

Imre Lakatos

La metodología de los programas de investigación científica

Editado por
John Worall y Gregory Currie

Versión española de
Juan Carlos Zapatero

Revisión de
Pilar Castrillo

Alianza
Editorial

INDICE

Introducción: ciencia y pseudociencia	9
1. <i>La falsación y la metodología de los programas de investigación científica</i>	17
1. La ciencia: ¿razón o religión?	17
2. Falibilismo <i>versus</i> falsacionismo	20
3. Una metodología de los programas de investigación científica	65
4. Los programas de investigación: Popper <i>versus</i> Kuhn.	119
<i>Apéndice: Popper, el falsacionismo y la «Tesis Duhem-Quine»</i>	123
2. <i>La historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales.</i>	134
Introducción	134
1. Metodologías de la ciencia rivales: las reconstrucciones racionales como guías de la Historia	135
2. Comparación crítica de las metodologías: la historia como contrastación de su reconstrucción racional	158

3. <i>Popper y los problemas de demarcación e inducción ...</i>	180
Introducción	180
1. Popper y la Demarcación	181
2. Soluciones positivas y negativas del problema de la Inducción: escepticismo y falibilismo	199
4. <i>¿Por qué superó el programa de investigación de Copérnico al de Tolomeo?</i>	216
Introducción	216
1. Exposiciones empiristas de la «Revolución Copernicana»	218
2. El Simplicismo	222
3. Las exposiciones de Polanyi y Feyerabend de la Revolución Copernicana	226
4. La Revolución Copernicana a la luz de los programas de investigación científica	229
5. La Revolución Copernicana a la luz de la versión de Zahar de la metodología de los programas de investigación científica	236
6. Un epílogo sobre la Historia de la Ciencia y sus reconstrucciones racionales	242
5. <i>El efecto de Newton sobre las reglas de la Ciencia</i>	247
1. La ruta justificacionista hacia el psicologismo y el misticismo	247
2. Metodología <i>versus</i> Método en Newton	257
Bibliografía	284
Bibliografía de Lakatos	300
Indice de nombres	303
Indice de materias	309

tratar de *reducir*, como mínimo, el elemento convencional del falsacionismo (posiblemente no es posible eliminarlo) y sustituir las versiones *ingenuas* del falsacionismo metodológico [caracterizadas por las tesis 1) y 2) descritas más arriba] por una versión sofisticada que ofrezca un nuevo *rationale* de la falsación y recupere así la metodología y la idea del progreso científico. Tal es el camino adoptado por Popper y el que yo intento seguir⁹⁴.

c) *Falsacionismo metodológico ingenuo versus sofisticado.*

Cambios progresivos y regresivos de las problemáticas

El falsacionismo sofisticado difiere del ingenuo tanto en sus reglas de *aceptación* (o «criterio de demarcación») como en sus reglas de *falsación* o eliminación.

Para el falsacionista ingenuo cualquier teoría que pueda interpretarse como experimentalmente falsable es «aceptable» o «científica»⁹⁵. Para el falsacionista sofisticado una teoría es «aceptable» o «científica» sólo si tiene un exceso de contenido empírico corroborado con relación a su predecesora (o rival); esto es, sólo si conduce al descubrimiento de hechos nuevos. Esta condición puede descomponerse en dos apartados: que la nueva teoría tenga exceso de contenido empírico («*aceptabilidad*₁») y que una parte de ese exceso de contenido resulte verificado («*aceptabilidad*₂»). El primer requisito puede confirmarse inmediatamente⁹⁶ mediante un análisis lógico *a priori*; el segundo sólo puede contrastarse empíricamente y ello puede requerir un tiempo indefinido.

Para el falsacionista ingenuo una teoría es *falsada* por un enunciado observacional («reforzado») ⁹⁷ que entra en conflicto con ella (o que decide interpretar como si entrara en conflicto con ella). Para el falsacionista sofisticado una teoría científica T queda falsada si y sólo si otra teoría T' ha sido propuesta y tiene las siguientes características: 1) T' tiene un exceso de contenido empírico con relación a T; esto es, predice hechos *nuevos*, improbables o incluso excluidos por T⁹⁸; 2) T' explica el éxito previo de T; esto es, todo el conte-

dica tal popularidad que la gente la considera como un planteamiento nuevo y atractivo? En ese caso sería verificada. Pero ¿le agradecería a Kuhn tal «verificación»?

⁹⁴ Feyerabend, quien probablemente contribuyó más que nadie a la difusión de las ideas de Popper, parece que ahora se ha pasado al bando enemigo. Cf. su misterioso (1970b).

⁹⁵ Cf. *arriba*, pp. 37-38.

⁹⁶ Pero cf. *abajo*, pp. 93-94.

⁹⁷ Cf. *arriba*, p. 36, texto de n. 53.

⁹⁸ Uso «predicción» en un sentido amplio que incluye la «retrodicción».

nido no refutado de T está incluido (dentro de los límites del error observacional) en el contenido de T', y 3) una parte del exceso de contenido de T' resulta corroborado⁹⁹.

Para evaluar estas definiciones debemos comprender nuestro problema original y sus consecuencias. En primer lugar debemos recordar el descubrimiento metodológico de los convencionalistas según el cual ningún resultado experimental es capaz de matar a una teoría; cualquier teoría puede ser salvada de los contraejemplos bien mediante algunas hipótesis auxiliares o mediante las adecuadas reinterpretaciones de sus términos. Los falsacionistas ingenuos solucionaron este problema relegando (en los contextos cruciales) las hipótesis auxiliares al terreno del conocimiento fundamental no problemático, eliminándolas del modelo deductivo correspondiente a la contrastación, y condenando, por tanto, a la teoría elegida al aislamiento lógico, una posición en la que tal teoría se convierte en el blanco pasivo de los ataques de los experimentos contrastadores. Pero puesto que este procedimiento no suministra una guía adecuada para realizar una reconstrucción racional de la historia de la ciencia, parece conveniente que reflexionemos sobre nuestras nociones. ¿Por qué buscar la falsación a cualquier precio? Por otra parte, ¿por qué no imponer ciertas reglas sobre los ajustes teóricos mediante los que se permite salvar a una teoría? Realmente algunas reglas de ese tipo han sido conocidas desde hace siglos y las podemos encontrar expresadas en las cuchufletas antiguas contra las explicaciones *ad hoc*, las farragosidades sin contenido o los trucos lingüísticos autodefensivos¹⁰⁰. Ya hemos visto que Duhem bosquejó tales reglas en términos de «simplicidad» y «ponderación»¹⁰¹. Pero ¿cuándo sucede que la falta de *simplicidad* del cinturón protector de ajustes teóricos alcanza el punto en que la teoría *debe* ser abandonada?¹⁰² Por ejem-

⁹⁹ Para una discusión detallada de estas reglas de aceptación y rechazo, y referencias a la obra de Popper, cf. MCE, cap. 8, pp. 228-43. Sobre algunas cualificaciones (relativas a la continuidad y a la consistencia como principios reguladores), cf. *abajo*, pp. 64-66 y 75-82.

¹⁰⁰ Molière, por ejemplo, ridiculizó a los doctores de su *Malade Imaginaire* que, interrogados sobre las razones por las que el opio produce sueño, responden que ello se debe a su *virtus dormitiva*. Se puede defender incluso que la famosa afirmación de Newton *hypotheses non fingo* realmente se dirigía contra las explicaciones *ad hoc* (como su propia explicación de las fuerzas gravitacionales mediante un modelo de éter diseñado para responder a las objeciones cartesianas).

¹⁰¹ Cf. *arriba*, pp. 32-33.

¹⁰² Por cierto, Duhem estaba de acuerdo con Bernard en que los experimentos exclusivamente (sin el auxilio de consideraciones relativas a la simplicidad) pueden decidir el destino de las teorías de la Fisiología. Pero defendió que ello no es posible en la Física (1905, cap. VI, sección 1).

plo, en qué sentido era la teoría copernicana más simple que la de Tolomeo? ¹⁰³. La confusa noción de «simplicidad» de Duhem hace que la decisión dependa de los gustos y las modas, como el falsacionista ingenuo argumentó correctamente ¹⁰⁴.

¿Es posible mejorar las nociones de Duhem? Popper lo hizo. Su solución (una versión sofisticada del falsacionismo metodológico) es más objetiva y más rigurosa. Popper conviene con los convencionalistas en que las teorías y las proposiciones fácticas siempre pueden ser reconciliadas con la ayuda de hipótesis auxiliares; conviene que el problema es cómo diferenciar los *ajustes* científicos de los pseudocientíficos, los cambios de teoría racionales de los irracionales. Según Popper el salvar a una teoría con ayuda de hipótesis auxiliares que satisfacen ciertas condiciones bien definidas, representa un progreso científico; pero el salvar a una teoría con ayuda de hipótesis auxiliares que no las satisfacen, representa una degeneración. Popper denomina a tales hipótesis auxiliares, inadmisibles «hipótesis *ad hoc*», *simples cambios lingüísticos*, «*estratagemas convencionalistas*» ¹⁰⁵. Pero entonces cualquier teoría científica debe ser evaluada en conjunción con sus hipótesis auxiliares, condiciones iniciales, etc., y, especialmente, en unión de sus predecesoras, de forma que se pueda apreciar la clase de *cambio* que la originó. Por lo tanto, lo que evaluamos es una *serie de teorías* y no las *teorías* aisladas. }

Ahora podemos entender con facilidad la razón por la que formulamos los criterios de aceptación y rechazo del falsacionismo metodológico sofisticado en la forma en que lo hicimos ¹⁰⁶. Con todo, puede resultar interesante el reformularlos ligeramente, expresándolos explícitamente en términos de *series de teorías*. }

Tomemos una serie de teorías T_1, T_2, T_3, \dots en la que cada teoría se obtiene añadiendo cláusulas auxiliares, o mediante reinterpretaciones semánticas de la teoría previa con objeto de acomodar alguna anomalía, y de forma que cada teoría tenga, al menos, tanto contenido como el contenido no refutado de sus predecesoras. Digamos que una serie tal de teorías es *teóricamente progresiva* (o que «cons-

¹⁰³ Koestler señala correctamente que fue Galileo quien creó el mito de que la teoría copernicana era sencilla (Koestler, 1959, p. 476); en realidad «el movimiento de la tierra no había sido muy eficaz para simplificar las viejas teorías, porque aunque los discutibles ecuantos habían desaparecido, el sistema aún estaba repleto de círculos auxiliares» (Dreyer, 1906, cap. XIII).

