

EL PAPEL DE LOS EXPERIMENTOS CRUCIALES EN CIENCIA *

Imre Lakatos

¿Qué y cómo, exactamente, aprendemos acerca de teorías científicas por medio del experimento? El término experimento crucial sugiere que se aprende más de unos experimentos que de otros. Hay una inmensidad de experimentos que no han sido registrados nunca, y de entre los registrados y publicados la mayor parte se olvidan y quedan sepultados en los anales de la ciencia sobre polvorientas estanterías, para no ser, posiblemente, examinados nunca más.

¿Entonces, de qué clase de experimentos se aprende? Hay varias teorías del aprendizaje, rivales entre sí, que definen dicha clase de forma muy diferente.¹

Según los inductivistas estrictos, un experimento es básico (más bien que 'crucial') si es posible inducir de él alguna ley importante de la naturaleza. Los lógicos que negaron validez

† Este ensayo apareció publicado originalmente en la revista inglesa *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 4 (1974), no. 4, pp. 309-25. Agradecemos a Editorial Macmillan Miss Gillian Page el amable permiso para publicar en *Teorema* la presente versión castellana.

* Este artículo fue escrito como una conferencia para el Coloquio Internacional sobre el Significado y Papel de la Filosofía y la Ciencia en la Sociedad Contemporánea, que tuvo lugar en la Universidad del Estado de Pennsylvania, septiembre de 1971. Lo preparé basándome en mis escritos (1968 a), (1968 b), (1970), (1971 a) y (1971 b). Respecto a los puntos que aquí sean examinados precipitadamente o en forma simplificada, el lector puede consultar en estos artículos una exposición detallada de los mismos.

¹ 'Aprender de la experiencia' es una idea normativa; todas las teorías que voy a examinar tienen carácter normativo. Por otra parte, a todas las teorías puramente empíricas del aprendizaje se les escapa el núcleo del problema. Cf. mi (1970), p. 123, texto de la nota 2 a pie de página.

a las generalizaciones inductivas, concibieron de modo diferente la fuerza del experimento 'crucial' para asegurar la verdad de una teoría científica. Algunos pensaron que era posible enumerar *a priori* todas las posibles teorías rivales, y consideraron 'cruciales' los experimentos que refutaban a $n-1$ teorías rivales y que, en consecuencia, probaban la *n-ésima* teoría. Es la *razón* quien hace conjeturas, y el *experimento* quien disprueba o prueba. Pero, como señalaron muchos escépticos, las teorías rivales constituyen siempre una serie infinita y, por lo tanto, el poder *probativo* del experimento se desvanece. No se puede aprender de la experiencia la verdad de ninguna teoría científica, sólo se puede aprender, a lo sumo, su falsedad: *las instancias confirmadoras no poseen ningún valor epistémico.*

Pero ¿son todas las teorías irrefutadas igualmente conjeturales? Para algunos autores, la respuesta a esta pregunta es afirmativa. Para otros, unas teorías son más probables que otras. Tales valores de probabilidad se calculan por los lógicos inductivos modernos a modo de definiciones de situaciones (estados de cosas) posibles que descansan necesariamente sobre fuertes supuestos. Una vez estipulados dichos supuestos, cada instancia confirmadora adquiere cierta relevancia epistémica, muy pequeña, para la probabilidad de las teorías.

Otra posibilidad propuesta consistía en negar status probativo a cualquier teoría, y calcular en cambio su verosimilitud contando el número de los rivales serios que la teoría en cuestión hubiese derrocado: por este camino no se sabe hasta qué punto aprendemos de la humana imaginación (inventando nuevas teorías y diseñando experimentos cruciales) y hasta qué punto aprendemos de la naturaleza, pues la característica más anti-intuitiva de esta teoría del aprendizaje estriba en que otorga un enorme galardón a la invención de nuevas alternativas falsas: el grado de corroboración puede constituir la marca de la perversa inventiva de la mente humana más que de la verosimilitud de una teoría en tanto que dependiente de la naturaleza.

¿Es posible, por lo menos, aprender del experimento que algunas teorías son falsas? He mostrado en otras ocasiones y

defenderé de nuevo aquí que no es posible. Fries señaló que ninguna proposición puede ser probada por los hechos, pero incluso si tuviéramos que *aceptar como verdaderas*, por decisión metodológica, ciertas proposiciones factuales, la hipótesis convencionalista de la nunca rechazable posibilidad de operaciones de rescate muestra que las dispruebas de teorías específicas son imposibles. No se puede aprender de la experiencia la falsedad de teoría alguna.

Dos filósofos, Grünbaum y Popper, intentaron salvar el falsacionismo (y la teoría falsacionista del aprendizaje) de este *impasse*. Grünbaum (1969) y (1971) cedió considerablemente ante los argumentos convencionalistas de que las teorías no pueden ser refutadas de modo concluyente.

La única afirmación que continúa manteniendo parece ser la de que se puede aprender acerca de la alta probabilidad de la falsedad de algunas teorías científicas. Y, después de enumerar algunos ejemplos interesantes en los que las falsaciones fueron ignoradas o examinadas y revisadas, deja *completamente abierta* la cuestión de la evaluación empírica de la *mayor parte* de teorías científicas. En tal caso, aprender de la experiencia constituye un asunto confuso. Incluso para sostener su restringida afirmación —de que *algunas* teorías científicas son falsables— necesita mostrar: (1) que algunas proposiciones factuales ('básicas') son seguras; y (2) que algún conocimiento de base puede ser tan altamente probable como para ser verdadero 'fuera de toda duda razonable'. No veo cómo Grünbaum pueda mostrar ninguno de los dos puntos. Por otra parte, Popper ofrece una solución distinta y, en verdad, *general*. Acepta que todas las proposiciones científicas, básicas o universales, son igualmente conjeturales; a continuación especifica un 'juego de la ciencia' por el que se 'aceptan' algunas de estas proposiciones y se 'rechazan' otras.

