente a los filósofos de la ciencia ha sido la de decidir si el cambio de teorías en la ciencia se debe exclusivamente a factores racionales, como la argumentación lógica y la apelación a la evidencia experimental, o



por el contrario, si los factores «irracionales» —tales como intereses sociales y personales, o condicionantes económicos y políticos— son, al menos parcialmente, los motores del cambio de teorías en la ciencia. Dicho de otro modo, la pregunta que se trata de responder en el debate, ya largo y aún no concluso, tiene que ver con el objetivo de la ciencia y, en particular, con la relación entre las teorías y el mundo: ¿son las teorías científicas (y las entidades teóricas postuladas por ellas) una representación objetiva de la realidad o, por el contrario, su función es meramente la de «salvar los fenómenos» conocidos —la de encajarlos y correlacionarlos— y servir como instrumento para predecir nuevos fenómenos?

A partir de los resultados de una investigación llevada a cabo por el Centro Europeo para la Investigación Nuclear (CERN) de Ginebra, el presente artículo pretende evaluar de forma crítica la propuesta epistemológica desarrollada por Imre Lakatos en su «Metodología de los Programas de Investigación Científica». Así mismo, otro de nuestros objetivos es plantear el marco aconsejable para superar la «inquietud cognitiva» que suscita esta contraposición entre factores internos (racionales) y externos (irracionales).

2. HOLISMO Y MÉTODO CIENTÍFICO

El punto de partida de la argumentación que sigue es que «las hipótesis nunca se someten aisladas al control experimental, sino que se contrastan en conjunción con otras hipótesis auxiliares, de modo que si se produce un desacuerdo entre la experiencia y la predicciones que se obtienen de ese conjunto de hipótesis, cabe atribuir la responsabilidad del desacuerdo a cualquiera de ellas, y la experiencia no dice cuál debe ser la decisión al respecto¹». Además, en línea con lo que sugiere Quine, «nuestros enunciados acerca del mundo externo se someten como cuerpo total al tribunal de la experiencia sensible, y no individualmente²». En la medida en que la experiencia nunca determina qué hipótesis debe mantenerse y qué hipótesis debe desecharse en caso de conflicto, unas de las consecuencias que Quine extrae de este *holismo metodológico* es que «todo enunciado puede concebirse como verdadero en cualquier caso siempre que hagamos reajustes suficientemente drásticos en otras zonas del sistema³». O lo que es igual, cualquier evidencia refutadora puede acomodarse en una teoría dada si efectuamos cambios oportunos en otras hipótesis

* Este trabajo ha sido realizado durante una estancia en el Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia de la Universidad de Valencia (enero-junio 2011) gracias a una beca de investigación financiada por la Universidad «La Sapienza» de Roma. Agradezco al profesor Valeriano Iranzo los comentarios y el apoyo brindados a lo largo de este periodo.

¹ Cf. P. DUHEM, *La théorie physique. Son objet, sa structure*, J. VRIN, París, 1989, p. 284; (Reproducción de la 2ª ed. de 1914).

² Cf. W. v. O. QUINE, *La relatividad ontológica y otros ensayos*, Tecnos, Madrid, 1986, p. 75.

³ Cf. W. v. O. QUINE, *op. cit.*, p. 77.

acompañantes. Si mantenemos un enunciado como verdadero no será debido a la experiencia (o al menos no sólo debido a ella), sino a otros factores pragmáticos que determinarán la decisión. Por ejemplo, los científicos estarán más dispuestos en la práctica a cambiar una hipótesis menor que una hipótesis que desempeñe un papel central en alguna disciplina, o a cambiar una hipótesis empírica antes que una ley lógica.

De la tesis de «Duhem-Quine» se han derivado consecuencias tan radicales como que «no existe, ni tampoco puede existir, algún criterio formal de selección de las teorías»; consecuentemente, «la ciencia es una empresa esencialmente anarquista» y el único principio universal que puede ser razonablemente postulado por la metodología científica es «todo vale»⁴. Así, según el anarquismo epistemológico de Paul Feyerabend, «la ciencia y los mitos o la magia, se encuentran más cercanos entre sí de lo que la ciencia moderna está dispuesta a aceptar; no sólo los estándares científicos son peculiares a ciertas condiciones sociales e históricas, sino que debemos abandonar toda intención de evaluar una teoría comparándola con otra para encontrar cuál es la mejor». Además —subraya varias veces Feyerabend—, «no hay un conjunto de normas que sean seguidas universalmente por los científicos para hacer ciencia»⁵.

Desde la publicación del *Tratado contra el método*, Feyerabend dedicó una atención creciente a las cuestiones relacionadas con el papel político que desempeña la ciencia en la sociedad actual y con los efectos negativos que la autoridad concedida a la misma tiene sobre la democracia. Según él, la ciencia no es neutral desde el punto de vista ideológico y cultural. Cuando se autoidentifica, como lo hace hoy en día, como el único conocimiento válido, adquiere una función ideológica, ya que busca con ello imponer sus valores y prejuicios sobre otros enfoques alternativos. Debe ser tratada entonces —subraya repetidamente Feyerabend— como cualquier ideología, dejando total libertad a los individuos para aceptarla o rechazarla. Debe impedirse sobre todo su control permanente sobre el Estado y el proceso educativo; debe separarse del Estado al igual que se consiguió la separación entre Iglesia y Estado⁶.

Sin embargo, y a pesar de las conclusiones que extrae Feyerabend, en la práctica de la investigación científica parece viable la posibilidad de comparar de forma detallada, *aproximadamente objetiva* y neutral, el contenido de las teorías en función de la evidencia empírica con el fin de determinar cuál es preferible, como se puede comprobar en el campo de la física contemporánea⁷. En esta dirección, en

⁴ Cf. P. K. FEYERABEND, *Tratado contra el método*, Tecnos, Madrid, 1981, p. 12. Para una interesante discusión sobre los «efectos» epistemológicos generados de la tesis de «Duhem-Quine» en la epistemología contemporánea, remito el lector a: D. GILLIES y G. GIORELLO, *La filosofía della scienza nel XX secolo*, Laterza, Roma-Bari, 2002; M. PERA, *Apologia del metodo*, Laterza, Bari, 1982.