¹⁰⁴ Cf. *arriba*, p. 34.

¹⁰⁵ Popper (1934), secciones 19 y 20. He discutido con algún grado de detalle (bajo los títulos «Exclusión de anomalías», «Exclusión de excepciones» y «Reajuste de anomalías») estas *estratagemas* tal como aparecen en las matemáticas informales, cuasiempíricas; cf. mi (1963-64).

¹⁰⁶ Cf. *arriba*, p. 45.

tituye un cambio de problemática teóricamente progresivo») si cada nueva teoría tiene algún exceso de contenido empírico con respecto a su predecesora; esto es, si predice algún hecho nuevo e inesperado hasta entonces. Digamos que una serie de teorías teóricamente progresiva es también *empíricamente progresiva* (o que «constituye un cambio de problemática empíricamente progresivo») si una parte de este exceso de contenido empírico resulta, además, corroborado; esto es, si cada nueva teoría nos conduce al descubrimiento real de algún *hecho nuevo*¹⁰⁷. Por fin, llamaremos *progresivo* a un cambio de problemática si es progresivo teórica y empíricamente, y *regresivo* si no lo es¹⁰⁸. «Aceptamos» los cambios de problemáticas como científicos, sólo si, por lo menos, son teóricamente progresivos; si no lo son, los *rechazamos* como pseudocientíficos. El progreso se mide por el grado en que un cambio de problemática es progresivo, por la medida en que la serie de teorías origina descubrimientos de hechos nuevos. Consideramos «falsada» a una teoría de la serie cuando ha sido superada por una teoría con mayor contenido corroborado¹⁰⁹.

Esta diferenciación entre cambios de problemática progresivos y regresivos arroja nuevas luces sobre la evaluación de las *explicaciones científicas, o más bien, progresivas*. Si desarrollamos una teoría para resolver una contradicción entre una teoría previa y un contraejemplo, de forma tal que la nueva teoría en lugar de ofrecer una explicación incrementadora de contenido (científica), sólo ofrece una *reinterpretación* (lingüística) que disminuye tal contenido, la contradicción queda resuelta sólo de una forma semántica y acientífica. *Un hecho dado se explica científicamente sólo cuando otro hecho nuevo queda explicado además del primero*¹¹⁰.

¹⁰⁷ Si ya conozco P_1 : «el cisne A es blanco», $P_{(0)}$: «Todos los cisnes son blancos» no representa progreso alguno porque sólo puede conducir al descubrimiento de hechos adicionales similares tales como P_2 : «El cisne B es blanco». Las llamadas «generalizaciones empíricas» no constituyen progreso alguno. Un hecho *nuevo* debe ser improbable o incluso imposible a la luz del conocimiento previo. Cf. *arriba*, p. 45, y *abajo*, pp. 92 y ss.

¹⁰⁸ La adecuación del término «cambio de problemática» aplicado a una serie de teorías y no a una serie de problemas, puede ponerse en duda. Lo adopté, parcialmente, porque no encontré una alternativa más adecuada [«cambio de teoría» («theoryshift») suena muy mal] y parcialmente porque las teorías son siempre problemáticas y nunca solucionan todos los problemas que tratan de solucionar. En todo caso, y en la segunda mitad del artículo, la expresión más natural «programa de investigación» sustituirá a «cambio de problemática» en los contextos más relevantes.

¹⁰⁹ Sobre la falsación de series de teorías (o «programas de investigación») por oposición a la falsación de una teoría de la serie, cf. *abajo*, pp. 92 y ss.

¹¹⁰ Realmente en el manuscrito original de MCE, cap. 8, yo escribí: «Una teoría sin exceso de corroboración carece de exceso de poder explicativo; *por*

El falsacionismo sofisticado transforma así el problema de cómo evaluar las teorías en el problema de cómo evaluar las *series de teorías*. Se puede decir que es científica o no científica una serie de teorías, y no una teoría aislada: aplicar el término «científica» a una teoría *única* equivale a equivocar las categorías¹¹¹.

Durante mucho tiempo el requisito empírico de una teoría satisfactoria era la correspondencia con los hechos observados. Nuestro requisito empírico, para una serie de teorías, es que produzca nuevos hechos. *La idea de crecimiento y la noción de carácter empírico quedan soldadas en una.*

Esta versión revisada del falsacionismo metodológico tiene muchos rasgos nuevos. En primer lugar, niega que «en el caso de una teoría científica nuestra decisión dependa de los resultados de los experimentos. Si éstos confirman la teoría podemos aceptarla hasta que encontremos una mejor. Si la contradicen, la rechazamos»¹¹². Niega que «lo que en último término decide el destino de una teoría es el resultado de una contrastación; esto es, un acuerdo sobre enunciados básicos»¹¹³. En contra del falsacionismo ingenuo, *ningún experimento, informe experimental, enunciado observacional o hipótesis falsadora de bajo nivel bien corroborada puede originar por sí mismo la falsación*¹¹⁴. *[No hay falsación sin la emergencia de una teoría mejor*¹¹⁵.] Pero entonces se desvanece el carácter claramente nega-

ello, y según Popper, no representa crecimiento alguno y no es «científica»; por tanto deberíamos decir que carece de poder explicativo» (p. 239). Suprimí la mitad de la frase subrayada a petición de mis colegas que entendieron que sonaba demasiado extraño. Ahora siento haberlo hecho.

¹¹¹ El hecho de que Popper no distinguiera entre «teorías» y «series de teorías» le impidió tener un acceso afortunado a las ideas básicas del falsacionismo sofisticado. Su ambigua terminología originó muchas formulaciones confusas tales como «el marxismo (como núcleo central de una serie de teorías o de un “programa de investigación”) es irrefutable» y, al mismo tiempo, «el marxismo (como una conjunción particular de tal núcleo central con algunas hipótesis auxiliares específicas, condiciones iniciales y una cláusula *ceteris-paribus*) ha sido refutado» (cf. Popper, 1963a).

Por supuesto no hay nada equivocado en decir que una teoría individual, aislada, es «científica» si representa un progreso con relación a su predecesora, mientras se comprenda con claridad que en esta formulación evaluamos la teoría en el contexto y como resultado de un desarrollo histórico particular.

¹¹² Popper (1945), vol. II, p. 233. La actitud más sofisticada de Popper se refleja en la observación «las consecuencias concretas y prácticas pueden ser contrastadas de forma más directa mediante los experimentos» (*Ibid.*, subrayado añadido).

¹¹³ Popper (1934), sección 30.

¹¹⁴ Sobre el carácter *pragmático* de la «falsación» metodológica, cf. arriba, p. 37, n. 60.

¹¹⁵ «En la mayoría de los casos antes de refutar una hipótesis tenemos otra en la reserva» (Popper, 1959a, p. 87, n. * 1). Pero como demuestra nuestra ar-

tivo del falsacionismo ingenuo; la crítica se hace más difícil pero también positiva, constructiva. Naturalmente, si la falsación depende de la aparición de teorías mejores, de la invención de teorías que anticipen hechos nuevos, entonces la falsación *no* es simplemente una relación entre una teoría y la base empírica, sino una relación múltiple entre teorías rivales, la «base empírica» original y el crecimiento empírico que tiene su origen en la confrontación. Puede decirse, por tanto, que la falsación tiene un «*carácter histórico*»¹¹⁶. Más aún, algunas de las teorías que originan falsaciones, a menudo son propuestas *después* de la «contraevidencia». Esto puede sonar paradójico a aquellos adoctrinados en el falsacionismo ingenuo. Realmente esta teoría epistemológica de la relación entre teoría y experimento difiere rotundamente de la teoría epistemológica del falsacionismo ingenuo. El mismo término «contraevidencia» debe ser abandonado en el sentido de que ningún resultado experimental debe ser interpretado directamente como «contraevidencia». Si, con todo, deseamos retener este venerable término tenemos que redefinirlo del siguiente modo: «contraevidencia de T_1 » es un caso de corroboración de T_2 que o bien es inconsistente con o independiente de T_1 (a condición de que T_2 sea una teoría que explique satisfactoriamente el éxito empírico de T_1). Esto muestra que la «*contraevidencia crucial*» o los «*experimentos cruciales*» sólo pueden reconocerse como tales entre la plétora de anomalías, *retrospectivamente*, a la luz de alguna teoría superadora¹¹⁷.

Por tanto, el elemento crucial en la falsación es si la *nueva teoría* ofrece alguna información nueva comparada con su predecesora y si una parte de este exceso de información está corroborado. Los jus-

gumentación *es necesario* que tengamos otra. Como dice Feyerabend: «La mejor crítica la suministran aquellas teorías que pueden sustituir a las rivales que han destruido» (1965, p. 227). Señala que en *algunos* casos «las alternativas serán enteramente indispensables para conseguir la refutación» (*ibid.*, p. 254). Pero según nuestro argumento *la refutación sin una alternativa no muestra sino la pobreza de nuestra imaginación para suministrar una hipótesis salvadora*. También cf. *abajo*, p. 52, n. 121.

¹¹⁶ Cf. MCE, cap. 8, pp. 239 y ss.