El juego popperiano de la ciencia se rige primordialmente por la máxima moral de que no es lícito seguir adhiriéndose a las propias teorías ante la presencia de evidencia desfavorable; el convencionalismo es moralmente incorrecto: *se debe* aprender de la experiencia. Sin embargo, al final de su obra clásica *Logik der Forschung* ofrece una metodología sin una

epistemología o teoría del aprendizaje, y confiesa de modo explícito que su metodología puede extraviarnos epistemológicamente, y, de modo implícito, que las estratagemas *ad hoc* podrían conducirnos a la verdad.²

El 'juego de la ciencia' de Popper (o 'lógica del descubrimiento científico', o 'metodología', o 'sistema de evaluaciones', o 'criterio de demarcación', o 'definición de ciencia'³) constituye un conjunto de criterios o *standards* para las teorías científicas.⁴

La lógica del descubrimiento de Popper contiene 'propuestas' y 'convenciones' sobre cuándo una teoría debería tomarse en serio (cuando pudiera ser, y de hecho lo haya sido, ideado un experimento crucial contra ella) y cuándo una teoría debería rechazarse (cuando haya sucumbido a una prueba). En la lógica del descubrimiento de Popper —como en la de Pascal, Bernard, o Grünbaum— las teorías científicas no están basadas en, establecidas sobre o 'probabilizadas' por, los hechos; sino que más bien son eliminadas por ellos. El progreso consiste en una confrontación revolucionaria, incesante y despiadada, de teorías especulativas audaces y observaciones repetibles, y de la fulminante eliminación subsecuente de las teorías vencidas: 'El método de ensayo y error es un *método para eliminar* teorías falsas por medio de enunciados observacionales'.⁵ 'Las conjeturas son audazmente propuestas para su ensayo, para ser eliminadas si chocan con las observaciones'.⁶ Se concibe la historia de la ciencia como

² Estas dificultades sólo pueden 'resolverse', como he defendido en mi (1968 a) y (1971), por una superposición a dicho juego de la ciencia de algún 'principio inductivo' —meramente propuesto. A nivel epistemológico no ha habido ningún progreso en la controversia escéptico-dogmática desde Pirrón y Hume. En particular, la contribución de Popper a la solución del problema de la inducción, en contra de sus afirmaciones, es nula.

³ Esta profusión de sinónimos ha resultado ser bastante confusa.

⁴ Conviene señalar de pasada, que el problema de los criterios es completamente ajeno a la 'hermeneutica', expuesta de modo tan vigoroso en estas conferencias por el profesor Apel.

⁵ Popper (1963), 56; el subrayado es del mismo Popper.

⁶ Popper, (1963), 46.

una serie de duelos entre teoría y experimento, duelos en los que sólo los experimentos pueden ganar victorias decisivas. El teórico propone una teoría científica; algunos enunciados básicos la contradicen; si uno de estos enunciados es 'aceptado',⁷ la teoría queda 'refutada' y debe rechazarse; una nueva teoría ha de ocupar su lugar. 'Quien en último término decide el destino de una teoría es el resultado de una prueba, i.e. un acuerdo sobre enunciados básicos'.⁸ A Popper le consta, por supuesto, que siempre se prueban amplios sistemas de teorías, y no teorías aisladas. Pero no cree que este hecho suponga una dificultad insuperable: sugiere que es posible *convenir* qué parte de un tal sistema es el responsable de la refutación (es decir, qué parte ha de considerarse falsa), ayudados tal vez por pruebas independientes de algunos fragmentos del sistema. Este tipo de convención es absolutamente indispensable en la filosofía de Popper: si estuviera permitido corregir las refutaciones *en todo momento*, al margen de las condiciones iniciales, nunca habría necesidad de rechazar ninguna teoría mayor.⁹

A Popper no le satisfacen las pruebas diseñadas para probar amplios sistemas: solicita del científico que especifique, de antemano, los experimentos que conducirían, si su resultado es negativo, a la falsación del auténtico núcleo del sistema.¹⁰ Exige del científico que especifique por adelantado bajo qué condiciones experimentales estaría dispuesto a abandonar sus presupuestos *más básicos*.¹¹ Esta exigencia moral, en realidad, constituye el punto capital del 'criterio de demarcación' de Popper o, para emplear otro término, de su definición de ciencia.¹²

⁷ Para las condiciones de aceptación de enunciados básicos, cf. Popper (1935), Sección 22, y mi (1970), 107-8.

⁸ Popper (1935), Sección 30.

⁹ Grünbaum detesta, con toda seguridad, este convencionalismo popperiano. Por esta razón intenta —a mi modo de ver, sin éxito— conceder valor epistémico tanto a los enunciados básicos como al conocimiento de presuposición.

¹⁰ Para referencias, cf. notas 23 y 42.

¹¹ Cf. texto de nota 32. Además mi (1970), 107.

¹² Cf. mi (1970), 109. Para un interesante examen, cf. Musgrave (1968).

El mejor modo de formular la definición popperiana de ciencia es hacerlo en términos de 'convenciones' y de 'reglas' que gobiernan el '*juego de la ciencia*'.¹³

La jugada de salida debe ser una *hipótesis consistente y falsable*: a saber, una hipótesis consistente cuyos falsadores potenciales están convenidos. Un falsador potencial es 'un enunciado básico' cuyo valor de verdad es decidible por medio de las técnicas experimentales disponibles. El jurado científico ha de acordar por unanimidad que existe una técnica experimental que hace posible asignar un valor de verdad al 'enunciado básico'. (La unanimidad puede conseguirse, por supuesto, excluyendo a la minoría como pseudo-científicos o como poco serios.¹⁴)

La siguiente jugada consiste en la realización de la prueba en un experimento controlado,¹⁵ y la segunda decisión del jurado sobre qué valor de verdad efectivo (verdad o falsedad) hay que atribuir al falsador potencial. (Si esta segunda decisión no es unánime, hay dos jugadas posibles: o el falsador potencial debe ser retirado y, a menos que se encuentre otro

¹³ Popper (1935), Sección 11 y 85. El primer párrafo de la sección 11 explica la razón del título *The Logic of Scientific Discovery* y vale la pena citarlo:

Las reglas metodológicas se consideran aquí como *convenciones*. Deberían describirse como reglas de juego de la ciencia empírica. Se diferencian más de las reglas de la lógica pura que de las reglas del ajedrez, que pocos estarán dispuestos a considerar como una parte de la lógica *pura*; teniendo en cuenta que las reglas de la lógica pura rigen las transformaciones de fórmulas lingüísticas, el resultado de una investigación de las reglas del ajedrez quizás podría llamarse *La Lógica del Ajedrez*, pero difícilmente *Lógica pura y simple*. (De modo semejante, el resultado de una investigación de las reglas del juego de la ciencia —es decir, del descubrimiento científico— puede titularse *La Lógica del Descubrimiento Científico*.)

¹⁴ Me temo que Popper no fue completamente consciente de esta implicación; aunque menciona, como si se tratase de una cuestión de hecho, que estos frívolos 'no entorpecen de modo serio el trabajo de las varias instituciones sociales que se han constituido para promover la objetividad científica...' (Popper (1945), II, 218). Un poco más adelante prosigue: 'Sólo el poder político... puede perjudicar (su) funcionamiento...' (cf. También su (1957 a), 32). Lo dudo.