⁵ Cf. P. K. FEYERABEND, *op. cit.*, p. 12.

⁶ Cf. P. K. FEYERABEND, *Diálogos sobre el conocimiento*, Cátedra, Madrid, 1991.

⁷ Concretamente nos referimos al «Modelo estándar» [SM: *Standard Model*] de la Física de Partículas (MEFP). A este respecto, véanse las páginas siguientes.



línea con lo recientemente argumentado por Worrall⁸, una solución prometedora tal vez podría encontrarse en la compleja reformulación de la «tesis de Duhem-Quine» avanzada por Imre Lakatos, el «amigo y camarada anarquista» de Feyerabend.

De forma específica, según el *falsacionismo metodológico sofisticado* sistematizado por Lakatos, «no existe una separación tajante entre enunciados teóricos y observacionales», y además el valor de verdad de los enunciados singulares o básicos (los que constituyen la «base empírica» de la ciencia) «no puede ser probado por lo hechos, sino que, en algunos casos, puede decidirse por acuerdo⁹». Alejándose marcadamente del *falsacionismo dogmático* popperiano¹⁰, en la perspectiva lakatosiana, para que una teoría T resulte falsada es condición indispensable que haya otra teoría T' mejor que:

1. Posea un exceso de contenido empírico en relación con la que se pretende falsar, es decir, que sea capaz de hacer predicciones nuevas;
2. explique todos los hechos que explica T;
3. vea corroborada empíricamente una parte al menos de este exceso de contenido empírico.

En otras palabras, en línea con los principios metodológicos afirmados por el *convencionalismo duhemiano*, la falsación sofisticada de Lakatos depende de la aparición de nuevas y mejores teorías; no es una relación entre un enunciado básico y una teoría, sino entre varias teorías rivales y ciertas evidencias corroboradas de los contenidos excedentes de las nuevas teorías. Por eso, lo que importa realmente para

⁸ Cf. J. WORRALL, ««Heuristic Power» and the «Logic of Scientific Discovery»: Why MSRP is no more than half the story», 2002, p. 85-101; en G. KEMPIS (eds.), *Appraising Lakatos. Mathematics, Methodology, and the Man*, Kluwer, Dordrecht, 2002.

⁹ Cf. I. LAKATOS, *La metodología de los programas de investigación científica*, Alianza, Madrid, 1983, p. 34.

¹⁰ Según Popper, en *La lógica de la investigación científica*, lo que distingue a la ciencia de la metafísica o de las pseudociencias no es su capacidad para verificar o confirmar su teoría (que era lo relevante para el neopositivismo lógico), sino todo lo contrario, esto es, su capacidad para deshacerse rápidamente de las teorías erróneas mediante una crítica rigurosa orientada a la refutación de las teorías a partir de la experiencia. Entonces, para la perspectiva falsacionista «radical» o «dogmática», según expresión introducida por el propio Lakatos, una teoría es científica si y sólo si es *susceptible de refutación* o *falsación empírica*. En otras palabras, si es posible en principio concebir una o varias observaciones que, en caso de darse, harían falsa a la teoría. Este falsacionismo, aun cuando admite la falibilidad de todas las teorías, se caracteriza por considerar la base empírica como infalible. Para este *falsacionismo «dogmático»*, si bien la ciencia no puede probar concluyentemente una teoría, si puede refutarla concluyentemente, puesto que «existe una base empírica de hechos absolutamente sólida, que puede utilizarse para refutar teorías» (Lakatos, *op. cit.*, p. 23). La honestidad científica consistiría en adelantar un resultado experimental contrario a la teoría que, en caso de producirse, llevaría al abandono definitivo de la misma. Este falsacionismo, sostuvo Lakatos, es insostenible, aunque conviene subrayar que el falsacionismo dogmático —como Lakatos mismo reconoce— nunca fue defendido realmente por Popper en ninguna publicación, sino que es más bien el resultado de una simplificación de su posición efectuada por sus críticos (cf. LAKATOS, *op. cit.*; K.R. POPPER, *Objective Knowledge*, Clarendon Press, Oxford, 1972; tr. cast. *Conocimiento objetivo*, Tecnos, Madrid, 1982).



el progreso de la ciencia es la proliferación de teorías que amplíen el contenido empírico, más que la búsqueda de contraejemplos siguiendo el método popperiano de «conjeturas y refutaciones». Por otra parte, conforme a la tesis de Duhem, según el *falsacionismo metodológico sofisticado* una teoría nunca se evalúa por sí sola; se evalúa junto con una diversidad de hipótesis auxiliares y condiciones iniciales, y, sobre todo, en unión de sus predecesoras, «de forma que se pueda apreciar la clase de *cambio* que la originó» (Lakatos, *op. cit.*, p. 48).