¹¹⁷ Según la visión miope del falsacionismo ingenuo, las teorías nuevas que sustituyen a las antiguas y refutadas, nacen sin estar refutadas. Por ello estos autores no creen que exista una diferencia relevante entre las anomalías y la contraevidencia crucial. Para ellos la anomalía es un eufemismo poco honesto para referirse a la contraevidencia. Pero en la historia real las nuevas teorías nacen refutadas: heredan muchas anomalías de la teoría antigua. Además es frecuente que sea *exclusivamente* la nueva teoría la que prediga el hecho que constituirá la contraevidencia crucial contra su predecesora, mientras que las anomalías «viejas» puede que subsistan como anomalías «nuevas».

Todo esto se aclarará cuando introduzcamos la noción de «programa de investigación»: cf. *abajo*, p. 69 y pp. 118 y ss.

tificacionistas valoraban las instancias «confirmadoras» de una teoría; los falsacionistas ingenuos insistían en las instancias «refutadoras»; para los falsacionistas metodológicos son los casos corroboradores (bastantes escasos) del exceso de información los que resultan cruciales y reciben toda la atención. Ya no estamos interesados en los miles de casos triviales de verificación ni en los cientos de anomalías claramente disponibles: lo decisivo son los pocos y cruciales *casos de verificación del exceso*¹¹⁸. Esta consideración rehabilita y reinterpreta el viejo proverbio: *Exemplum docet, exempla obscurant*.

La «falsación» en el sentido del falsacionismo ingenuo (contraevidencia corroborada) no es una condición *suficiente* para eliminar una teoría específica; a pesar de los cientos de anomalías conocidas no la consideramos como falsada (esto es, eliminada) hasta que no tengamos otra mejor¹¹⁹. Tampoco es la «falsación» en el sentido ingenuo, necesaria para la falsación en el sentido sofisticado; un cambio de problemática progresivo no tiene por qué estar sembrado de refutaciones. La ciencia puede crecer sin que ninguna refutación indique el camino. Los falsacionistas ingenuos sugieren un crecimiento lineal de la ciencia, en el sentido de que las teorías son seguidas de refutaciones poderosas que las eliminan, y tales refutaciones, a su vez, son seguidas por nuevas teorías¹²⁰. Es perfectamente posible que se propongan teorías «progresivamente» en una sucesión tan rápida que la refutación de la teoría n sólo aparezca como una corroboración de la $(n + 1)$. Lo que suscita la actividad científica febril es la proliferación de teorías en lugar de los contraejemplos o anomalías.

Esto prueba que la consigna «proliferación de teorías» es mucho más importante para el falsacionista sofisticado que para el ingenuo. Para el falsacionista ingenuo la ciencia crece mediante repetidas eliminaciones experimentales de las teorías; las nuevas teorías rivales propuestas antes de tales eliminaciones pueden acelerar el crecimiento pero no son absolutamente necesarias¹²¹; la proliferación constante

¹¹⁸ *El falsacionismo sofisticado origina una nueva teoría del aprendizaje*; cf. *abajo*, pp. 54.

¹¹⁹ Es claro que la teoría T' puede tener un exceso de contenido empírico corroborado con relación a otra teoría T incluso si ambas T y T' están refutadas. El contenido empírico nada tiene que ver con la verdad o la falsedad. Los contenidos corroborados también pueden ser comparados con independencia del contenido refutado. De este modo se aprecia la racionalidad de eliminar la teoría de Newton en favor de la de Einstein aun cuando puede decirse que la teoría de Einstein nació «refutada» como la de Newton. Debemos recordar que «confirmación cualitativa» es un eufemismo de «disconfirmación cuantitativa». Cf. vol. 2, MCE, pp. 238-39.

¹²⁰ Cf. Popper (1934), sección 85, p. 279 de la traducción inglesa (1959).

¹²¹ Es cierto que a una cierta clase de *proliferación de teorías rivales* se le permite desempeñar una función accidental heurística en la falsación. En muchos

de teorías es opcional y no obligatoria. Para el falsacionista sofisticado la proliferación de teorías no puede esperar a que las teorías aceptadas sean «refutadas» (o hasta que sus defensores entren en una crisis de confianza kuhniiana)¹²². Mientras que el falsacionista ingenuo insiste en «la urgencia de sustituir una hipótesis falsada por otra mejor»¹²³, el falsacionista sofisticado reitera la urgencia de sustituir *cualquier* hipótesis por otra mejor. La falsación no puede «forzar al teórico a buscar una teoría mejor»¹²⁴ simplemente porque la falsación no puede preceder a la teoría mejor.

El cambio de problemática desde falsacionismo ingenuo al sofisticado involucra una dificultad semántica. Para el falsacionista ingenuo una «refutación» es un resultado experimental que, en virtud de sus decisiones, se hace que entre en conflicto con la teoría objeto de contrastación. Pero, según el falsacionismo sofisticado, no se deben adoptar tales decisiones antes de que el supuesto «caso refutador» no se haya convertido en el ejemplo confirmador de otra teoría mejor. Por ello, siempre que vemos términos como «refutación», «falsación», «contraejemplo» debemos confirmar en cada caso si tales términos se aplican mediante decisiones adoptadas por el falsacionista ingenuo o sofisticado¹²⁵.

¶ *El falsacionismo metodológico sofisticado* ofrece nuevos criterios de honestidad intelectual. La honestidad justificacionista exigía la aceptación exclusiva de lo que había sido probado y el rechazo de

casos la falsación, heurísticamente, «depende' de (la condición) de que exista un número suficiente de teorías suficientemente distintas» (Popper, 1940). Por ejemplo, puede que tengamos una teoría T aparentemente no refutada. Pero puede suceder que una nueva teoría T', inconsistente con T, sea propuesta y que se corresponda igualmente con los hechos disponibles; las diferencias son más reducidas que los márgenes de error observacional. En tales casos la inconsistencia nos impulsa a mejorar nuestras «técnicas experimentales» refinando así la «base empírica» de modo que T o T' (o ambas) puedan ser refutadas: «Necesitamos (una) nueva teoría para descubrir en dónde la teoría antigua era deficiente» (Popper, 1963a, p. 246). Pero la función de esta proliferación es *accidental* en el sentido de que una vez refinada la base empírica, la lucha se establece entre esta base empírica refinada y la teoría T que se contrasta; la teoría rival T' actuó solamente como un *catalizador*. (También cf. *arriba*, p. 50, n. 115.)

¹²² También cf. Feyerabend (1965), pp. 254-55.

¹²³ Popper (1959a), p. 87, n. * 1.

¹²⁴ Popper (1934), sección 30.

¹²⁵ Cf. también *arriba*, p. 37, n. 60. Posiblemente en el futuro sería mejor abandonar completamente estos términos del mismo modo que hemos abandonado términos como «prueba inductiva (o experimental)». Podemos llamar anomalías a las «refutaciones» (ingenuas) y teorías «superadas» a las teorías (sofisticadamente) falsadas. Nuestro lenguaje «ordinario» está repleto de dogmatismo «inductivista» y también de dogmatismo falsacionista. Procede realizar una reforma.

todo aquello carente de prueba. La honestidad neojustificacionista pedía que se especificara la probabilidad de cualquier hipótesis teniendo en cuenta la evidencia empírica disponible. La honestidad del falsacionismo ingenuo requería la contrastación de lo falsable y el rechazo de lo no falsable y de lo falsado. Por fin, la honestidad del falsacionismo sofisticado pide que se intenten ver las cosas desde diferentes puntos de vista, que se propongan otras teorías que anticipen hechos nuevos y que se rechacen las teorías que han sido superadas por otras más poderosas.

El falsacionismo metodológico sofisticado combina varias tradiciones diferentes. Hereda de los empiristas la determinación de aprender, fundamentalmente, de la experiencia. De los kantianos adopta el enfoque activista de la teoría del conocimiento. De los convencionalistas han aprendido la importancia de las decisiones en metodología.

Me gustaría insistir aquí en un rasgo distintivo adicional del empirismo metodológico sofisticado: la función crucial del exceso de corroboración. Para el inductivista aprender acerca de una nueva teoría es aprender cuánta evidencia confirmadora la apoya; nada se *aprende* de las teorías refutadas (después de todo, aprender es acumular *conocimiento* probado o probable). Para el falsacionista dogmático aprender acerca de una teoría es aprender si está refutada o no; nada se aprende de las teorías confirmadas (nada puede ser probado ni convertido en probable); acerca de las teorías refutadas se aprende que han sido probadas falsas¹²⁶. Para el falsacionista sofisticado aprender acerca de una teoría es fundamentalmente aprender qué nuevos hechos anticipó; realmente para la clase de empirismo popperiano que defiende, la única evidencia relevante es la evidencia anticipada por una teoría, y *el carácter empírico (o carácter científico) y el progreso teórico están inseparablemente relacionados*¹²⁷.

Esta idea no es enteramente nueva. Leibnitz, por ejemplo, en su famosa carta a Conring, de 1678, escribió: «Constituye gran virtud en una hipótesis (próxima a ser verdad probada) el que gracias a ella puedan realizarse predicciones incluso acerca de fenómenos y experimentos nunca ensayados»¹²⁸. La noción de Leibnitz fue ampliamente

¹²⁶ Para una defensa de esta teoría del «aprendizaje por la experiencia», cf. Agassi (1969).