¹⁵ Para el concepto de 'experimento controlado' cf. mi (1970), 111, nota 6.

que lo sustituya, ha de anularse la jugada de salida; o bien, alternativamente, la minoría disidente del jurado debe ser declarada frívola y excluirse del jurado.¹⁶

Si el segundo veredicto es *negativo*; y se rechaza el falsador potencial, entonces la hipótesis se declara 'corroborada', lo que sólo significa una invitación a ulteriores comprobaciones. Si el segundo veredicto es *positivo*, y se acepta el falsador potencial, entonces se declara 'falsada' la hipótesis, lo que quiere decir que queda *rechazada*, 'destruida', 'vencida' y enterrada con honores militares.¹⁷

(En 1960, Popper introdujo una nueva regla: la pompa militar sólo podrá otorgarse a una hipótesis eliminada si, antes de su falsación, fue corroborada por lo menos una vez, en un experimento diferente.)¹⁸

Después del sepelio se introduce una hipótesis nueva. Ahora bien, esta nueva hipótesis debe explicar el éxito parcial, si es que tuvo alguno, de su predecesora y algo más. No se permitirá que una hipótesis, aunque nueva en sus aspectos intuitivos, sea propuesta, a menos que tenga más contenido empírico nuevo que su predecesora. Si no posee tal contenido adicional, el juez la declarará '*ad hoc*' y propondrá que sea rechazada. Si la nueva hipótesis no es *ad hoc*, se seguirá con ella el procedimiento standard para hipótesis falsables, como ha sido descrito hace un momento.¹⁹

Este 'juego de la ciencia' si se practica con corrección, 'progresará' en el sentido de que las teorías sucesivamente propuestas poseerán una generalidad (o 'contenido empírico') creciente; las teorías plantearán *cuestiones* cada vez más profundas sobre el universo.²⁰

Del mismo modo que las reglas del ajedrez no explican por qué algunas personas practican el juego y dedican sus

¹⁶ Cf. nota 14.

¹⁷ Popper (1935), Secciones 3 y 4.

¹⁸ Popper (1963), 242-5.

¹⁹ Siguiendo la nueva regla de Popper indicada en la nota anterior, las reglas de anti-adhoccidad pueden ser precisadas; y se ha de distinguir entre *ad hoc*₁ y *ad hoc*₂; cf. mi (1968 a), 375-90, en particular 389, nota 1.

²⁰ Popper (1905), Sección 85, última afirmación.

vidas a él; las reglas de la ciencia no explican por qué algunas personas practican el juego de la ciencia y dedican sus vidas a ella. Las reglas deciden si una *jugada* particular es 'correcta' (o 'científica') o no lo es, pero guardan silencio sobre si *el juego como un todo* es algo 'correcto' (o 'racional') o no lo es. Las reglas no dicen nada acerca de los motivos (psicológicos) de los jugadores o del objetivo (racional) del juego. Se puede practicar el juego como un auténtico juego y gozarlo por sí mismo, sin preocuparse de su objetivo o sin ser consciente de los motivos por los que se practica.

Las reglas del juego son *convenciones*, y pueden formularse en términos de una *definición*.²¹ ¿Cómo puede criticarse una definición si se la interpreta nominalísticamente?²² En tal caso, una definición es una simple abreviatura, una tautología. Pero, ¿qué se puede criticar de una autología? Popper defiende que su definición de ciencia es 'útil' y 'fecunda': 'un gran número de cuestiones pueden clarificarse y explicarse con su ayuda'. Y cita a Menger: 'Las definiciones son dogmas; sólo las conclusiones derivadas de ellas pueden aportar nuevas apreciaciones'.²³ Pero, ¿cómo puede una definición poseer poder explicativo o aportar nuevas apreciaciones? La respuesta de Popper es ésta: 'Sólo por las consecuencias de mi definición de ciencia empírica, y por las decisiones metodológicas que dependen de dicha definición, podrá comprender el científico hasta qué punto esta definición se conforma a su idea intuitiva de la meta de sus esfuerzos'.²⁴

Esta respuesta encaja con la posición general de Popper de que las convenciones pueden criticarse examinando su 'plausibilidad' respecto de algún propósito: 'En cuanto a la plausibilidad de cualquier convención, las opiniones pueden discrepar y una discusión razonable de estas cuestiones sólo es posible entre partes que tengan algún propósito común.

²¹ Cf. Popper (1935), Secciones 4 y 11.

²² Para un excelente examen de la distinción entre nominalismo y realismo (o como Popper prefiere llamarlo, 'esencialismo') en la teoría de las definiciones, cf. Popper (1945), Cap. 11, y (1963), 20.

²³ (Popper, 1905), Sección 11, p. 53.

²⁴ *Ibid.*, p. 53.

La elección del propósito... escapa a la argumentación racional'²⁵ Popper no especifica en su *Logik der Forschung* ningún propósito del juego de la ciencia que trascienda lo que está contenido en sus reglas.

La idea de que el objetivo de la ciencia es la verdad, aparece por primera vez en sus escritos en 1957.²⁶ En su *Logik der Forschung*, la búsqueda de la verdad podría ser un motivo psicológico de los científicos —pero no constituye un propósito racional de la ciencia.²⁷

Incluso en los escritos posteriores de Popper no se encuentra ninguna sugerencia de cómo evaluar un conjunto consistente de reglas (o criterio de demarcación) bajo el aspecto de que conduzca con más éxito a la verdad que otro. En realidad, la tesis de que es imposible un argumento que combine método y éxito, ha sido una pieza fundamental de la filosofía de Popper desde 1920 a 1971. En consecuencia, he de concluir que Popper no ofreció una teoría de la crítica racional de convenciones consistentes. No contesta a la pregunta: '*¿Bajo qué condiciones estaría usted dispuesto a abandonar su criterio de demarcación?*'.²⁸

Sin embargo, la pregunta puede contestarse. Daré mi respuesta en dos etapas: En primer lugar una respuesta ingenua, después otra más sofisticada. Empiezo por recordar cómo llegó Popper, según explicación propia, a su criterio. Pensaba, como la mayor parte de los mejores científicos de su época, que la teoría de Newton, aunque refutada, había sido un logro científico maravilloso; que la teoría de Einstein era todavía mejor; y que la astrología, el freudismo, y el marxismo del siglo XX eran pseudocientíficos. Su problema con-

²⁵ Popper (1953), Sección 4.

²⁶ Popper (1957 b).

²⁷ Popper, en 1935 denominó a la búsqueda de la verdad 'el motivo (no-científico) más fuerte' (1935), Secc. 85.