Pero, ¿de qué forma, más en concreto, la metodología lakatosiana ofrece una vacuna eficaz contra la idea de que en la ciencia «todo vale»? ¿De qué manera el *falsacionismo metodológico sofisticado* «refuta» la tesis de que «todo enunciado puede concebirse como verdadero en cualquier caso siempre que hagamos reajustes suficientemente drásticos en otras zonas del sistema»? (Quine, *op. cit.*, p. 75)

El modelo de cambio científico que Lakatos propone como consecuencia de la tesis del falsacionismo sofisticado, bautizado por él mismo como «metodología de los programas de investigación científica», considera a los «programas de investigación» como las unidades básicas de análisis. Un programa de investigación se despliega en el tiempo en una «serie de teorías estrechamente relacionadas entre sí» (cf. Lakatos, *op. cit.*) y está constituido por tres componentes básicos:

1. Un *núcleo firme* (*hard core*) convencionalmente aceptado y delimitado, o considerado irrefutable provisionalmente. Lo integran unos pocos postulados teóricos compartidos por las teorías sucesivas que conforman el programa de investigación. Lakatos llega a hablar en algún momento de un máximo de cinco postulados.
2. Un *cinturón protector* (*protective belt*) de hipótesis auxiliares que son modificadas constantemente, y abandonadas en caso de que sea necesario para proteger el núcleo de una posible falsación. Son ellas las que reciben el impacto de los hechos. Mientras el núcleo duro permanece constante (o casi, ya que puede recibir supuestos añadidos), el cinturón protector cambia con el tiempo.
3. Una *heurística* o conjunto de herramientas conceptuales y reglas metodológicas con dos vertientes: positiva y negativa. La *heurística negativa* dice qué cosas deben evitarse, e impide fundamentalmente que un conflicto con la experiencia impacte en el núcleo, dirigiendo sus efectos hacia el cinturón protector. La *heurística positiva* es un conjunto de técnicas para solucionar y resolver problemas o, si se quiere, un conjunto de pistas sobre cómo cambiar o modificar el cinturón protector. La selección de problemas en un programa de investigación viene dada por la heurística positiva, y no por las anomalías que éste pueda presentar. Sólo cuando se debilita la fuerza de la heurística positiva en una fase degenerativa del programa, se ocupan los científicos seriamente de las anomalías¹¹.

¹¹ Si tomamos como ejemplo el programa de investigación newtoniano, especifica Lakatos, su núcleo firme estaría formado por las tres leyes del movimiento más la ley de gravitación; el cinturón protector incluiría hipótesis auxiliares como la óptica geométrica, la teoría newtoniana sobre





Frente al relativismo implicado por el convencionalismo de la tesis Duhem-Quine, la propuesta de Lakatos apela a los criterios metodológicos que hay que utilizar para *evaluar* los programas de investigación científica. Según él, todo programa de investigación es *progresivo* o *regresivo*: «Un programa es progresivo si es tanto teórica como empíricamente progresivo, y es regresivo o *degenerativo* en caso contrario. Que sea *teóricamente progresivo* significa que cada modificación teórica dentro de él conduce a predicciones de hechos nuevos e inesperados; que sea *empíricamente progresivo* significa que al menos algunas de tales predicciones resultan corroboradas» (Lakatos, *op. cit.*, p. 230).

En este sentido, alejándose otra vez del *falsacionismo ingenuo* —o *dogmático*—, el autor subraya que cuando un programa no ofrece predicciones de hechos nuevos y se limita a fabricar hipótesis *ad hoc* para acomodar hechos ya conocidos o predichos por otros programas rivales, o cuando un programa hace descubrimientos puramente casuales, o predice hechos nuevos pero estas predicciones resultan ser falsas, entonces se trata de un programa regresivo o degenerativo. En tal caso —concluye Lakatos— el programa puede ser superado por algún programa rival y, consiguientemente, debe ser abandonado a favor de este último. Además, según Lakatos, un programa de investigación es pseudocientífico si y sólo si no es un programa progresivo. La metafísica puede formar parte, y de hecho normalmente forma parte, de la ciencia (o sea, de programas progresivos). Pero, un programa regresivo, contenga o no elementos metafísicos —según el falsacionista sofisticado—, no puede ser considerado como científico.

Dicho esto, es importante destacar que, puesto que los programas de investigación científica son series históricas de teorías interconectadas, su evaluación —aclara problemáticamente el autor— ha de realizarse sobre largos períodos de tiempo. La progresividad o regresividad de un programa de investigación no es un asunto que se pueda dirimir contemplando el estado de dicho programa en un momento puntual de su historia. Un programa progresivo, según la perspectiva epistemológica del *falsacionismo sofisticado*, puede pasar por periodos degenerativos para volver a recuperarse, de modo que «resulta muy difícil decir cuándo un programa de investigación ha degenerado sin remisión posible, si no se exige que exista progreso en cada paso; o cuándo uno de los programas rivales ha conseguido una ventaja decisiva sobre otro» (Lakatos, *op. cit.*, p. 193). Por eso, subraya el autor, sólo podemos juzgar sobre la racionalidad de un cambio científico cuando éste ya hace tiempo que ha pasado, «sólo *ex-post* podemos ser sabios» (*op. cit.*, p. 148).

la refracción atmosférica, la masa de los planetas, etc.; la heurística negativa sería el mandato de no tocar el centro firme, sino las hipótesis auxiliares, y la heurística positiva incluiría, entre otras cosas, el aparato matemático del programa (cálculo diferencial) junto con principios ontológicos tales como «esencialmente los planetas son superficies gravitatorias en rotación con una forma aproximadamente esférica» (cf. LAKATOS, *op. cit.*, pp. 65-72 y p. 230). Un ejemplo más actual sería el «Modelo estándar» de la Física de Partículas, que establece qué partículas y fuerzas existen en la naturaleza y cuáles son sus propiedades, como se verá en el apartado siguiente.

Ahora bien, si esto es así, es perfectamente racional la conducta de un científico que se mantenga fiel al programa degenerativo con la esperanza de que los malos tiempos terminen alguna vez. Pero también es racional la conducta del científico que abandona dicho programa y se adhiere a otro que presente en ese momento un carácter progresivo. Lo cual significaría que la metodología de los programas de investigación carece de valor normativo para delimitar lo que es ciencia de lo que no lo es, porque el científico estará legitimado tome la opción que tome. Dicho de otro modo, nunca se podría calificar de pseudocientífica una teoría porque nunca se puede estar seguro de que un programa de investigación *regresivo* no cambiará su suerte y se volverá *progresivo*. En opinión de Feyerabend, la metodología de Lakatos, llevada a sus consecuencias finales, conduce —aunque Lakatos no lo quiera— al «todo vale». Es un «caballo de Troya» que, por conservar aún su apego a la razón, puede utilizarse para hacer pasar escondido un anarquismo epistemológico en toda regla (Feyerabend, *op. cit.*, p. 168).