¹²⁷ *Estas observaciones muestran que «aprender de la experiencia» es una idea normativa; por ello, todas las teorías puramente «empíricas» sobre el aprendizaje eluden la médula del problema.*

¹²⁸ Cf. Leibnitz (1678). La expresión entre paréntesis muestra que Leibnitz consideraba este criterio como un segundo óptimo y que entendía que las teo-

te aceptada por los científicos. Pero puesto que, con anterioridad a Popper, la evaluación de una teoría científica equivalía a evaluar su grado de justificación, algunos lógicos consideraron que esta postura era insostenible. Mill, por ejemplo, en 1843 afirma horrorizado que «parece pensarse que una hipótesis... tiene derecho a una recepción más favorable si, además de explicar todos los hechos previamente conocidos, lleva a la anticipación y predicción de otros que posteriormente son verificados por la experiencia»¹²⁹. Mill daba en el blanco: esta evaluación entraba en conflicto tanto con el justificacionismo como con el probabilismo. ¿Por qué un acontecimiento tiene superior poder probatorio si ha sido anticipado por una teoría, que si ya era conocido con anterioridad? Mientras la *prueba* fuera el único criterio para establecer el carácter científico de una teoría, la regla de Leibnitz sólo podía ser considerada como irrelevante¹³⁰. Además, la *probabilidad* de una teoría a la luz de cierta evidencia no puede resultar afectada, como Keynes señaló, por el *periodo temporal* en que se consiguió tal evidencia; la probabilidad de una teoría, supuesta cierta evidencia, sólo puede depender de la teoría y de la evidencia¹³¹ y no del hecho de que la evidencia se obtuviera antes o después de la teoría.

A pesar de esta convincente crítica justificacionista algunos de los mejores científicos retuvieron el criterio porque formulaba su profundo disgusto ante las explicaciones puramente *ad hoc* que «aunque realmente expresan los hechos (que tratan de explicar) no están apoyadas por ningún otro fenómeno»¹³².

Popper fue el primero que reconoció que la inconsistencia aparente entre, por una parte, los escasos, aislados y casuales comentarios en contra de las hipótesis *ad hoc*, y, por otra, el enorme edificio de la filosofía justificacionista, debía ser resuelta demoliendo el justificacionismo e introduciendo nuevos criterios no justificacionistas y contrarios a la condición *ad hoc*, para evaluar las teorías científicas.

rías mejores son aquellas que están probadas. Por tanto, la posición de Leibnitz (como la de Whewell) está muy lejos del auténtico falsacionismo sofisticado.

¹²⁹ Mill (1843), vol. II, p. 23.

¹³⁰ Este fue el argumento de J. S. Mill (*ibid.*). Lo empleó contra Whewell, quien entendía que «la adecuación de inducciones» o predicciones acertadas de acontecimientos improbables *verifica* (esto es, *prueba*) una teoría. (Whewell, 1858, pp. 95-6). Sin duda *el error básico de la filosofía de la ciencia de Whewell y de la de Duhem es la ausencia de una distinción entre poder predictivo y verdad probada. Popper separó ambos conceptos.*

¹³¹ Keynes (1921), p. 305. Pero cf. MCE, cap. 8, p. 246.

¹³² Este es el comentario crítico de Whewell sobre las hipótesis auxiliares *ad hoc* de la teoría de la luz newtoniana (Whewell, 1858, vol. II, p. 317).

Consideremos algunos ejemplos. La teoría de Einstein no es mejor que la de Newton *porque* la de Newton haya sido refutada y la de Einstein no lo haya sido: existen muchas «anomalías» conocidas de la teoría einsteiniana. La teoría de Einstein es mejor que (esto es, representa un progreso comparada con) la teoría de Newton *de* 1916 (la ley de la dinámica de Newton, la ley de gravitación, el conjunto conocido de condiciones iniciales, «menos» la lista de anomalías conocidas tales como el perihelio de Mercurio) *porque* explicaba todo aquello que la teoría de Newton había explicado con éxito y, en cierta medida, algunas anomalías conocidas, y, además, prohibía ciertos acontecimientos como la transmisión de la luz en línea recta en la proximidad de grandes masas sobre los que la teoría de Newton nada afirmaba, pero que habían sido permitidos por otras teorías científicas bien corroboradas de la época; más aún, *por lo menos una parte* del inesperado exceso de contenido de la teoría de Einstein fue *corroborado* de hecho (por ejemplo, mediante los experimentos de los eclipses).

Por otra parte, según estos criterios sofisticados la teoría de Galileo, según la cual el movimiento natural de los objetos terrestres era circular, no introducía ninguna mejora porque no prohibía ningún acontecimiento que no hubiera sido prohibido por las teorías relevantes que él trataba de superar (esto es, por la física aristotélica y por la cinemática celeste copernicana). Por ello esta teoría era *ad hoc* y, por ello, carente de valor (desde un punto de vista heurístico)¹³³.

Un ejemplo precioso de teoría que sólo satisface la primera parte del criterio popperiano de progreso (exceso de contenido) pero no la segunda parte (exceso de contenido corroborado) fue ofrecido por el mismo Popper: la teoría de Bohr-Kramers-Slater de 1924. *Todas* las predicciones nuevas de esta teoría fueron refutadas¹³⁴.

Consideremos, finalmente, cuánto convencionalismo sobrevive en el falsacionismo sofisticado. Ciertamente, menos que en el falsacionismo ingenuo. Necesitamos un número *menor* de decisiones metodológicas. La «cuarta clase de decisión», que era esencial para la versión ingenua¹³⁵, ahora resulta completamente redundante. Para apreciar esto nos basta con entender que si una teoría científica con-

¹³³ En la terminología de mi (1968b) esta teoría era *ad hoc*₁ (cf. MCE, cap. 8, n. 1); originalmente el ejemplo me lo sugirió Paul Feyerabend como un paradigma de teoría valiosa *ad hoc*. Pero cf. *abajo*, p. 77, especialmente n. 191.

¹³⁴ En la terminología de mi (1968b) esta teoría no era *ad hoc*₁, sino *ad hoc*₂ (cf. MCE, cap. 8, p. 242, n. 182). Para una ilustración sencilla pero artificial, consúltese *ibid.*, p. 179, n. 1. (Sobre *ad hoc*₂, cf. *abajo*, p. 117, n. 320.)

¹³⁵ Cf. *arriba*, pp. 39-40.

sistente en algunas «leyes de la naturaleza», ciertas condiciones iniciales, y teorías auxiliares (pero sin una cláusula *ceteris paribus*) entra en conflicto con algunas proposiciones fácticas, no es necesario decidir qué parte (explícita u «oculta») debemos sustituir. Podemos ensayar la sustitución de *cualquier* parte y sólo cuando hayamos logrado una explicación de la anomalía con la ayuda de algún cambio acrecentador del contenido (o hipótesis auxiliar) y la naturaleza lo corrobore, procederemos a eliminar el conjunto «refutado». Por tanto, la falsación sofisticada es un procedimiento más lento pero posiblemente más seguro que la falsación ingenua.

Consideremos un ejemplo. Supongamos que el curso de un planeta difiere del curso anticipado. Algunos concluyen que esto refuta la teoría dinámica y gravitacional aplicada; las condiciones iniciales y la cláusula *ceteris paribus* han sido brillantemente corroboradas. Otros concluyen que esto refuta las condiciones iniciales utilizadas en los cálculos: la teoría dinámica y gravitacional ha sido magistralmente corroborada en los últimos doscientos años y resultaron ser erróneas todas las sugerencias relativas a la actuación de otros factores. Otros, sin embargo, concluyen que la situación refuta el supuesto subyacente de que no operaban otros factores excepto aquellos que se tenían en cuenta: tal vez estas personas están influidas por el principio metafísico de que cualquier explicación es sólo aproximada debido a la complejidad infinita de los factores involucrados en la determinación de cualquier acontecimiento individual. ¿Debemos encomiar a los primeros por ser «críticos», regañar a los segundos por mostrarse «interesados» y condenar a los terceros como «apologístas»? No. No necesitamos extraer ninguna conclusión sobre tal «refutación». Nunca rechazamos una teoría específica por medio de un simple *fiat*. Si nos enfrentamos con una inconsistencia como la mencionada no es necesario decidir qué ingredientes de la teoría consideraremos como problemáticos y cuales como no problemáticos; estimamos que todos los ingredientes son problemáticos a la luz del conflictivo y aceptado enunciado básico e intentamos sustituir todos ellos. Si tenemos éxito y sustituimos algún ingrediente de modo «progresivo» (esto es, de modo que el sustituto tenga más contenido empírico corroborado que el original) decimos que ha sido «falsado».

Tampoco necesitamos la *quinta clase de decisión* del falsacionista ingenuo¹³⁶. Para apreciar esta cuestión examinemos de nuevo el problema de la evaluación de las teorías (sintácticamente) metafísicas, y el de su retención y eliminación. La solución «sofisticada» es obvia. Retenemos una teoría sintácticamente metafísica mientras los

¹³⁶ Cf. *arriba*, pp. 41-42.

casos problemáticos puedan explicarse mediante cambios acrecentadores de contenido en las hipótesis auxiliares anejas a la misma ¹³⁷. Tomemos, por ejemplo, la metafísica cartesiana C: «en todos los procesos naturales hay un mecanismo de relojería regulado por principios animadores *a priori*». Esto es sintácticamente irrefutable; no puede entrar en conflicto con ningún «enunciado básico»-espaciotemporalmente singular. Por supuesto, puede entrar en conflicto con una teoría refutable como N: «la gravitación es una fuerza igual a $m_1 m_2 / r^2$ que *actúa a distancia*». Pero N sólo se opondrá a C si «acción a distancia» se interpreta literalmente y como si representara, además, una verdad *última*, no reducible a causas aún más profundas. (Popper llamaría a ésta una interpretación «esencialista»). Alternativamente, podemos considerar la «acción a distancia» como una causa mediata. En tal caso interpretamos «acción a distancia» de forma figurada y consideramos tal expresión como el apelativo de algún oculto mecanismo de acción por contacto. (Esta interpretación puede ser calificada de «nominalista»). En este caso tratamos de explicar N por medio de C como hicieron el mismo Newton y varios físicos franceses del siglo XVIII. Si una teoría auxiliar que consigue llegar a esta explicación (o si se prefiere, a esta «reducción») origina nuevos hechos (esto es, si es «independientemente contrastable») la metafísica cartesiana debería ser considerada como metafísica valiosa, científica, empírica y generadora de un cambio progresivo de problemática. Una teoría, sintácticamente metafísica, progresiva, produce un continuo cambio progresivo en su cinturón protector de teorías auxiliares. Si la reducción de la teoría al «marco conceptual» metafísico no origina nuevo contenido empírico ni tampoco hechos nuevos, entonces la reducción representa un cambio de problemática regresivo; es un mero ejercicio lingüístico. Los esfuerzos cartesianos por remozar su «metafísica» con la finalidad de explicar la gravitación newtoniana son un notable ejemplo de tal reducción meramente lingüística ¹³⁸.