²⁸ Esta omisión es de la máxima importancia puesto que Popper mismo ha expresado algunas restricciones a su criterio. Por ejemplo, en su (1963) describe al 'dogmatismo', a saber, el tratar las anomalías como una especie de 'ruido de fondo', como algo 'necesario hasta cierto punto' (p. 49). Pero en la página siguiente identifica a tal 'dogmatismo' con la 'pseudociencia'. ¿Es pues, la pseudociencia necesaria hasta cierto punto? Cf. además mi (1970), 177, nota 3.

sistía en encontrar una definición de ciencia de la que se siguiesen tales 'juicios básicos' relativos a cada una de las mencionadas teorías. Aceptemos *provisionalmente* el meta-criterio de que *una teoría de la racionalidad —o criterio de demarcación— ha de ser rechazada si está en contradicción con los 'juicios de valor básicos' de la comunidad científica.*²⁹ En realidad, esta regla metametodológica parece corresponderse con la regla metodológica falsacionista de que una teoría científica ha de ser rechazada si es inconsistente con un enunciado básico ('empírico') unánimemente aceptado por la comunidad científica.

Toda la metodología de Popper descansa sobre el punto polémico de que hay (relativamente) enunciados singulares sobre cuyo valor de verdad los científicos pueden alcanzar consentimiento unánime; sin tal consentimiento habría una 'nueva Babel' y 'el sublime edificio de la ciencia pronto yacería en ruinas'.³⁰ Ahora bien, aun cuando exista acuerdo sobre enunciados 'básicos', pero, por otra parte, no se dé ningún acuerdo sobre cómo evaluar los resultados científicos relativos a esta 'base empírica', ¿no yacería igualmente pronto en ruinas el sublime edificio de la ciencia? Sin duda que sí. Sorprendentemente, mientras que ha habido poco acuerdo respecto de un criterio *universal* del carácter científico de las teorías, ha habido considerable acuerdo en los dos últimos siglos respecto de resultados particulares. Mientras que no se ha dado ningún consentimiento *general* sobre una teoría de la racionalidad científica, ha habido consentimiento considerable sobre la racionalidad de un paso particular del juego — ¿Fue científico o no? En consecuencia, una definición general de ciencia debe reconstruir los juegos reconocidamente mejores y las tácticas de mayor crédito científico; si la definición fracasa en esta tarea, ha de ser rechazada.³¹

²⁹ El término 'juicios de valor básicos' suena mejor en alemán: *normative Basissätze*.

³⁰ Popper (1905), Sección 29.

³¹ Esta afirmación no significa que *pensemos* que 'los juicios básicos' de los científicos sean indefectiblemente racionales. Sólo quiere decir que los *aceptamos* con el fin de criticar definiciones universales de ciencia. (Si añadimos a esto que no se ha encontrado un

Ahora bien, si se aplica este meta-criterio (*que voy a rechazar después*), el criterio de demarcación falsacionista debe ser *rechazado*.

El criterio de demarcación falsacionista, en efecto, puede ser 'falsado' con facilidad mostrando que, a la luz del mencionado meta-criterio, los mejores logros de la ciencia fueron acientíficos y que los mejores científicos, en sus momentos más grandes, transgredieron las reglas falsacionistas de la ciencia.

En la versión popperiana del falsacionismo, la regla básica es que *el científico debe especificar por adelantado bajo qué condiciones experimentales estaría dispuesto a abandonar incluso sus supuestos más básicos*: 'Los criterios de refutación han de ser establecidos de antemano: debe acordarse qué situaciones observables, si llegan a observarse realmente, implicarían que la teoría quedaba refutada. Pero qué tipo de reacciones clínicas refutarían a satisfacción del analista *no meramente un diagnóstico particular sino al psicoanálisis mismo*? ¿Han sido examinados o acordados tales criterios por los analistas?'³² En el caso del psicoanálisis Popper tenía

tal criterio *universal* y que no será encontrado nunca, tenemos la escena preparada para la concepción de Polanyi de la autocracia, cerrada y sin leyes, de la ciencia.

La idea de este meta-criterio puede ser considerada una autoaplicación 'cuasi-empírica' del falsacionismo popperiano. Yo había introducido con anterioridad tal carácter de 'cuasi-empiricidad' en el contexto de la filosofía matemática. Se puede hacer abstracción de *lo que* fluye por los canales lógicos de un sistema deductivo, si es algo cierto o falible, si es verdad y falsedad o probabilidad e improbabilidad, o incluso si es moral o científicamente deseable o no: es el *cómo* del flujo quien decide si un sistema es negativista, 'cuasi-empírico', dominado por *modus tollens* o si, por el contrario, es justificacionista, 'cuasi-euclidiano', regido por *modus ponens*. Cf. mi (1967). Este planteamiento 'cuasi-empírico' puede aplicarse a *cualquier* tipo de conocimiento normativo, por ejemplo a la ética y estética, como ha sido hecho ya por Watkins en su (1963) y (1967). Pero ahora prefiero otro planteamiento.

³² Popper (1963), 38, nota 3; el subrayado es mío. Esto, claramente, equivale a su famoso 'criterio de demarcación' entre ciencia y pseudociencia —o 'metafísica', como dice Popper. (Para este punto, cf. también Agassi (1964), Secc. VI).

razón: no se ha dado ninguna respuesta. Los freudianos se han visto en apuros a causa del reto popperiano relativo a la honestidad científica. Se han negado a especificar condiciones experimentales bajo las que abandonarían sus supuestos básicos. Para Popper ello constituye el signo de su deshonestidad científica. Pero qué sucede si hacemos la pregunta de Popper al científico newtoniano: '¿Qué tipo de observación refutaría, a satisfacción del newtoniano, no meramente una explicación particular newtoniana, sino la dinámica de Newton y la teoría misma de la gravitación? ¿Han sido tales criterios examinados o acordados alguna vez por los newtonianos? 'A duras penas sería capaz el newtoniano de dar una respuesta positiva.³³ Pero entonces si los psicoanalistas han de ser condenados como deshonestos por los standards de Popper, ¿no deben serlo también los newtonianos?

Ciertamente Popper podría abdicar de su famoso desafío y exigir falsabilidad —y rechazo por falsación— solo para *sistemas* de teorías, incluyendo las condiciones iniciales y todo tipo de teorías auxiliares y observacionales. Ello supondría una retracción considerable, pues permite a la imaginación del científico salvar una teoría preferida por medio de afortunadas alteraciones en algún recoveco accidental del laberinto teórico. Pero, incluso mitigada, la regla de Popper haría imposible la vida de los científicos más brillantes.

Pues en un programa de investigación amplio hay siempre anomalías conocidas: por lo general, el investigador las margina y sigue la heurística positiva del programa.³⁴ Normalmente, el investigador centra su atención más en la heurística positiva que en las anomalías, que producen distracciones, y espera que las 'instancias recalcitrantes' se convertirán en instancias confirmadoras a medida que el programa progrese. Según los términos de Popper, incluso los mayores científicos hacen uso de tácticas prohibidas, de estrategias *ad hoc*: en lugar de considerar el perihelio anómalo de Mercurio como una falsación de la teoría Newtoniana de nuestro sistema planetario y, por tanto, como una razón para su

³³ Cf. mi (1970), 100-1.