Pero, ¿cuán acertada es esta interpretación? ¿Es realmente Lakatos un «amigo y camarada anarquista»? (*op. cit.*, p. 168). Por otro lado, el comportamiento del científico en la práctica concreta de la investigación, ¿puede ser encajado en el retrato dibujado por Feyerabend en contestación al «aparente» fracaso del falsacionismo metodológico lakatosiano?

3. EL «MODELO ESTÁNDAR» DE LA FÍSICA DE PARTÍCULAS (MEFP) COMO EJEMPLO DE PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN LAKATOSIANO

El «Modelo estándar» [SM: *Standard Model*] de la Física de Partículas (MEFP), que establece qué partículas y fuerzas existen en la naturaleza y cuáles son sus propiedades, es un buen ejemplo de *programa de investigación científico*. Antes de analizar en profundidad los componentes básicos del MEFP en estrecha conexión con las indicaciones sugeridas por la metodología de Lakatos (1983), es necesario precisar que el «Modelo estándar» sistematiza nuestro conocimiento de las partículas que existen en nuestro universo y de las interacciones que se dan entre aquéllas. Uno de los valores que caracterizan a las partículas es su *spin* o momento magnético. Lo interesante del *spin* es que distingue a las partículas que forman la materia (fermiones) de las que transmiten las fuerzas (bosones); sintéticamente, los fermiones tienen *spin* fraccionario ($1/2$ o $3/2$), y los bosones lo tienen «entero» (0, 1 o 2). Esto marca una importante diferencia en el comportamiento de bosones y fermiones. Además, es importante precisar que los *fermiones* se descomponen en tres familias, y cada una de ellas consta de un *electrón*, un *neutrino* y *dos quarks*. A los «electrones» de las otras dos familias se les llama «muón» (μ) y «tau» (τ). Son partículas idénticas al electrón, salvo que poseen mayor masa. A los *electrones* y *neutrinos* se les llama genéricamente *leptones* y a los quarks *hadrones*.



CUADRO 1

Fermiones	Familias			Carga eléctrica	Color	Spin
	1	2	3			
Leptones	ν_e	ν_μ	ν_τ	0	–	1/2
	e	μ	τ	-1		1/2
Quarks	u	c	t	+ 2/3	r, b, g	1/2
	d	s	b	- 1/3	r, b, g	1/2

Los protones y neutrones no son partículas elementales, ya que están compuestos por tres quarks (ver cuadro 1)¹².

El MEFP nos dice también que en la naturaleza hay cuatro tipos de interacciones fundamentales: *gravitacional*, *electromagnética*, *fuerte* y *débil*. Cada una de ellas es debida a una propiedad fundamental de la materia: *masa* (interacción gravitacional), *carga eléctrica* (interacción electromagnética), *color* (interacción fuerte) y *carga débil* (interacción débil). Así, hay también cuatro fuerzas fundamentales en la naturaleza: *fuerza gravitacional*, *fuerza electromagnética*, *fuerza color* y *fuerza débil*. Todas las fuerzas que parecen ser distintas —como fuerzas elásticas, fuerzas de rozamiento, fuerzas intermoleculares, interatómicas, inter-iónicas, fuerzas de viscosidad, etc.— son casos particulares o resultantes de esas cuatro fuerzas fundamentales.

Las interacciones fundamentales tienen lugar como si las partículas que interactúan «intercambiasen» otras partículas entre sí. Esas partículas mediadoras serían los *fotones* en la interacción electromagnética, los *gluones* en la interacción fuerte, las *partículas W y Z* en la interacción débil y los *gravitones* (aún no detectados) en la interacción gravitacional. Es decir, partículas eléctricamente cargadas interactuarían intercambiando fotones; partículas con carga de color interactuarían intercambiando gluones; partículas con carga débil intercambiarían partículas W y Z; y partículas con masa intercambiarían gravitones. Las partículas mediadoras son los *quanta* de los campos correspondientes: los fotones lo son del campo electromagnético, los gluones del campo fuerte, las partículas W y Z del campo débil y los gravitones del campo gravitacional. En otras palabras, los cuatro campos fundamentales son el campo de fotones (electromagnético), el de gluones (fuerte), el de partículas W y Z (débil) y el de gravitones (gravitacional)¹³. El problema en esa bella simetría de *cuatro cargas, cuatro interacciones, cuatro fuerzas, cuatro tipos de partículas mediadoras*

¹² Aunque no se incluyen en el cuadro, además de estas doce partículas, existen las correspondientes doce antipartículas: *positrón*, *antineutrino* y *antiquarks* en cada una de las tres familias. Para más detalles, v. B. POVH, K. RITH, C. SCHOLZ y F. ZETSCHKE, *Teilchen und Kerne: Eine Einführung in die physikalischen Konzepte*, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 1993.

¹³ Para más detalles, v. J.J. SAKURAY, *Modern Quantum Mechanics. Revised edition*, Addison-Wesley Publishing, Company Redwood City (CA), 1994; B. POVH, *op. cit.*; E. SEGRÉ, *Nuclei e particelle*, Zanichelli, Bologna, 1982.

y *cuatro campos* es que aún no ha sido detectado ningún gravitón y la gravedad, en sí, no encaja bien en el Modelo.