¹³⁷ Esta condición sólo se puede formular con total claridad en términos de la metodología de los programas de investigación que se explicará en § 3; retenemos una teoría sintácticamente metafísica como «centro firme» de un programa de investigación mientras que la heurística positiva asociada produzca un cambio progresivo en el «cinturón protector» de hipótesis auxiliares. Cf. abajo, pp. 70-72.

¹³⁸ Este fenómeno fue descrito en un excelente artículo de Whewell (1851), pero no pudo explicarlo desde un punto de vista metodológico. En lugar de reconocer la victoria del programa *progresivo* de Newton sobre el programa *regresivo* cartesiano, entendió que ésta era la victoria de la verdad probada sobre la falsedad. Para una discusión general de la demarcación entre reducción *progresiva* y *regresiva*, cf. Popper (1969a).

Por tanto, no eliminamos una teoría (sintácticamente) metafísica porque entre en conflicto con una teoría científica bien corroborada, como sugiere el falsacionismo ingenuo. La eliminamos si, a largo plazo, produce un cambio regresivo y si hay una metafísica rival y superior para sustituirla. La metodología de un programa de investigación con un «núcleo» metafísico no difiere de la metodología de otro dotado de un «núcleo» refutable excepto, tal vez, por lo que se refiere al nivel lógico de las inconsistencias que son la fuerza motriz del programa¹³⁹.

(Debe insistirse, sin embargo, en que la misma elección de la forma lógica en que se articula una teoría depende, en gran medida, de nuestras decisiones metodológicas. Por ejemplo, en lugar de formular la metafísica cartesiana como un enunciado «todos-ninguno» la podemos enunciar como un enunciado «todos»; «todos los procesos naturales son procesos mecánicos». Un enunciado básico que lo contradiría sería: «a es un proceso natural y no es mecánico». El problema es si, según las técnicas experimentales, o más bien, según las teorías interpretativas del momento, el enunciado «x no es un mecanismo» puede «establecerse» o no. Por tanto, la elección racional de la forma lógica de una teoría depende del estado de nuestro conocimiento; por ejemplo, un enunciado metafísico «todos-ningunos» actual puede convertirse mañana, con el cambio de nivel de las teorías observacionales, en un enunciado científico del tipo «todos». Ya he argumentado que son las series de teorías y no las teorías las que deben clasificarse como científicas o no científicas; ahora acabo de indicar que incluso la forma lógica de una teoría sólo puede adoptarse racionalmente sobre la base de una evaluación crítica del estado del programa de investigación en el que está incorporada.)

Las decisiones de primera, segunda y tercera clase del falsacionismo ingenuo¹⁴⁰ no pueden ser evitadas, pero como veremos se puede reducir ligeramente el elemento convencional en las decisiones de segunda y tercera clase. No podemos evitar las decisiones sobre qué clase de proposiciones son las «observacionales» y cuáles son las «teóricas». Tampoco podemos evitar las decisiones sobre el valor de verdad de algunas «proposiciones observacionales». Estas decisiones son vitales para decidir si un cambio de problemática es empíricamente progresivo o regresivo¹⁴¹. Pero el falsacionista sofisticado puede, al menos, mitigar la arbitrariedad de esta segunda clase de decisión, aceptando un *procedimiento de apelación*.

¹³⁹ Cf. *arriba*, p. 58, n. 137.

¹⁴⁰ Cf. *arriba*, pp. 34-35 y p. 37.

¹⁴¹ Cfr. *arriba*, pp. 48-49.

Los falsacionistas ingenuos no establecen ningún procedimiento de apelación análogo. Aceptan un enunciado básico si está respaldado por una hipótesis falsadora bien corroborada¹⁴² y permiten que destruya a la teoría que se contrasta aun cuando conocen perfectamente los riesgos involucrados¹⁴³. Pero no hay razón para que no consideremos a una hipótesis falsadora, y al enunciado básico que apoya, como igualmente problemáticos que la hipótesis falsada. Ahora bien, ¿con qué precisión podemos manifestar el carácter problemático de un enunciado básico? ¿Sobre qué fundamentos pueden apelar y ganar los defensores de una teoría «falsada»?

Algunos dirán que podemos continuar contrastando el enunciado básico (o la hipótesis falsadora) «por sus consecuencias deductivas» hasta que por fin se alcance un acuerdo. Para esta contrastación deducimos, con el mismo modelo deductivo, consecuencias adicionales a partir del enunciado básico y con la ayuda de la teoría que se contrasta o bien de alguna otra teoría que consideramos carente de problemas. Aunque este procedimiento «no tiene un fin natural» siempre llegaremos a un punto en que desaparezcan los desacuerdos¹⁴⁴.

Pero cuando el teórico apela contra el veredicto del experimentador, el tribunal de apelación normalmente no investiga el enunciado básico, sino que más bien se interesa por la *teoría interpretativa* a cuya luz se ha establecido el valor de verdad de aquél.

Un ejemplo típico de una serie de apelaciones con éxito es la lucha de los proutianos contra la evidencia experimental desfavorable, desarrollada entre 1815 y 1911. Durante décadas la teoría de Prout, T («todos los átomos son compuestos de átomos de hidrógeno, y por ello los «pesos atómicos» de todos los elementos químicos deben ser expresables como números enteros»), se veía confrontada por hipótesis «observacionales» falsadoras como la «refutación» de Stas, R («el peso atómico del cloro es 35,5»). Como es sabido, finalmente T prevaleció sobre R¹⁴⁵.

La primera etapa de cualquier crítica seria de una teoría científica es reconstruir y mejorar su articulación lógico-deductiva. Hagamos esto en el caso de la teoría de Prout teniendo en cuenta la refutación de Stas. En primer lugar debemos comprender que en la formulación

¹⁴² Popper (1934), sección 22.

¹⁴³ Cf. e. g. Popper (1959a), p. 107, n. * 2. También cf. *arriba*, pp. 41-45.

¹⁴⁴ Esto se argumenta en Popper (1934), sección 29.

¹⁴⁵ Agassi pretende que este ejemplo muestra que «podemos retener las hipótesis a la vista de los hechos conocidos con la esperanza de que los hechos se ajustarán a la teoría en lugar de suceder lo contrario» (1966, p. 18). Pero ¿cómo pueden «ajustarse por sí mismos» los hechos? ¿En qué condiciones *particulares* ganaría la teoría? Agassi no suministra una respuesta.

que acabamos de citar T y R *no* eran inconsistentes. (Los físicos rara vez articularan sus teorías lo bastante como para que los críticos puedan atraparles). Para hacerlas inconsistentes tenemos que expresarlas de la forma siguiente: T: «los pesos atómicos de todos los elementos químicos puros (homogéneos) son múltiplos del peso atómico del hidrógeno», y R: «el cloro es un elemento químico puro (homogéneo) y su peso atómico es 35,5». El último enunciado tiene forma de una hipótesis falsadora que, de estar bien corroborada, nos permitiría usar enunciados básicos de la forma B: «El cloro X es un elemento químico puro (homogéneo) y su peso atómico es 35,5», donde X es el nombre propio de una «porción» de cloro, determinado, por ejemplo, mediante sus coordenadas espacio-temporales.

¿En qué medida está R bien corroborada? Su primer componente depende de R₁ «El cloro X es un elemento químico puro». Este fue el veredicto del químico experimentador tras una aplicación rigurosa de las «técnicas experimentales» del momento.

Examinemos con mayor precisión la estructura de R₁. En realidad R₁ representa una conjunción de dos enunciados más largos T₁ y T₂. El primer enunciado, T₁, podría ser éste: «Si a un gas se le aplican 17 procedimientos químicos de purificación, p₁, p₂, ... p₁₇, lo que queda será cloro puro». T₂ dice: «X fue sometido a los 17 procedimientos p₁, p₂, ... p₁₇». El cuidadoso «experimentador» aplicó los 17 procedimientos: T₂ debe ser aceptado. Pero la conclusión de que, por lo tanto, lo que queda *debe* ser cloro puro sólo es un «hecho sólido» en virtud de T₁. El experimentador al *contrastar* T aplicaba T₁. El *interpretaba* lo que veía a la luz de T₁; el resultado es R₁. *Con todo, en el modelo deductivo monoteórico de la contrastación esta teoría interpretativa no aparece en absoluto.*

¿Qué sucede si T₁, la teoría interpretativa, es falsa? ¿Por qué no «aplicar» T en lugar de T₁ y afirmar que los pesos atómicos *deben ser* números enteros? Entonces *ese* sería un «hecho sólido» a la luz de T, y T₁ queda destruida. Tal vez es necesario inventar y aplicar nuevos procedimientos adicionales de purificación.