³⁴ Cf. mi (1970), en particular 135 ss.

rechazo, la mayor parte de ellos la archivaron como una instancia problemática a ser resuelta en un estudio posterior —se ofrecieron soluciones *ad hoc*. Esta actitud metodológica de tratar como *anomalías* lo que Popper consideraría *contra ejemplos* es comúnmente aceptada por los mejores científicos. Algunos de los programas de investigación que ahora disfrutan de la mayor estima por parte de la comunidad científica progresaron en medio de un océano de anomalías.³⁵ El rechazo por Popper de toda esta obra como irracional ('acrítica') implica —al menos sobre la base de nuestro meta-criterio cuasi-Polanyiita— una falsación de su definición.

Además, para Popper, un sistema inconsistente no prohíbe ningún estado de cosas observable y trabajar en él debe considerarse invariablemente como irracional: 'un sistema auto-contradictorio debe ser rechazado... [porque] es no-informativo... Ningún enunciado puede ser seleccionado... puesto que todos son derivables'.³⁶ Pero en tales casos, la regla de los mejores científicos suele ser: '*Allez en avant et la foi vous viendra*'.³⁷ Esta regla anti-popperiana proporcionó un refugio al cálculo infinitesimal perseguido por el obispo Berkeley, y a la teoría ingenua de conjuntos durante el período de las primeras paradojas. En realidad, si el juego de la ciencia hubiera sido practicado según el reglamento de Popper, el escrito de Bohr de 1913 nunca se hubiera publicado, porque estaba injertado de modo inconsistente sobre la teoría de Maxwell, y las funciones delta de Dirac hubiesen sido suprimidas hasta Schwartz.

En general, tanto Popper como Grünbaum, sobrevaloran extraordinariamente la fuerza destructora inmediata de la crítica puramente negativa, ya sea empírica o lógica.

Una vez haya sido descubierta un error, o una contradicción, no hay evasión verbal posible: puede probarse y no hay más que decir'.³⁸ Grünbaum parece pensar que el 'resul-

³⁵ *Ibid.*, p. 138 ss.

³⁶ *Cf.* Popper (1905), sec. 24.

³⁷ *Cf.* mi (1970), en particular 140 ss.

³⁸ Popper (1959), 394. Continúa así: 'Frege no intentó maniobras evasivas al recibir la crítica de Russell'. Pero, sí que las intentó. (*Cf.*

tado negativo' del experimento de Michelson-Morley desempeñó un papel lógico crucial en la génesis de la teoría de la relatividad.³⁹ Pero ya he mostrado que, antes de la emergencia de la teoría de la relatividad, el experimento de Michelson-Morley no fue, en ningún sentido 'lógico', un 'resultado negativo' para la física clásica.⁴⁰

De este modo algunas de las evaluaciones 'básicas' de la élite científica 'falsean' la definición falsacionista de ciencia y la moralidad falsacionista.

Yo he intentado corregir la definición falsacionista de ciencia de modo que no excluya tácticas esenciales de la ciencia real. Intenté llevar a cabo tal corrección, *cambiando el problema de evaluar teorías por el problema de evaluar series históricas de teorías, o, mejor, de 'programas de investigación', y cambiando las reglas falsacionistas del rechazo de teorías.*

En primer lugar, *se pueden 'aceptar' como convenciones no sólo enunciados básicos, sino también enunciados universales: en realidad, ello representa la guía más importante en la continuidad del desarrollo científico.*⁴¹ La unidad básica de evaluación no debe ser una teoría aislada o una conjunción de teorías sino un *programa de investigación*, con un núcleo sólido convencionalmente aceptado (y en consecuencia, por decisión provisional, 'irrefutable'), y con una *heurís-*

Postscript de Frege a la segunda edición de su *Grundgesetze*.) Esta equivocación historiográfica se relaciona con la primitiva superconfianza de Popper en la no-ambigüedad del razonamiento matemático. Cf. también mi (1968 a), 357, nota 2.

³⁹ E.g. Grünbaum (1963), c. 12.

⁴⁰ Cf. mi (1970), 159-65. [Añadido en imprenta.] Cf. también Zahar (1973), y la discusión que siguió en *The British Journal for the Philosophy of Science* en 1974.

⁴¹ Popper no acepta esto: 'hay una enorme diferencia entre mi posición y el convencionalismo. Yo afirmo que lo que caracteriza el método empírico es precisamente esto: nuestras convenciones determinan la aceptación de enunciados *singulares*, no de enunciados *universales*'. (Popper (1935), Sección 30.)

También Grünbaum rechaza la idea de tratar las teorías como convenciones.

tica positiva que define problemas, prevé anomalías y las convierte victoriosamente en ejemplos según un plan preconcebido. El científico anota las anomalías, pero mientras el programa de investigación mantenga su fuerza, las ignora. *Es primordialmente la heurística positiva de su programa, no las anomalías, quien determina la elección de sus problemas.* Sólo cuando la fuerza motriz de su heurística positiva se debilite, puede prestarse más atención a las anomalías. (La metodología de programas de investigación explica de esta forma *la relativa autonomía de la ciencia teórica*; cadenas desconectadas de conjeturas y refutaciones no pueden ofrecer dicha explicación.)

(Según mi planteamiento, se aprende de la experiencia primariamente a través de algunas instancias verificadoras, pero aprender es un proceso muy complicado y teórico. Para los falsacionistas sólo se aprende de las instancias negativas. Como escribió Agassi en 1964: 'Aprender de la experiencia es aprender de una instancia refutadora. La instancia refutadora deviene así una instancia problemática (p. 201). En 1969 Agassi subrayó de nuevo que 'se aprende de la experiencia por medio de refutaciones' (p. 169), y añade que *sólo* es posible aprender por refutación pero no por corroboración (p. 167). Pero ésta es una teoría muy pobre del aprendizaje por experiencia. ⁴² Feyerabend (1969) dice que *'las instancias negativas son suficientes en ciencia'*).