Dicho esto, en línea con las indicaciones sugeridas por Lakatos, MEFP sería un programa de investigación compuesto por:

1. Un *núcleo firme* (*hard core*), constituido por la clasificación en *fermiones, bosones, y fuerzas (o interacciones) fundamentales* a través de las cuales «interaccionan» las partículas elementales.
2. La *heurística positiva*, constituida —específicamente— por la *Teoría de la Supersimetría* (o SUSY), el *Mecanismo de Higgs* y la *Teoría de Cuerdas*.
3. El «*cinturón protector*» (*protective belt*) de *hipótesis auxiliares* y una *heurística negativa*; sintéticamente, la «estructura» de las hipótesis sobre la «unificación» de las *fuerzas fundamentales* (*gravitatorias, electromagnéticas, fuertes y débiles*), las hipótesis (implicadas por la *Supersimetría*) de la existencia de una correspondencia biunívoca entre fermiones y bosones, y la hipótesis (implicada por el *Mecanismo de Higgs*) de la existencia del *bosón de Higgs*¹⁴.

Ahora bien, a la luz de las indicaciones propuestas por la metodología lakatosiana, y en contraposición a la presunta deriva relativista implicada por la «tesis de Duhem-Quine»¹⁵, planteamos una investigación sociológica de tipo «descriptivo-exploratoria»¹⁶. El problema general es si la metodología de Lakatos puede explicar la sustitución de unas teorías por otras como el resultado de la aplicación de ciertas reglas de procedimiento universalmente válidas, reglas que puedan codificarse o identificarse como racionales. La pregunta de nuestra investigación sociológica, en términos más concretos, era si en una comunidad científica particular los criterios de elección adoptados por los científicos siguen los estándares formulados por Lakatos. Los aspectos del tema a investigar, identi-

¹⁴ El bosón de Higgs es una partícula elemental hipotética cuya existencia está predicha por el Modelo estándar. Se cree que este bosón juega un papel fundamental: según el Modelo estándar, es un componente del campo Higgs, el cual se cree que se extiende por todo el universo y da masa a las demás partículas. Hasta la fecha el bosón de Higgs no ha sido observado experimentalmente, a pesar de los esfuerzos realizados en grandes centros de investigación como el CERN o el Fermilab. Se espera que el Gran Colisionador de Hadrones (*Large Hadron Collider*) pueda confirmar la existencia de este bosón.

¹⁵ Para una revisión reciente de la obra lakatosiana en relación a la tesis de Duhem-Quine, cf. A. GÓMEZ RODRÍGUEZ, *Filosofía y Metodología de las ciencias sociales*, Alianza Editorial, Madrid, 2003; J. WATKINS, «The Propositional Content of the Popper-Lakatos Rift», Kluwer, Dordrecht, 2002, en G. KEMPIS (eds.), *op. cit.*; WORRALL, *op. cit.*

¹⁶ El autor del presente artículo fue uno de los participantes en la investigación, v. «Los límites del falsacionismo: un discusión sobre el Modelo Estándar», tesis de licenciatura, Facultad de Sociología, Universidad «La Sapienza», Roma, 2006). Algunos aspectos del «problema de indagación» de naturaleza estrechamente sociológica han sido publicados en E. FABBRICATORE, «Razionalità scientifica o razionalizza tecnica? Dal Modello standard spunti per una nuova riflessione», *Sociologia e ricerca sociale*, XXX, 85, 2008. En cuanto a la metodología «descriptivo-exploratoria», cf. P. CORBETTA, *Metodologia e tecniche della ricerca sociale*, Il Mulino, Bologna, 1999.



ficados prudentemente en el «proceso de reducción» del problema de indagación, han sido:

1. La necesidad de llegar a un análisis «circunscrito» de los contenidos relevantes formalizados por los físicos teóricos en la *heurística positiva* del «Modelo Estándar»;
2. la necesidad de llegar a una configuración sociológicamente relevante de la comunidad científica objeto de estudio;
3. la necesidad de llegar a una «descripción» teóricamente relevante respecto a los «procesos» y a las «dinámicas» de naturaleza *sociológica* que intervienen en la elección de las *hipótesis auxiliares* y de las *proposiciones teóricas* introducidas en la *heurística negativa* y en el *cinturón protector* de MEFP;
4. la posibilidad de llegar a una *reconfiguración epistemológica* del concepto de «racionalidad científica» a la luz de las diferentes «informaciones» contenidas en las entrevistas realizadas.

Dada la índole pionera de la investigación se consideró conveniente centrar la fase de recogida de las informaciones en el *Centro Europeo para la Investigación Nuclear* (CERN). La investigación, desarrollada en los años 2006 y 2007, ha sido realizada adoptando una *metodología de investigación social* de naturaleza *cualitativa*¹⁷. En este sentido, considerada la complejidad del objeto de indagación, se recurrió a *instrumentos y técnicas de revelaciones* como la «entrevista semi-estructurada» y las «técnicas basadas en la conversación»¹⁸. En síntesis, los contenidos estructurados en la entrevista realizada preveían:

1. Preguntas generales respecto a la *Teoría de la Supersimetría* (o SUSY), al *Mecanismo de Higgs* y a la *Teoría de Cuerdas*;
2. preguntas específicas sobre las pruebas experimentales que pudieran corroborar las teorías compartidas por los físicos teóricos;
3. preguntas específicas acerca de la existencia de anomalías —teóricas y empíricas— del modelo;
4. preguntas generales sobre las *creencias*, *expectativas* y *actitudes* de la comunidad científica bajo examen.

Antes de «*analizar en profundidad*» las diferentes evaluaciones concedidas por los físicos subatómicos entrevistados, es preciso subrayar que fueron seleccionados de diferentes equipos experimentales de investigación (ATLAS: *A Toroidal LHC Apparatus*; CMS: *Solenoide de Muones Compacto*; ALICE: *A Large Ion Collider Experiment*) y de entre los principales teóricos que se ocupan específicamente de los «contenidos»

¹⁷ Cf. M.S. AGNOLI, *Il disegno della ricerca sociale*, Carocci, Roma, 2004. Cf., además, E. CAMPPELLI, *Da un luogo comune: elementi di metodologia delle scienze sociali*, Carocci, Roma, 1999.