El problema, entonces, *no* radica en decidir cuándo debemos retener una «teoría» a la vista de ciertos «hechos conocidos» y cuándo debemos actuar al revés. El problema *no* radica en decidir qué debemos hacer cuando las «teorías» entran en conflicto con los «hechos». Tal conflicto sólo lo sugiere el *modelo deductivo monoteórico*. Depende de nuestra decisión metodológica el que una proposición constituya un hecho o una «teoría» en el contexto de una contrastación. La «base empírica» de una teoría es una noción monoteórica; está *relacionada* con una estructura deductiva monoteórica. Podemos utilizarla como una primera aproximación, pero en caso de «apela-

ción» del teórico, deberemos utilizar un *modelo pluralista*. En este modelo pluralista el conflicto no sucede «entre teorías y hechos», sino entre dos teorías de nivel elevado; entre una *teoría interpretativa* que suministra los hechos, y una *teoría explicativa* que los explica; y puede suceder que la teoría interpretativa sea de un nivel tan elevado como la explicativa. El conflicto, por tanto, tampoco se produce entre una teoría de nivel lógico muy elevado y una hipótesis falsadora de bajo nivel. El problema no debe plantearse en términos de decidir si una «refutación» es real o no. El problema consiste en cómo reparar una *inconsistencia* entre la «teoría explicativa» que se contrasta y las teorías «interpretativas» explícitas u ocultas; o si se prefiere, el *problema es decidir qué teoría vamos a considerar como teoría interpretativa suministradora de los hechos sólidos, y cuál como teoría explicativa que los explica tentativamente*. En un modelo monotéorico consideramos la teoría de mayor nivel como una *teoría explicativa que ha de ser juzgada por los hechos suministrados desde el exterior* (por la autoridad del experimentador); en caso de conflicto, rechazamos la explicación¹⁴⁶. Alternativamente, en un modelo pluralista podemos considerar a la teoría de mayor nivel como una *teoría interpretativa encargada de juzgar los hechos suministrados desde el exterior*; en caso de conflicto podemos rechazar los «hechos» como si fueran «anormalidades». En un modelo pluralista de contrastación quedan unidas varias teorías más o menos organizadas deductivamente.

Sólo este argumento sería suficiente para hacer ver lo correcto de la conclusión, que extrajimos de argumentos previos y distintos, de que los experimentos no destruyen simplemente a las teorías y de que ninguna teoría prohíbe unos fenómenos especificables por adelantado¹⁴⁷. No es que nosotros propongamos una teoría y la naturaleza pueda gritar NO; se trata, más bien, de que proponemos un conjunto de teorías y la naturaleza puede gritar INCONSISTENTE¹⁴⁸.

¹⁴⁶ La decisión de usar algún modelo monotéorico es claramente esencial para el falsacionista ingenuo puesto que le capacita para rechazar una teoría sobre la base *exclusiva* de la evidencia experimental. *Ello se corresponde con la necesidad que siente de dividir radicalmente (al menos en una situación de contrastación) el conjunto de la ciencia en dos partes: lo problemático y lo no problemático* (cf. *arriba*, pp. 35-36). *Sólo la teoría que decide considerar como problemática es incorporada a su modelo de crítica deductiva.*

¹⁴⁷ Cf. *arriba*, p. 27.

¹⁴⁸ Responderé aquí a una posible objeción: «Realmente no necesitamos de la Naturaleza para saber que un conjunto de teorías es *inconsistente*. La *inconsistencia* (al revés de la falsedad) puede ser descubierta sin la ayuda de la Naturaleza». Pero el «NO» real de la Naturaleza, en una metodología monotéorica, adopta la forma de un «falsador potencial» reforzado, esto es, de una frase que, de acuerdo con esta terminología, pretendemos que ha sido pronunciada por la

El problema, por tanto, *se desplaza* desde el viejo problema de la sustitución de una teoría refutada por los «hechos» al nuevo problema de cómo resolver las inconsistencias entre teorías estrechamente relacionadas. ¿Cuál de las teorías mutuamente inconsistentes debe ser eliminada? El falsacionista sofisticado puede responder fácilmente a esta pregunta; se debe intentar sustituir primero una, después la otra, después posiblemente ambas, y optar por aquella nueva estructura que suministre el mayor incremento de contenido corroborado, que suministre el cambio más progresivo de problemática ¹⁴⁹.

Por ello hemos establecido un procedimiento de apelación para el caso de que el teórico desee poner en duda el veredicto negativo del experimentador. El teórico puede pedir que el experimentador especifique su «teoría interpretativa» ¹⁵⁰ y puede sustituirla (ante la desesperación del experimentador) por otra mejor, bajo cuya luz su teoría originalmente refutada puede obtener una valoración positiva ¹⁵¹.

Naturaleza y que es la *negación de nuestra teoría*. La INCONSISTENCIA proclamada por la Naturaleza, en una metodología pluralista, adopta la forma de un «enunciado fáctico» formulado de acuerdo con una de las teorías involucradas que pretendemos que ha sido pronunciado por la Naturaleza, y que, cuando es añadido a nuestras teorías propuestas, suministra un *sistema inconsistente*.

¹⁴⁹ Por ejemplo, en nuestro ejemplo previo (cf. *arriba*, pp. 35 y ss.) algunos pueden intentar sustituir la teoría gravitacional por una nueva y otros pueden intentar sustituir la radio-óptica por otra nueva; elegimos la alternativa que ofrece un crecimiento más espectacular, el cambio más progresivo de problemática.

¹⁵⁰ La crítica no *supone* la existencia de una estructura deductiva enteramente articulada, sino que la crea. (Por cierto, ese es el principal mensaje de mi 1963-64.)

¹⁵¹ Un ejemplo clásico de esta pauta es la relación de Newton con Flamsteed, el primer Astrónomo Real. Por ejemplo, Newton visitó a Flamsteed el 1 de septiembre de 1694 cuando trabajaba exclusivamente en su teoría lunar; le dijo que reinterpretara algunos de sus datos puesto que contradecían su propia teoría y le explicó con precisión cómo debía hacerlo. Flamsteed obedeció a Newton y le escribió el 7 de octubre: «Desde que Ud. se fue examiné las observaciones que había empleado para determinar las máximas ecuaciones de la órbita de la Tierra y considerando las posiciones de la Luna en distintos momentos..., he descubierto que (*si como Ud. entiende, la Tierra se inclina hacia el lado en que está la Luna en cada momento*) puede Ud. deducir aproximadamente 20''». Por tanto, Newton criticó y corrigió constantemente las teorías observacionales de Flamsteed. Newton enseñó a Flamsteed, por ejemplo, una teoría mejor sobre el poder refractario de la atmósfera; Flamsteed la aceptó y corrigió sus «datos» originales. Se comprende la humillación constante que debía sentir este gran observador y su furia, que crecía lentamente, al ver que sus datos eran criticados y mejorados por un hombre que, como él mismo reconocía, no realizaba observaciones por sí mismo: sospecho que fueron estos sentimientos los que finalmente originaron una estéril controversia personal.

Pero ni siquiera este procedimiento de apelación puede hacer otra cosa que no sea *posponer* la decisión convencional. Porque el veredicto del tribunal de apelación tampoco es infalible. Cuando decidimos si es la sustitución de la teoría «interpretativa» o de la «explicativa» lo que origina nuevos hechos, de nuevo tenemos que tomar una decisión acerca de la aceptación o rechazo de enunciados básicos. Por tanto, hemos pospuesto (y posiblemente mejorado) la decisión, pero no la hemos evitado¹⁵². Las dificultades relativas a la base empírica que confrontaban al falsacionismo «ingenuo» tampoco pueden ser evitadas por el falsacionismo «sofisticado». Incluso si consideramos a una teoría como «fáctica»; esto es, si nuestra lenta y limitada imaginación no puede ofrecer una alternativa para la misma (como solía decir Feyerabend), debemos adoptar decisiones, aunque sólo sean temporales y ocasionales, sobre su valor de verdad. *Incluso entonces la experiencia sigue siendo, en un sentido importante, el árbitro imparcial*¹⁵³ de la controversia científica. No podemos desembarazarnos del problema de la «base empírica» si queremos aprender de la experiencia¹⁵⁴, pero podemos conseguir que nuestro aprendizaje sea menos dogmático, aunque también menos rápido y menos dramático. Al considerar a ciertas teorías observacionales como problemáticas, podemos hacer que nuestra metodología sea más flexible; pero no podemos expresar e incluir en nuestro modelo deductivo crítico *todo* el «conocimiento básico» (o «ignorancia básica»). Este proceso debe ser fragmentario y en algún momento será necesario trazar una línea convencional.

Existe una objeción aplicable incluso a la versión sofisticada del falsacionismo metodológico que no puede ser contestada sin hacer alguna concesión al «simplicismo» de Duhem. La objeción es la llamada «paradoja de la adición». Según nuestras definiciones, si añadimos a una teoría algunas hipótesis de bajo nivel enteramente desprovistas de relación, ello puede constituir un «cambio progresivo». Es difícil eliminar tales maniobras sin exigir que los enunciados adicionales estén conectados con los enunciados originales de una forma *más intensa* que mediante la simple conjunción. Por supuesto, éste es un requisito análogo al de simplicidad que garantizaría la

¹⁵² Lo mismo se aplica a la tercera clase de decisión. Si sólo rechazamos una hipótesis estocástica en favor de otra que, en nuestro sentido, la supera, la forma precisa de las «reglas de rechazo» se hace *menos* importante.

¹⁵³ Popper (1945), vol. II, cap. 23, p. 218.

¹⁵⁴ Agassi de nuevo se equivoca en su tesis de que «los informes observacionales pueden ser tomados por falsos y ello elimina el problema de la base empírica» (Agassi, 1966, p. 20).

continuidad de las series de teorías de las que se puede decir que constituyen *un* cambio de problemática.

Ello nos origina problemas adicionales. Uno de los aspectos cruciales del falsacionismo sofisticado es que sustituye el concepto de *teoría*, como concepto básico de la lógica de la investigación, por el concepto de *serie de teorías*. (Lo que ha de ser evaluado como científico o pseudocientífico es una sucesión de teorías y no una teoría dada. Pero los miembros de tales series de teorías normalmente están relacionados por una notable continuidad que las agrupa en *programas de investigación*. Esta *continuidad* (reminiscente de la «ciencia normal» de Kuhn) juega un papel vital en la historia de la ciencia; los principales problemas de la lógica de la investigación sólo pueden analizarse de forma satisfactoria en el marco suministrado por una *metodología de los programas de investigación*.