La evaluación de grandes unidades, como son los programas de investigación, en un sentido es mucho más liberal que la evaluación de teorías de Popper y en otro sentido es mucho más estricta. Esta nueva evaluación es *más tolerante* en el sentido de que permite que un programa de investigación supere enfermedades infantiles, tales como el problema de los fundamentos inconsistentes y el de jugadas ocasionales *ad hoc*, e incluso los supuestos experimentos 'cruciales' negativos, pueden ser consistentes con el desarrollo total de un programa de investigación. El antiguo sueño racionalista de un método mecánico, semi-mecánico o al menos seguro para desenmascarar los elementos falsos, no-pro-

⁴² Cf. mi (1970), 121, nota 1, y 123.

bados, sin sentido o incluso la elección irracional, ha de ser abandonado. Pero esta nueva evaluación es también *más estricta* en el sentido de que exige no sólo que un programa de investigación prediga nuevos hechos, sino además que el cinturón protector de sus hipótesis auxiliares esté ampliamente construido según una idea unificadora preconcebida, establecida por adelantado en la heurística positiva del programa de investigación.⁴³

Es muy difícil decidir, en especial si no se exige progreso en cada paso singular, cuándo un programa se ha estancado desesperadamente ;o cuando uno de dos programas rivales ha conseguido una ventaja decisiva sobre el otro. En este sentido ,no puede darse ninguna 'racionalidad instantánea'. *Ni la prueba de inconsistencia por parte del lógico, ni el veredicto de anomalía por parte del científico experimental pueden anular un programa de investigación de un sólo plumazo.*

El falsacionista sólo puede ser 'adivino' después del evento si desea aplicar el falsacionismo a programas de investigación más que a teorías aisladas. La naturaleza puede gritar 'No', pero la inventiva humana —en contra de Weyl y Popper⁴⁴— siempre puede gritar más fuerte. Con la suficiente brillantez y algo de suerte, cualquier teoría, aunque sea falsa, puede defenderse 'progresivamente' durante mucho tiempo. En la actualidad Grünbaum admite esto: pero entonces ¿qué queda de su falsacionismo?⁴⁵

¿Pero cuándo debería rechazarse una teoría particular, o un programa de investigación completo: sólo si hay otro mejor que lo sustituya. Así pues, yo separo la 'falsación y 'rechazo' popperianos, cuya conexión constituye la debilidad

⁴³ En mi (1970) llamo *estratagemas ad hoc*₃ a aquellos desarrollos remendados que no cumplen tales criterios. La primera corrección de Planck a la fórmula de Lummer-Pringsheim fue *ad hoc* en este sentido. Un ejemplo particularmente bueno es la anomalía de Meehl (cf. mi (1970)), 175, nota 3, y 176, nota 1. La noción de '*ad hoc*'₃ está anticipada en parte en Grünbaum (1964), 1411.

⁴⁴ Popper (1935), Sección 85.

⁴⁵ Grünbaum (1971), 126-7.

⁴⁶ Cf. mi (1968 a), 383-6, mi (1968 b), 162-7, y mi (1970) 116 ss. y 165 ss.

principal de su 'falsacionismo ingenuo'.⁴⁷ *Se aprende no por aceptar o rechazar una teoría aislada sino por comparar un programa de investigación con otro en cuanto a su progreso teórico, empírico y heurístico.*⁴⁸

Mi modificación ofrece una descripción muy diferente del juego de la ciencia de la que ofrece Popper. La mejor jugada de salida no es una hipótesis falsable (y por tanto consistente), sino un programa de investigación. Las simples 'falsaciones' (es decir, las anomalías) son registradas pero no es necesario que tengan influencia. Los '*experimentos cruciales*' en el sentido falsacionista no existen: a lo sumo, son títulos honoríficos concedidos a ciertas anomalías *mucho después del evento* cuando un programa ha sido vencido por otro. Según el falsacionista, un experimento crucial se define por un enunciado básico aceptado que contradice a una teoría.⁴⁹ Yo defiendo que ningún enunciado básico por sí sólo autoriza a rechazar una teoría. Un choque de este tipo puede representar un problema (mayor o menor), pero en ninguna circunstancia una 'victoria'. Ningún experimento es crucial en la época en que es llevado a cabo (excepto, tal vez, a nivel psicológico).

⁴⁷ Una consecuencia importante es la diferencia entre los análisis de Popper y Grünbaum del 'argumento de Duhem-Quine' y el mío; cf. por una parte Popper (1935), último párrafo de la sección 18 y la sección 19, nota 1; Popper (1957 a), 131-3; Popper (1963), 112, nota 26, 238-9 y 243; y Grünbaum (1960), (1969) y (1971); y por otra parte, cf. mi (1970), 184-9.

⁴⁸ Cf. mi (1970), 132-8. [Añadido en imprenta]: Cf. también Zahar (1973), 99-104.

⁴⁹ Como consecuencia de mi crítica, Popper se retractó de su posición. *En la actualidad sostiene* que sólo falsadores '*reales*' importantes ogligarian a rechazar una teoría. Como recientemente ha dicho: 'La primera discrepancia *real* puede refutar [una teoría]'. Pero ¿cuándo un enunciado básico aceptado, inconsistente con una teoría, es un falsador real? Obviamente se trata de un asunto a decidir por la *élite* científica. Por ejemplo, según Popper, el perihelio anómalo de Mercurio *no* fue una discrepancia '*real*'. Un planeta trasladándose por una cuadrado sería una discrepancia '*real*'.

Hacia 1970, Popper tuvo que elegir: o buscar un criterio de demarcación de programas de investigación, o convertirse en un Polanyiano. Eligió este último camino. (Cf. Popper (1971), 9.) Cf. también la nota 62.

El modelo falsacionista de 'conjeturas y refutaciones', a saber, el modelo de ensayo-de-hipótesis seguido de error-mostrado-por-experimento, se viene abajo. Una teoría sólo puede ser eliminada por una teoría *mejor*, es decir, por una teoría que posea contenido empírico adicional respecto del contenido corroborado de sus predecesoras. Parte de dicho contenido adicional es confirmado más tarde. Y para dicha sustitución de una teoría por otra mejor, la primera no necesita ser 'falsada' en el sentido ortodoxo del término.⁵⁰ De esta forma el desarrollo y el aprendizaje están marcados por el contenido adicional de instancias verificadoras más que por instancias falsadoras,⁵¹ y la 'falsación' y el 'rechazo' se convierten en lógicamente independientes.⁵² Popper dice explícitamente que 'antes de que una teoría haya sido refutada no se puede saber en qué forma tendría que modificarse'.⁵³ Según mi concepción, el camino es más bien el opuesto: antes de que una teoría haya sido modificada no se puede saber en qué forma ha sido 'refutada', y algunas de las modificaciones más interesantes se deben a la 'heurística positiva' de los programas de investigación más que a las anomalías.