¹⁸ Cf. G. STATERA, *La ricerca sociale. Logica, strategie, tecniche*. Seam, Roma, 1996.

rígidamente formalizados en la *heurística positiva* del modelo. En síntesis, el sistema lógico-conceptual adoptado para la «estructuración», «recogida de información» y «análisis» de las *entrevistas semi-estructuradas* fue el siguiente¹⁹:

{ «Mecanismo de Higgs» = «*existencia masa*»
«Existencia SUSY» si y sólo si «*existencia Higgs*»
«Existencia Higgs» + «existencia SUSY»= «Unificación de las interacciones fundamentales»
«Teoría de Cuerdas»

De las «*entrevistas cualitativas*» realizadas, lo que sobresale es la existencia de una profunda fractura dentro de la «comunidad científica» entre los físicos teóricos, particularmente optimistas acerca de todas las proposiciones teóricas *formalizadas*, y los físicos experimentales. De hecho, según la mayoría de los experimentales,

... al modelo estándar le podemos añadir muchas «cosas» manteniendo su validez [...] sin alterar los resultados experimentales obtenidos hasta el presente; por ejemplo —sigue explicando un físico experimental entrevistado— la famosa partícula de Higgs, que como no ha sido observada aún, aunque sí predicha por consistencia y simplicidad, todavía no pertenece al Modelo Estándar (CERN, Físico experimental, Equipo CMS)

Otro físico experimental del equipo ALICE añade:

... hay muchos más parámetros en el Modelo Estándar que son libres, es decir, cuyo valor hay que medirlo experimentalmente y no es posible predecirlo teóricamente, como las constantes de acoplamiento, o las masas de las partículas [...] concretamente, las tres constantes de acoplamiento entre gluones, las doce masas de los seis quarks, de los tres electrones y de los tres neutrinos, el parámetro de violación de la simetría CP en la interacción fuerte; la masa del bosón de Higgs y su parámetro de autointeracción. Y muchos más parámetros libres... Depende de quién los cuente son 23 o al menos más de 20. Y no hemos mencionado la «posible» gravedad cuántica, la posible supersimetría ... las inobservables implicaciones de la teoría de supercuerdas ...

En síntesis, la mayoría de los problemas evidenciados por los «físicos experimentales» en estrecha conexión a la «concreta» aplicabilidad del modelo estándar, están principalmente asociados a los «grupos de simetría» que subyacen al mismo, $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$; es decir:

¹⁹ El «tratamiento», «síntesis» y «análisis» de las informaciones recogidas fueron realizados con programas informáticos para el análisis de datos cualitativos como QSR y Léxico.

- SU(3) corresponde a la *cromodinámica cuántica*, la *teoría de los quarks*;
- SU(2)xU(1) corresponde a la *teoría electrodébil* que unifica *electromagnetismo* U(1) y *fuerza nuclear débil* (responsable de los procesos en los que intervienen neutrinos).

Dicho eso, según los físicos experimentales, no hay ninguna *justificación teórica* «conocida» para que la realidad de las partículas elementales sea descrita en el marco de esta selección concreta de grupos de simetría. En teoría es una de las infinitas y posibles generalizaciones del electromagnetismo, parte U(1) del modelo, que son compatibles con la actual teoría cuántica de campos. Además, parecería que los «grupos de simetría» formalizados *ad-hoc* por los teóricos —en la *heurística positiva* del programa— determinan sólo qué partículas transmisoras de las fuerzas fundamentales existen; en cambio, con respecto a las partículas materiales que «su-fren» estas interacciones no afirma nada.

Cabe añadir que las valoraciones efectuadas por los entrevistados fortalecen la idea de que el proceso de selección de la mayoría de los enunciados teóricos que gravitan alrededor del modelo estándar se ven afectados por condicionamientos de naturaleza «extra-rationales». De forma específica, en referencia a la *Teoría de la Supersimetría* (o SUSY), resulta que:

... los experimentos hasta ahora efectuados en el CERN todavía no han mostrado prueba alguna de partículas supersimétricas —o de superparejas de quarks y gluones— predichas por la extensión del Modelo Estándar de la física de partículas. (CERN, Físico experimental, Equipo CMS)

En este sentido, la justificación ofrecida por los físicos experimentales, en referencia a la *adhesión obstinada* de los teóricos a un programa «aparentemente» regresivo (o *degenerativo*), por emplear la terminología de Lakatos, es que:

... cuando tienes que justificar la solicitud de mucho, mucho dinero, no te planteas el problema de la reducibilidad al campo observacional en términos precisos, pero intentas venderla como absolutamente prometedora y esto es exactamente lo que pasó tanto con la Supersimetría como con las Teorías de Supercuerdas ... la supersimetría es una idea particularmente atractiva porque permite muchas cosas [...] por ejemplo, la unificación concreta de las fuerzas electrodébil y fuerte; sin embargo, el problema que preocupa a los teóricos —y que difícilmente admitirán— es que los resultados actuales muestran una desviación de las predicciones basadas sobre el modelo estándar ... (CERN, Físico experimental, Equipo ALICE)

Y, además:

... hay que señalar que, en rigor, lo que daría masa a las partículas sería el campo de Higgs, en caso contrario sería necesario otro mecanismo para explicar la masa del bosón de Higgs [...] Un único campo de Higgs sería suficiente para explicar la masa de las partículas, pero podría haber otros tipos de campos de Higgs. El Modelo Estándar Supersimétrico (una extensión del Modelo Estándar) prevé la existencia de cinco bosones de Higgs; [...] aparentemente, los teóricos, no dudan de la existencia



del bosón de Higgs. ¿Y si no es detectado? ¿Será necesario modificar el Modelo Estándar? ¿Introducir nuevas hipótesis auxiliares? Pues parece ser una cuestión de tiempo y lugar. Pero ¿Cuándo? ¿Dónde? ... ¡Ah!, y sobre todo, ¿quién? (CERN, Físico experimental, Equipo CMS)

A la luz de cuanto se ha descubierto en nuestra investigación sobre la comunidad de físicos del CERN, parecería que, en la práctica investigadora, la cuestión metodológica fundamental respecto a la «propensión» a emplear criterios racionales para discernir entre «enunciados científicos» y «proposiciones extra-científicas» acaba necesariamente convertida en una discusión sobre qué convenciones seguir. Explicuemos esto.