3. Una metodología de los programas de investigación científica

He analizado el problema de la evaluación objetiva del crecimiento científico en términos de cambios progresivos y regresivos de problemáticas para series de teorías científicas. Las más importantes de tales series en el crecimiento de la ciencia se caracterizan por cierta *continuidad* que relaciona a sus miembros. Esta continuidad se origina en un programa de investigación genuino concebido en el comienzo. El programa consiste en reglas metodológicas: algunas nos dicen las rutas de investigación que deben ser evitadas (*heurística negativa*), y otras, los caminos que deben seguirse (*heurística positiva*)¹⁵⁵.

Incluso la ciencia en su conjunto puede ser considerada como un enorme programa de investigación dotado de la suprema regla heurística de Popper: «diseña conjeturas que tengan más contenido empírico que sus predecesoras». Como señaló Popper, tales reglas metodológicas pueden ser formuladas como principios metafísicos¹⁵⁶. Por ejemplo, la regla anticonvencionalista *universal* contra la eliminación de excepciones puede ser enunciada como el principio meta-

¹⁵⁵ Se puede señalar que la heurística positiva y negativa suministra una definición primaria e implícita del «marco conceptual» (y por tanto del lenguaje). El reconocimiento de que la historia de la ciencia es la historia de los programas de investigación en lugar de ser la historia de las teorías, puede por ello entenderse como una defensa parcial del punto de vista según el cual la historia de la ciencia es la historia de los marcos conceptuales o de los lenguajes científicos.

¹⁵⁶ Popper (1934), secciones II y 70. Utilizó «metafísico» como un término técnico perteneciente al falsacionismo ingenuo; una proposición contingente es «metafísica» si carece de «falsadores potenciales».

físico: «La Naturaleza no permite excepciones.» Por ello Watkins llamó a tales reglas «metafísica influyente»¹⁵⁷.

Pero en lo que estoy pensando fundamentalmente no es en la ciencia como un todo, sino en programas de investigación *particulares*, como el conocido por «metafísica cartesiana». La metafísica cartesiana, esto es, la teoría mecanicista del universo (según la cual el universo es uno gigantesco mecanismo y un sistema de vórtices, en el que el empuje es la única causa del movimiento), actuaba como un poderoso principio heurístico. Desalentaba que se trabajase en teorías científicas (como la versión «esencialista» de la teoría de acción a distancia de Newton) que eran inconsistentes con ella (*heurística negativa*). Por otra parte, alentaba el trabajo en las hipótesis auxiliares que podían salvarla de la aparente contraevidencia, como las elipses de Kepler (*heurística positiva*)¹⁵⁸.

a) *La heurística negativa: el «núcleo firme» del programa*

Todos los programas de investigación científica pueden ser caracterizados por su «núcleo firme». La heurística negativa del programa impide que apliquemos el *modus tollens* a este «núcleo firme». Por el contrario, debemos utilizar nuestra inteligencia para incorporar e incluso inventar hipótesis auxiliares que formen un *cinturón protector* en torno a ese centro, y *contra ellas* debemos dirigir el *modus tollens*. El cinturón protector de hipótesis auxiliares debe recibir los impactos de las contrastaciones y para defender al núcleo firme, será ajustado y reajustado e incluso completamente sustituido. Un programa de investigación tiene éxito si ello conduce a un cambio progresivo de problemática; fracasa, si conduce a un cambio regresivo.

✦ El ejemplo clásico de programa de investigación victorioso es la teoría gravitacional de Newton: posiblemente el programa de investigación con más éxito que ha existido nunca. Cuando apareció se encontraba inmerso en un océano de anomalías (o si se prefiere, «contraejemplos»¹⁵⁹) y en contradicción con las teorías observacionales que apoyaban a tales anomalías. Pero con gran inteligencia y

¹⁵⁷ Watkins (1958). Watkins advierte que «el bache lógico entre enunciados y prescripciones en el terreno metafísico-metodológico queda ilustrado por el hecho de que una persona puede rechazar una doctrina (metafísica) en su forma de enunciado fáctico, y aceptarla en su versión prescriptiva». (*Ibid.*, pp. 356-7.)

¹⁵⁸ Sobre este programa de investigación cartesiano, cf. Popper (1960b) y Watkins (1958), pp. 350-1.

¹⁵⁹ Para una clarificación de los conceptos «contraejemplo» y «anomalía», cf. *arriba*, pp. 39-40, y especialmente *abajo*, pp. 96-97, y texto de n. 248.

tenacidad, los newtonianos convirtieron un contraejemplo tras otro en ejemplos corroboradores, fundamentalmente al destruir las teorías observacionales originales con las que se había establecido la «evidencia contraria». En este proceso ellos mismos produjeron nuevos contraejemplos que también resolvieron posteriormente. «Hicieron de cada nueva dificultad una nueva victoria de su programa»¹⁶⁰.

En el programa de Newton la heurística negativa impide dirigir el *modus tollens* contra las tres leyes de la dinámica de Newton y contra su ley de gravitación. Este «núcleo» es «irrefutable» por decisión metodológica de sus defensores; las anomalías sólo deben originar cambios en el cinturón «protector» de hipótesis auxiliares «observacionales» y en las condiciones iniciales¹⁶¹.

He ofrecido un microejemplo resumido de un cambio progresivo de problemática newtoniana¹⁶². Si lo analizamos resulta que cada eslabón sucesivo de este ejercicio predice algún hecho nuevo; cada paso representa un aumento de contenido empírico; el ejemplo constituye un *cambio teórico consistentemente progresivo*. Además, cada predicción queda finalmente verificada, aunque en tres ocasiones seguidas pareció que habían sido «refutadas»¹⁶³. Mientras que el «progreso teórico» (en el sentido que aquí utilizamos) puede ser verificado inmediatamente¹⁶⁴, ello no sucede así con el «progreso empírico» y en un programa de investigación podemos vernos frustrados por una larga serie de «refutaciones» antes de que alguna hipótesis auxiliar ingeniosa, afortunada y de superior contenido empírico, convierta a una cadena de derrotas en lo que *luego* se considerará como una resonante historia de éxitos, bien mediante la revisión de algunos «hechos» falsos o mediante la adición de nuevas hipótesis auxiliares. Por tanto, podemos decir que hay que exigir que cada etapa de un programa de investigación incremente el contenido de forma consistente; que cada etapa constituya un *cambio de problemática teórica consistentemente progresivo*. Además de esto, lo único que necesitamos es que ocasionalmente se aprecie retrospectivamente que el incremento de contenido ha sido corroborado; también el programa en su conjunto debe exhibir un *cambio empírico intermitentemente progresivo*. No exigimos que cada nuevo paso produzca *inme-*

¹⁶⁰ Laplace (1824), Libro IV, capítulo 11.

¹⁶¹ El auténtico centro firme del programa realmente no nace ya dotado de toda su fuerza como Atenea de la cabeza de Zeus. Se desarrolla lentamente mediante un proceso largo, preliminar, de ensayos y errores. En este artículo no analizo ese proceso.

¹⁶² Cf. *arriba*, pp. 27-28.

¹⁶³ En todos los casos la «refutación» fue orientada con fortuna hacia los «lemas ocultos», esto es, hacia lemas originados en la cláusula *ceteris-paribus*.

¹⁶⁴ Pero cf. *abajo*, pp. 93-96.

diatamente un nuevo hecho *observado*. Nuestro término «intermitentemente» suministra suficiente espacio racional para que sea posible la adhesión dogmática a un programa a pesar de las refutaciones aparentes.

La idea de una «heurística negativa» de un programa de investigación científica racionaliza en gran medida el convencionalismo clásico. Racionalmente es posible decidir que no se permitirá que las «refutaciones» transmitan la falsedad al núcleo firme mientras aumenta el contenido empírico corroborado del cinturón protector de hipótesis auxiliares. Pero nuestro enfoque difiere del convencionalismo justificacionista de Poincaré porque, al contrario de Poincaré, mantenemos que el núcleo firme de un programa puede tener que ser abandonado cuando tal programa deja de anticipar hechos nuevos; esto es, *nuestro* núcleo firme, al contrario del de Poincaré, puede derrumbarse en ciertas condiciones.

En este sentido estamos de acuerdo con Duhem, quien pensaba que hay que aceptar tal posibilidad¹⁶⁵, aunque para Duhem la razón de tal derrumbamiento es puramente estética¹⁶⁶, mientras que para nosotros es fundamentalmente lógica y empírica.

b) La heurística positiva: la construcción del «cinturón protector» y la autonomía relativa de la ciencia teórica

Los programas de investigación también se caracterizan por su heurística positiva además de caracterizarse por la heurística negativa.

Incluso los programas de investigación que progresan de la forma más rápida y consistente sólo pueden digerir la evidencia contraria de modo fragmentario: nunca desaparecen completamente las anomalías. Pero no hay que pensar que las anomalías aún no explicadas (los «puzzles», como los llama Kuhn) son abordadas en cualquier orden o que el cinturón protector es construido de forma ecléctica, sin un plan preconcebido. El orden suele decidirse en el gabinete del teórico con independencia de las anomalías *conocidas*. Pocos científicos teóricos implicados en un programa de investigación se ocupan excesivamente de las «refutaciones». Mantienen una política de investigación a largo plazo que anticipa esas refutaciones. Esta política de investigación, u orden de investigación, queda establecida, con mayor o menor detalle, en la heurística positiva del programa de investigación. La heurística negativa especifica el núcleo firme del programa que es «irrefutable» por decisión metodológica de sus defen-

¹⁶⁵ Cf. *arriba*, p. 34.

¹⁶⁶ *Ibid.*

sores; la heurística positiva consiste de un conjunto, parcialmente estructurado, de sugerencias o pistas sobre cómo cambiar y desarrollar las «versiones refutables» del programa de investigación, sobre cómo modificar y complicar el cinturón protector «refutable».