He ofrecido una falsación de la teoría falsacionista de los 'experimentos cruciales'. Pero algún oponente podría decir que la falsación de mi nuevo criterio no es mucho más difícil que la del criterio de Grünbaum y Popper. ¿Qué sucede con el impacto inmediato de los grandes experimentos cruciales, tales como el de la falsación del principio de paridad? ¿Y qué sucede con los prolongados y vulgares procesos de ensayo-y-error que en ocasiones preceden a la proclamación de un programa de investigación mayor? ¿No se pronunciará

⁵⁰ Popper de modo eventual —y Feyerabend sistemáticamente— subraya el papel *catalítico* de las teorías alternativas para idear los llamados 'experimentos cruciales'. Pero las alternativas no son simples catalizadores que pueden suprimirse en la reconstrucción racional, sino que son partes necesarias del proceso falsador. (Cf. mi (1970), 121, nota 4).

⁵¹ Cf. en particular mi (1970), 120-1.

⁵² Cf. mi (1968 a), 385, y mi (1970), 121.

⁵³ Popper (1963), 51.

⁵⁴ Cf. en especial mi (1970), 135-8.

el juicio de la élite científica contra mis reglas universales —o mejor, contra *cualesquiera* reglas universales?

Prefiero exponer mi respuesta en dos partes. En primer lugar, me gustaría corregir ligeramente mi meta-criterio provisional anteriormente formulado,⁵⁵ y después reemplazarlo completamente por otro mejor.

Primero, pues, una ligera corrección. Si una regla universal choca con un 'juicio básico normativo' particular, se debería conceder algún tiempo para que la comunidad científica pondere el choque: ésta puede abandonar su juicio particular y adherirse a la regla general.⁵⁶ Estas falsaciones de 'segundo-orden' no han de ser precipitadas.

En segundo lugar, si se abandonan los experimentos cruciales en el *método*, ¿por qué mantenerlos en un *meta-método*? Se puede con facilidad tener una metodología, de segundo orden, de programas de investigación *metodológicos* (como algo opuesto a científicos): la metodología de programas de investigación aplicada a sí misma.

Mientras se sostenga que una teoría de la racionalidad ha de intentar organizar los juicios de valor básicos en sistemas universales y coherentes, no se ha de rechazar tal sistema inemdiatamente, a causa de algunas anomalías u otras inconsistencias. Por otra parte, una buena teoría de la racionalidad debe anticipar otros juicios de valor básicos no previstos por sus predecesoras o incluso conducir a la revisión de juicios de valor básicos anteriormente aceptados. Una teoría de la racionalidad se rechaza sólo por otra mejor, por una teoría que, en este sentido cuasi-empírico, represente un *cambio progresivo*. Así, este nuevo metacriterio —más indulgente— nos permite comparar lógicas rivales del descubrimiento y discernir el desarrollo del conocimiento 'meta-científico'.

Por ejemplo, no es necesario que la teoría falsacionista de la racionalidad científica se considere 'falsada' simplemente porque choque con juicios básicos de dirigentes científicos

⁵⁵ Cf. *supra*, p. 315.

⁵⁶ Se da una cierta analogía entre este modelo y el procedimiento de apelación ocasional del científico teórico, contra el veredicto del jurado experimental; cf. mi (1970), 127-31.

del momento. Por el contrario, según mi nuevo criterio tal teoría representa un progreso sobre sus predecesoras justificacionistas. Pues, en oposición a estas predecesoras, rehabilitó el status científico de teorías falsadas como la teoría del flogisto, corrigiendo de este modo un *juicio de valor* (de los historiadores inductivistas) que había desterrado a esta última teoría de la historia de la ciencia auténtica a la historia de las creencias irracionales. Del mismo modo corrigió la evaluación de la estrella errante de los años 1920: de la teoría de Bohr-Kramers-Slater.⁵⁷ A la luz de la mayor parte de las teorías justificacionistas de la racionalidad, la historia de la ciencia es, a lo sumo, una historia de los preludios *precientíficos* de alguna historia *futura* de la ciencia.⁵⁸ La metodología falsacionista capacita al historiador para interpretar como racionales mayor número de juicios de valor reales (considerados en su época) de la historia de la ciencia; el falsacionismo supuso un progreso comparado con el inductivismo.

Por otra parte, espero que mi metodología sea vista a su vez —sobre la base del criterio que he especificado— como otro paso hacia adelante. Pues parece ofrecer una explicación coherente *de mayor número* de juicios de valor básico antiguos y aislados como racionales; en realidad, mi metodología ha conducido a nuevos y *sorprendentes*, al menos para el justificacionista o el falsacionista ingenuo, juicios de valor básicos. Por ejemplo, para el falsacionista es *irracional* aprobar (y por lo tanto retener y elaborar mejor) la teoría gravitatoria de Newton después del descubrimiento del perihelio anómalo de Mercurio; y es *irracional* aprobar (y por lo tanto desarrollar audazmente la antigua teoría cuántica de Bohr, basada sobre fundamentos inconsistentes: incluso puede haber sido irracional aprobar la primitiva teoría de la relatividad de Einstein, por lo menos antes del shock del

⁵⁷ Van der Waerden pensaba que la teoría de Bohr-Kramers-Slater era mala: la teoría de Popper mostró que era buena. Cf. Van der Waerden (1962), 13 y Popper (1963), 242 ss.; para un examen crítico, cf. mi (1970), 168, nota 4, y 169, nota 1.

⁵⁸ La actitud de algunos lógicos modernos hacia la historia de la *matemática* es un ejemplo típico: cf. mi (1963-4), 3.

experimento de Michelson-Morley. Desde mi punto de vista todos estos desarrollos fueron completamente *racionales*. Según mi teoría, la diferencia de la teoría falsacionista, los Newtonianos, Bohr y Einstein fueron razonables. Además, contempladas desde la perspectiva de mi metodología, algunas escaramuzas de retaguardia de programas de investigación derrocados, fueron perfectamente racionales, y no signos de un comportamiento dogmático; y así nos capacita para corregir aquellos juicios standard de la última historiografía que conducen a la supresión de muchas de tales estratagemas de los textos de historia de la ciencia.⁵⁹ Tales escaramuzas de retaguardia fueron borradas por las historias del grupo inductivista y del falsacionista.

El progreso en la teoría de la racionalidad se encuentra marcado por descubrimientos o redescubrimientos históricos: por la reconstrucción racional de una masa creciente de historia impregnada de valor.⁶⁰

Por supuesto, puedo contestar con facilidad a la pregunta de cuándo estaría dispuesto a abandonar mi criterio de demarcación: cuando sea propuesto otro que, según mi metacriterio, sea mejor⁶¹ (No he contestado todavía a la pregunta de bajo qué circunstancias estaría dispuesto a abandonar mi metacriterio; pero es preciso pararse en algún sitio.)

CONCLUSIÓN

El problema de la evaluación de teorías científicas (del que el problema de la demarcación es el caso-cero) es uno de los problemas básicos de la filosofía de la ciencia. Su solución determina el contenido normativo de la teoría del

⁵⁹ Cf. mi (1970), sección 3(c).