El hecho de que, según los físicos experimentales entrevistados, tanto la teoría supersimétrica como el mecanismo de Higgs se muestren *empíricamente regresivos* implicaría, según la «contrarreforma» puesta en marcha por Lakatos, que el modelo de la física de partículas es un programa de investigación pseudocientífico. Lakatos nos dice que cuando el programa es superado por algún programa rival puede ser abandonado (*op. cit.*, p. 230). Sin embargo, la investigación desarrollada en el *CERN* de Ginebra demuestra que no está prevista la sustitución de las proposiciones teóricas formalizadas por los teóricos por parte de otras alternativas; lo cual significa que la metodología de los programas de investigación de Lakatos, con sus estándares de progresividad, en este contexto carece por completo de valor normativo.

Ya señalamos que Lakatos admite que a la hora de juzgar la racionalidad de un cambio en un momento puntual de la historia —como en el caso del modelo estándar— resulta imposible decidir cuándo un programa ha degenerado sin remisión posible o cuándo unos de los programas rivales (admitiendo que exista) ha conseguido una ventaja decisiva sobre otro. Esto limita el ámbito de aplicación de la propuesta lakatosiana, ya que no nos sirve para juzgar un programa que se está desarrollando en el presente, y del cual no tenemos un registro histórico lo suficientemente extenso como para valorarlo. Por otro lado, en relación a los datos recogidos en el CERN, no hay siquiera una alternativa teórica con la cual comparar el programa teórico que aparentemente ha entrado en regresión. La actitud por parte de la comunidad científica debería ser, en cualquier caso, diferente. La búsqueda de una alternativa más satisfactoria debería convertirse en una prioridad, entre los físicos teóricos al menos. Sin embargo, no es ésa la actitud que hemos detectado en nuestras entrevistas. Parece entonces que sea la propia comunidad científica la que decide tácitamente, en función de sus intereses y de sus tradiciones institucionales, lo que debe ser considerado como científico y lo que no; sin que ello implique que todo lo que recibe el marchamo de científico comparta un conjunto de características comunes. Según esta perspectiva, no hay nada que pueda ser considerado como un rasgo distintivo de la ciencia, excepto el de estar enmarcada dentro del marco institucional de lo que socialmente se admite como ciencia y científicos.

Hay que insistir en que la metodología de los programas de investigación científica conlleva una forma peculiar de entender la historia de la ciencia. Lakatos establece una distinción nítida entre la historia interna y la historia externa de la ciencia. Sintéticamente, la historia interna es para él una historia de los aspectos



estrictamente racionales de la ciencia, o, si se prefiere, una *reconstrucción racional y normativa* de la historia real de la ciencia que muestra el modo en que los casos históricos de progreso científico obedecieron a criterios metodológicos; la historia externa, por el contrario, es la historia *empírica* de los *factores residuales no-racionales*. Dado que la historia real de la ciencia nunca es completamente racional, todo enfoque interno debe ser completado con diversas explicaciones provenientes de la historia externa²⁰. Pero Lakatos considera que la historia interna es lo principal. Cuanto menos quede para explicar por la historia externa tanto mejor, pues tanto más racional será la imagen ofrecida del desarrollo científico, y más apropiada la metodología que permita tal reconstrucción. En este sentido, la metodología de los programas de investigación científica se declara capaz de integrar como internos muchos aspectos de la historia de la ciencia que otras metodologías dejaban como externos. Para un racionalista como Lakatos, ésta es precisamente una de sus mejores bazas.

Atendiendo a los datos recogidos en el *CERN*, esta concepción resulta inadmisibile. No está tan claro, por ejemplo, por qué habría de ser preferible una metodología que minimizase la influencia de los factores externos, cuando parece que éstos juegan un papel efectivo en la práctica cotidiana de la ciencia. Y aun más, en relación a la información facilitada por los físicos a propósito de la *Extensión Supersimétrica* del Modelo Estándar, se aprecia una mezcla inextricable de factores internos y externos impulsando la investigación científica, lo cual habla en contra de la separación tajante entre historia interna y externa tal como la entiende Lakatos. Aquí se aprecia la dificultad para separar los factores internos de los externos en una investigación científica concreta. Como justamente sugirió Kuhn, no hay siquiera acuerdo acerca de qué considerar como factor interno y qué como factor externo²¹. Y por supuesto, no todos los filósofos, ni todos los científicos, según se ve en las entrevistas realizadas en el *CERN*, están dispuestos a considerar los factores externos como no-racionales sin más.

Dicho esto, que en la práctica investigadora no se plantee una distinción tajante y atemporal entre lo científico y lo extra-científico, no significa que para los científicos no quepa ninguna distinción en absoluto, o que ésta sea puramente convencional. Estamos más bien ante una cuestión gradual en la que es imposible trazar una frontera definida y definitiva, pero en la que pueden determinarse una serie de rasgos que, sin ser condiciones imprescindibles, ayuden a cualificar como más o menos científica a una teoría.

A la luz del retrato dibujado por la subcomunidad de los físicos de partículas entrevistados, parece que la elección de teorías y programas rivales no es algo que

²⁰ Cf. I. LAKATOS, *op. cit.*, pp. 148-149. Cf., además, I. LAKATOS y A. MUSGRAVE (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, Cambridge, 1970; tr. cast. *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1975.