La heurística positiva del programa impide que el científico se pierda en el océano de anomalías. La heurística positiva establece un programa que enumera una secuencia de *modelos* crecientemente complicados simuladores de la realidad: la atención del científico se concentra en la construcción de sus modelos según las instrucciones establecidas en la parte positiva de su programa. Ignora los contraejemplos *reales*, los «datos» disponibles¹⁶⁷. En principio Newton elaboró su programa para un sistema planetario con un punto fijo que representaba al Sol y un único punto que representaba a un planeta. A partir de este modelo derivó su ley del inverso del cuadrado para la elipse de Kepler. Pero este modelo contradecía a la tercera ley de la dinámica de Newton y por ello tuvo que ser sustituido por otro en que tanto el Sol como el planeta giraban alrededor de su centro de gravedad común. Este cambio no fue motivado por ninguna observación (en este caso los datos no sugerían «anomalía») sino por una dificultad teórica para desarrollar el programa. Posteriormente elaboró el programa para un número mayor de planetas y como si sólo existieran fuerzas heliocéntricas y no interplanetarias. Después, trabajó en el supuesto de que los planetas y el Sol eran esferas de masa y no puntos. De nuevo, este cambio no se debió a la observación de una anomalía; la densidad infinita quedaba excluida por una teoría venerable (no sistematizada); por esta razón los planetas *tenían* que ser expandidos. Este cambio implicó dificultades matemáticas importantes, absorbió el trabajo de Newton y retrasó la publicación de los *Principia* durante más de una década. Tras haber solucionado este «puzzle» comenzó a trabajar en las «esferas giratorias» y sus oscilaciones. Después admitió las fuerzas interplanetarias y comenzó a trabajar sobre las *perturbaciones*. Llegado a este punto empezó a interesarse con más intensidad por los hechos. Muchos de ellos quedaban perfectamente explicados (cualitativamente) por el modelo, pero sucedía lo contrario con muchos otros. Fue entonces cuando comenzó a trabajar sobre planetas aplanados y no redondos, etc.

¹⁶⁷ Si un científico (o matemático) cuenta con una heurística positiva rehúsa involucrarse en temas observacionales. «Permanecerá sentado, cerrará los ojos y se olvidará de los datos» (Cf. mi 1963-4, especialmente pp. 300 y ss., donde hay un estudio detallado de un ejemplo de tal programa). Por supuesto, en ocasiones preguntará a la Naturaleza con penetración y resultará estimulado por un SI, pero no defraudado si oye un NO.

Newton despreciaba a las personas que, como Hooke, atisbaron un primer modelo ingenuo, pero que no tuvieron la tenacidad y la capacidad para convertirlo en un programa de investigación, y que pensaban que una primera versión, una simple panorámica, constituía un «descubrimiento». El retrasó la publicación hasta que su programa había conseguido un notable cambio progresivo ¹⁶⁸.

La mayoría de los «puzzles» newtonianos (si no todos) que conducían a una serie de variaciones que se mejoraban unas a otras, eran previsibles en el tiempo en que Newton produjo el primer modelo ingenuo, y sin duda Newton y sus colegas las previeron: Newton debió ser enteramente consciente de la clara falsedad de sus primeros modelos. Nada prueba mejor la existencia de una heurística positiva en un programa de investigación que este hecho; por eso se habla de «modelos» en los programas de investigación. Un «modelo» es un conjunto de condiciones iniciales (posiblemente en conjunción con algunas teorías observacionales) del que se sabe que *debe* ser sustituido en el desarrollo ulterior del programa, e incluso cómo debe ser sustituido (en mayor o menor medida). Esto muestra una vez más hasta qué punto son irrelevantes las refutaciones de cualquier versión específica para un programa de investigación: su existencia es esperada y la heurística positiva está allí tanto para predecirlas (producirlas) como para digerirlas. Realmente, si la heurística positiva se especifica con claridad, las dificultades del programa son matemáticas y no empíricas ¹⁶⁹.

Se puede formular la «heurística positiva» de un programa de investigación como un principio «metafísico». Por ejemplo, es posible formular el programa de Newton de esta forma: «Esencialmente los planetas son superficies gravitatorias en rotación que tienen una forma aproximadamente esférica». Esta idea nunca se mantuvo *rigidamente*; los planetas no sólo son gravitatorios, sino que también tienen, por ejemplo, características electromagnéticas que pueden in-

¹⁶⁸ Reichenbach, siguiendo a Cajori, ofrece una explicación distinta de lo que hizo que Newton retrasara la publicación de sus *Principia*. «Para su desconocimiento descubrió que los resultados observacionales no concordaban con sus cálculos. En lugar de enfrentar una teoría, por bella que fuera, con los hechos, Newton puso el manuscrito de su teoría en un cajón. Aproximadamente veinte años más tarde, después de que una expedición francesa hubiera realizado nuevas mediciones de la circunferencia de la Tierra, Newton advirtió que eran falsas las cifras en las que había basado su contrastación y que los datos mejorados estaban de acuerdo con sus cálculos teóricos. Sólo después de esta contrastación publicó su ley... La historia de Newton es una de las ilustraciones más sorprendentes del método de la ciencia moderna» (Reichenbach, 1951, pp. 101-02). Feyerabend critica la exposición de Reichenbach (Feyerabend, 1965, p. 229) pero no ofrece una explicación alternativa.

¹⁶⁹ Sobre esta cuestión, cf. Truesdell (1960).

fluir en su movimiento. Por tanto, y en general, la heurística positiva es más flexible que la heurística negativa. Más aún, sucede en ocasiones que cuando un programa de investigación entra en una fase regresiva, una pequeña revolución o un cambio *creativo* de su heurística positiva puede impulsarlo de nuevo hacia adelante¹⁷⁰. Por ello es mejor separar el «centro firme» de los principios metafísicos, más flexibles, que expresan la heurística positiva.

Nuestras consideraciones muestran que la heurística positiva avanza casi sin tener en cuenta las refutaciones; puede parecer que son las «verificaciones»¹⁷¹ y no las refutaciones las que suministran los puntos de contacto con la realidad. Aunque se debe señalar que cualquier «verificación» de la versión (n+1) del programa es una refutación de la versión n, no podemos negar que *algunas* derrotas de las versiones subsiguientes siempre son previstas; son las «verificaciones» las que mantienen la marcha del programa, a pesar de los casos recalitrantes.

Podemos evaluar los programas de investigación incluso después de haber sido «eliminados», en razón de su *poder heurístico*: ¿cuántos hechos produjeron?, ¿cuán grande era su «capacidad para explicar sus propias refutaciones en el curso de su crecimiento»?¹⁷².

(También podemos evaluarlos por el estímulo que supusieron para las matemáticas. Las dificultades reales del científico teórico tienen su origen en las *dificultades matemáticas* del programa más que en las anomalías. La grandeza del programa newtoniano procede en parte del desarrollo (realizado por los newtonianos) del análisis infinitesimal clásico, que era una precondition crucial para su éxito.)

Por tanto, la metodología de los programas de investigación científica explica la *autonomía relativa de la ciencia teórica*: un hecho histórico cuya racionalidad no puede ser explicado por los primeros falsacionistas. La selección racional de problemas que realizan los científicos que trabajan en programas de investigación importantes está determinada por la heurística positiva del programa y no por las anomalías psicológicamente embarazosas (o tecnológicamente urgentes). Las anomalías se enumeran pero se archivan después en la es-

¹⁷⁰ La contribución de Soddy al programa de Prout o la de Pauli al de Bohr (la vieja teoría cuántica) son ejemplos típicos de tales cambios creativos.

¹⁷¹ Una «verificación» es una corroboración del exceso de contenido del programa en expansión. Pero, naturalmente, una «verificación» no *verifica* un programa; sólo muestra su poder heurístico.

¹⁷² Cf. mi (1963-4), pp. 324-30. Desgraciadamente, en 1963-4 aún no había realizado una clara distinción terminológica entre teorías y programas de investigación y ello obstaculizó mi exposición de un programa de investigación de la matemática informal, cuasiempírica.

peranza de que, llegado el momento, se convertirán en corroboraciones del programa. Sólo aquellos científicos que trabajan en ejercicios de prueba y error¹⁷³ o en una fase degenerada de un programa de investigación cuya heurística positiva se quedó sin contenido, se ven obligados a redoblar su atención a las anomalías. (Por supuesto, todo esto puede parecer inaceptable a los falsacionistas ingenuos que mantienen que tan pronto como una teoría queda «refutada» por un experimento [según *su* libro de reglas] es irracional [y deshonesto] continuar desarrollándola: la vieja teoría «refutada» debe ser sustituida por una nueva, no refutada.)

c) *Dos ilustraciones: Prout y Bohr*

La dialéctica entre heurística positiva y negativa de un programa de investigación puede ilustrarse de forma óptima mediante ejemplos. Voy a resumir algunos aspectos de dos programas de investigación que gozaron de un éxito espectacular: el programa de Prout¹⁷⁴ basado en la idea de que todos los átomos son compuestos de átomos de hidrógeno, y el programa de Bohr, basado en la idea de que la emisión de luz se debe a los saltos de los electrones entre unas órbitas y otras, en el seno de los átomos.

(Creo que al redactar un estudio acerca de un caso histórico se debe adoptar el siguiente procedimiento: 1) se ofrece una reconstrucción racional; 2) se intenta comparar esta reconstrucción racional con la historia real y se critican ambas: la reconstrucción racional por falta de historicidad y la historia real por falta de racionalidad. Por tanto, cualquier estudio histórico debe ser precedido de un estudio heurístico: la historia de la ciencia sin la filosofía de la ciencia es ciega. En este artículo no intento acometer seriamente la segunda etapa.)

c1) *Prout: un programa de investigación que progresa a través de un océano de anomalías.*

Prout, en un artículo anónimo de 1815, defendió que los pesos atómicos de todos los elementos químicos puros eran números enteros. Sabía muy bien que abundaban las anomalías, pero afirmó que éstas se debían a que las sustancias químicas habitualmente disponibles eran *impuras*; esto es, las «técnicas experimentales» relevantes

¹⁷³ Cf. *abajo*, p. 117.

¹⁷⁴ Ya mencionado *arriba*, pp. 60-61.