⁶⁰ No hay nada necesario en este proceso. No hace falta decir que ninguna teoría de la racionalidad pueda o deba explicar *toda* la historia de la ciencia como racional: incluso los mayores científicos dan pasos en falso y se equivocan en su juicio.

⁶¹ [Añadido en prensa]: Después de la elaboración de este artículo, una tal metodología ha sido ya propuesta: cf. Zahar (1973), 99-104.

aprendizaje científico; el esquema de nuestro código de honestidad intelectual; y además nuestra perspectiva historiográfica. (También determina, dicho sea de paso, una formulación específica del problema de la inducción.)

Hay tres grandes planteamientos para la solución de este problema generalizado de demarcación:

(1) Se puede intentar ofrecer un criterio de demarcación universal como los propuestos por probabilistas o falsacionistas o por la metodología de programas de investigación científica. Se trata del planteamiento de Leibniz, de Carnap, de Popper, de Grünbaum y del mío propio.

(2) Se puede acordar que una anomalía sea más concluyente que otra; que una teoría sea mejor que otra; pero no hay, ni puede haber, ningún criterio universal de demarcación para decidir tales cuestiones. Cada caso ha de ser tratado según sus méritos propios y adhiriéndose al juicio de autoridad (de los grandes científicos). Es el planteamiento de Polanyi y de Kuhn.⁶²

(3) Se puede negar que una teoría sea epistemológicamente superior a cualquier otra; en consecuencia, sólo hay creencias rivales, algunas de ellas llamadas 'científicas'. Este relativismo cultural, que tiene su origen en el antiguo escepticismo, está ampliamente difundido en los movimientos contemporáneos de anti-ciencia; su expresión más clara se encuentra en el reciente 'anarquismo epistemológico' de Feyerabend.

El tercer planteamiento me produce horror; y creo que el segundo supone una abyecta sumisión filosófica a la autoridad. A menos que se consiga avanzar en la solución del problema de la demarcación generalizada, muchas ramas de la ciencia pueden degenerar en especializaciones tribales con standards incontestables desde el exterior. Aquí es donde veo el desafío más importante a la filosofía de la ciencia.

⁶² Para la reciente conversión de Popper a la posición de Polanyi, *cf.* nota 49.

REFERENCIAS

- J. Agassi, [1964]: 'Scientific Problems and Their Roots in Metaphysics', en M. Bunge (ed.), *The Critical Approach to Science and Philosophy. The Free Press of Glencoe*, New York, pp. 189-211.
- , [1969]: 'Popper on Learning from Experience', en Rescher (ed.), *Studies in the Philosophy of Science, American Philosophical Quarterly Monograph Series*, pp. 162-172.
- P. K. Feyerabend, [1969]: 'A Note on Two "Problems" of Induction', *British Journal for the Philosophy of Science*, 13, pp. 319-323.
- A. Grünbaum, [1960]: 'The Duhemian Argument', *Philosophy of Science*, 27, p. 75-87.
- , [1963]: *Philosophical Problems of Space and Time*, Routledge and Kegan Paul, London.
- , [1964]: 'The Bearing of Philosophy on History of Science', *Science*, 143, pp. 1406-1412.
- , [1969]: 'Can we Ascertain the Falsity of a Scientific Hypothesis?', *Studium Generale*, 22, pp. 1061-1093.
- , [1971]: 'Can we Ascertain the Falsity of a Scientific Hypothesis?', in M. Mandelbaum (ed.), *Observation and Theory in Science. The Johns Hopkins Press*, Baltimore and London, pp. 69-129.
- I. Lakatos, [1963-1964]: 'Proofs and Refutations', *British Journal for the Philosophy of Science*, 14, p. 1-25, 120-139, 221-243, 296-342.
- , [1967]: 'A Renaissance of Empiricism in the Recent Philosophy of Mathematics', en Lakatos (ed.), *Problems in the Philosophy of Mathematics*, North Holland, Amsterdam, pp. 199-202.
- , [1968a]: 'Changes in the Problem of Inductive Logic', en Lakatos (ed.) *The Problem of Inductive Logic*, North Holland, Amsterdam, pp. 315-417.
- , [1968b]: 'Criticism and the Methodology of Scientific Research Programmes', *Proceedings of the Aristotelian Society*, 69, pp. 149-186.
- , [1970]: 'Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes' en Lakatos and Musgrave (eds.) *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, London and New York, pp. 91-195.
- , [1971a]: 'History of Science and its Rational Reconstructions', en R. C. Buck and R. S. Cohen (eds.), *Boston Studies in the Philosophy of Science*, 8, Reidel, Dordrecht, pp. 91-136.
- , [1971b]: 'Popper zum Abgrenzungs- und Induktionsproblem', en H. Lenk (ed.), *Neue Aspekte der Wissenschaftstheorie*, Vieweg, Braunschweig. Versión alemana de Lakatos [1974].

- I. Lakatos, [1974]: 'Popper on Demarcation and Induction', en Schilpp (ed.), *The Philosophy of Sir Karl Popper*, Open Court, LaSalle.
- A. Musgrave, [1968]: 'On a Demarcation Dispute', en Lakatos y Musgrave (eds.), *Problems in the Philosophy of Science*, North Holland, Amsterdam, pp. 78-85.
- K. Popper, [1935]: *Logik der Forschung*, Julius Springer, Vienna, edición inglesa aumentada, Popper [1959].
- , [1945]: *The Open Society and Its Enemies*, Routledge and Kegan Paul, London. Vol. 2.
- , [1957a]: *The Poverty of Historicism*, Routledge and Kegan Paul, London.
- , [1957b]: 'The Aim of Science', *Ratio* 1, pp. 24-35.
- , [1959]: *The Logic of Scientific Discovery*, Hutchinson, London.
- , [1963]: *Conjectures and Refutations*, Routledge and Kegan Paul, London.
- , [1971]: 'Conversations with Philosophers—Sir Karl Popper talks about some of his basic ideas with Brian Magee', en *The Listener*, London, 7 January 1971, p. 8-12.
- B. L. Van der Waerden, [1967]: *Sources of Quantum Mechanics*, North Holland, Amsterdam.
- J. W. N. Watkins, [1963]: 'Negative Utilitarianism', *Aristotelian Society Supplementary Volume*, 37, pp. 95-114.
- , [1967]: 'Decision and Belief', in R. Hughes (ed.), *Decision Making*, British Broadcasting Corporation, London.
- E. G. Zahar, [1973]: 'Why did Einstein's Programme Supersede Lorentz's', *The British Journal for the Science*, 24, p. 95-123, pp. 223-262.

Versión castellana de DIEGO RIBES