²¹ Cf. T.S. KUHN, «Notes on Lakatos», en R.C. BUCK y R.S. COHEN (eds.), *PSA 1970. In Memory of Rudolf Carnap*, Reidel, Dordrecht, 1971 (vers. cast. en Lakatos, 1982).

pueda ser equiparado a una inferencia lógica o a un procedimiento algorítmico de algún tipo especial, ni tampoco a criterios de progresividad descontextualizados. Los criterios de evaluación, incluido el apoyo experimental, funcionan como *valores epistémicos*, no como reglas, y no determinan el juicio de los científicos; y los factores externos —sociales, políticos, psicológicos, culturales— influyen también de manera muy notable en dicho juicio. Como ha sido subrayado por el mismo Kuhn, el consenso sobre los valores entre diferentes comunidades de científicos es mayor incluso que sobre las generalizaciones simbólicas y sobre los modelos, y debido a ello cobran una especial importancia en los períodos de crisis, cuando la comunidad científica se encuentra dividida sobre esos otros elementos. Algunos de tales valores son la capacidad explicativa, la exactitud en las predicciones, la fertilidad en la formulación y solución de enigmas, la simplicidad, el rigor lógico-conceptual, la coherencia con otras teorías científicas aceptadas, la consistencia (interna y externa). Ahora bien, aunque estos valores epistémicos sean ampliamente compartidos, puede haber discrepancias a la hora de aplicarlos o de evaluar cuáles son más importantes y deben prevalecer sobre los demás²².

En este sentido, con respecto a la *Teoría de Cuerdas* y a la *Supersimetría*, nuestra investigación muestra que no hay algoritmos para la aceptación concluyente de una teoría; los criterios de elección, o de preferencia, al funcionar como *valores epistémicos*, ni son aceptados en el mismo orden jerárquico por toda la comunidad científica, ni son aplicados del mismo modo por todos los científicos. En otras palabras, por un lado hay quien puede preferir, por ejemplo, teorías más simples a teorías empíricamente más precisas (físicos teóricos *versus* físicos experimentales); y, por otro lado, la simplicidad o la precisión empírica pretendidas por una teoría no serán reconocidas igualmente por todos.

Los resultados recogidos en la comunidad de físicos del CERN han puesto en cuestión, además, el presunto carácter único de la racionalidad imperante en la ciencia. Han sugerido que la fiabilidad, la validez y, en su caso, la verdad, se obtienen en la ciencia —como institución social específica— del mismo modo en que se obtienen en la actividad epistémica general en cualquier otra organización o cultura; y han mostrado que el rigor no es una condición *sine qua non* de la ciencia: es parte del ciclo de investigación, y puede coexistir en el mismo campo de investigación —e incluso en el mismo proyecto o dominio de problemas— con conceptos y métodos menos rigurosos. En otras palabras, los estándares de rigor y de validez están histórica y culturalmente condicionados.

En cuanto al papel de los factores externos, la visión que prevalece hoy es que dichos factores no son ni mucho menos despreciables, pero tampoco exclusivos. Y sobre todo, que bastantes de estos factores externos no deben ser excluidos por definición del campo de la racionalidad. Nuestra investigación pone de relieve que

²² Cf T.S. KUHN, «Objetividad, juicios de valor y elección de teoría» en *La tensión esencial*, FCE, Madrid, 1982, pp. 344-364. Cf., además, T.S. KUHN, *La función del dogma en la investigación científica*, Cuadernos Teorema, Valencia, 1979.



los factores sociales no se consideran elementos extrínsecos que influyen desde fuera, sino que son inseparables del proceso cognitivo que impulsa el trabajo científico en una u otra dirección, impregnando la ciencia desde dentro en todas sus manifestaciones. El centro de atención lo ocupa el entramado social que se constituye dentro del propio laboratorio durante el desarrollo cotidiano de la investigación²³. Como ha subrayado Niiniluoto:

cualquier marco comprensivo para los estudios sobre la ciencia debe reconocer que las opiniones de las comunidades científica pueden depender de una variedad de diferentes tipos de factores — entre ellos las razones «internas», los argumentos, los prejuicios, los errores, la comunicación persuasiva y las influencias sociales externas. El hecho de que los sujetos del conocimiento científico estén siempre socialmente situados no excluye su interacción con los objetos del conocimiento. [...] La tarea de una teoría de la ciencia debería ser proporcionar un modelo plausible que mostrara *dónde y cómo* pueden jugar un papel en la práctica científica los factores externos²⁴.

Ésta es, indudablemente, una tarea por hacer. Después de ver el modo en que se manejan los científicos, no parece adecuado acometerla, en cualquier caso, bajo la máxima lakatosiana de ganar terreno para la historia interna a costa de reducir la historia externa al máximo.

4. CONCLUSIONES

A pesar del esfuerzo de Lakatos por aunar en un todo coherente lo mejor del modelo popperiano y de las aportaciones del giro historicista, nuestra investigación empírica pone en evidencia que su plataforma epistemológica carece de valor normativo. Los resultados recogidos en el CERN muestran que el modelo de Lakatos no proporciona ninguna regla acerca de cuándo habría que abandonar un programa «aparentemente» regresivo para aceptar otro progresivo (admitiendo que exista una alternativa más progresiva), ya que cualquier decisión al respecto será racionalmente justificable. El fracaso de dicho modelo metodológico al contraponerlo a la práctica científica nos obliga, en suma, a buscar una explicación del progreso científico desde un repertorio conceptual distinto.

Recibido: mayo 2011

Aceptado: septiembre 2011

²³ «Admitir que los científicos tienen interés y objetivos ideológicos y profesionales e ignorar estos factores en beneficio de algún tipo de modelo idealista de la investigación sólo oculta las realidades sociales complejas que ligan el descubrimiento y la validación con cuestiones de *status*, poder y prestigio, que hacen que la ‘corrección’ cognitiva sea dependiente del contexto, y que conectan las teorías, los métodos y la organización social» (cf. S. RESTIVO, «In the Wake of the Winner», *Philosophica*, 60 (2), 1997, pp. 57-73).

²⁴ Cf. I. NIINILUOTO, *Critical Scientific Realism*, Oxford University Press, Oxford, 1999, p. 259.