EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS X JORNADAS

VOLUMEN 6 (2000), Nº 6

Pio García
Sergio H. Menna
Víctor Rodríguez
Editores

ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

En torno al concepto de *descubrimiento* en el *Pruebas y Refutaciones* de Imre Lakatos

*Fernando A. Birman**

Desde que Hans Reichenbach introdujo en la discusión epistemológica de nuestro siglo la ya clásica distinción entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación, el debate acerca de la legitimidad de esta distinción en el ámbito de las ciencias fácticas ha sido intenso y variado. Si bien hay quien sostiene que la distinción ya estaba presente, de modo implícito, en la epistemología de los siglos XVII y XVIII – Laudan (1980) –, es con los trabajos de Reichenbach que el descubrimiento y la justificación pasaron a ser abiertamente abordados por la mayor parte de los filósofos de la ciencia como fenómenos de naturaleza claramente distinta. Así, cabe mencionar a autores como Carnap, Popper y Hempel que, de modo paralelo con el desarrollo de sus teorías epistemológicas destinadas a validar el conocimiento científico, defendieron la idea de que el descubrimiento en ciencia es un fenómeno básicamente no racional, vinculado con experiencias creativas de tipo gestáltico y no susceptible de análisis lógico – tal como sí lo es la justificación –, por lo que resulta escasamente interesante en el nivel epistemológico. En este sentido, estos autores rechazaron unánimemente la posibilidad de una "máquina inductiva" de descubrimiento (posibilidad en la que habían creído numerosos infalibilistas de los siglos XVII y XVIII), y relegaron el estudio del descubrimiento al ámbito de la psicología o la sociología.

Como es sabido, esta situación de la epistemología contemporánea se vio pronto modificada, en las décadas de 1960 y 1970, por la aparición de diversos trabajos fuertemente críticos de la concepción tradicional. Hanson, por ejemplo, cuestionó el dictamen negativo sobre la posibilidad de análisis lógico del descubrimiento estudiando a este sobre la base de un tipo de razonamiento no deductivo ya tratado por Peirce: la abducción. Kuhn, por otro lado, fue más allá de los planteos de Hanson rechazando sumariamente la viabilidad de la distinción reichenbachiana y afirmando que el descubrimiento y la justificación son dos aspectos de una misma clase de fenómenos. Son diversos, asimismo, los trabajos encarados a lo largo de las décadas de 1980 y 1990 con vistas a ofrecer – principalmente mediante enfoques de tipo computacional – reconstrucciones formales del descubrimiento científico. Sin embargo, lo que nos interesa en el presente contexto es, antes que presentar detalladamente la evolución histórica de estas cuestiones, retomar la distinción tal como fue formulada originalmente por Reichenbach y contraponerla con ciertos desarrollos recientes efectuados en la filosofía de la ciencia. En particular, presentaremos, para sentar las bases de lo que se discutirá al final del trabajo, algunas de las tesis centrales de una corriente epistemológica cuyos representantes se han dado en llamar, de acuerdo con el rótulo de Gary Gutting, "amigos del descubrimiento". Estos autores comparten mayormente la fe en que, si bien quizá no es posible formular una lógica estándar (deductiva o inductiva) del descubrimiento, resulta factible mostrar que el descubrimiento científico responde a ciertos patrones innegables de racionalidad. Asimismo, un elemento que se presenta recurrentemente en sus

* Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

desarrollos es el cuestionamiento, no ya de la distinción descubrimiento-justificación, sino de su grado de sutileza. Autores como Thomas Nickles y Martin Curd ponen en duda que una distinción dicotómica sea lo suficientemente aguda para discriminar los diversos factores generativos, lógicos y heurísticos que forman parte de la actividad científica. Nickles (1980), por ejemplo, sostiene que entre la invención de una hipótesis y su puesta a prueba en el contexto de justificación tendría lugar una proceso que da en llamar "prosecución", y que daría cuenta de la evaluación que hacen los científicos respecto de la potencialidad o fertilidad de las hipótesis recién generadas antes de comprometerse con su justificación. A partir de (1989) y, sobre todo, en (1996), este autor reemplaza el término "prosecución" por el de "evaluación heurística", aunque manteniendo lo central de su postura sobre el tema. Curd (1980), por otro lado, comparte con Nickles la creencia de que es necesario modificar la dicotomía clásica, y pasa a distinguir entre una "lógica de la generación de hipótesis" y una "lógica de la evaluación preliminar", haciendo corresponder a la primera con el ámbito de producción de hipótesis y a la segunda con el recién mentado contexto de prosecución.

Ahora bien, la situación descrita hasta aquí, pese a sus costados antagónicos, ha tenido siempre como principal foco de análisis a las ciencias fácticas. Sin embargo, tal como han señalado numerosos autores, es claramente defendible la tesis de que un análisis similar es posible en el campo de las ciencias formales, en particular, de la matemática. Lo que el presente trabajo se dispone a analizar es el programa epistemológico de Imre Lakatos en relación con esta ciencia sobre la base de los elementos recién presentados. Como es sabido, en su *Pruebas y Refutaciones* Lakatos pretende haber formulado una lógica del descubrimiento matemático basado en la idea de que la matemática procede por conjeturas, pruebas y refutaciones. La concepción general de este autor cuestiona la importancia metodológica de la axiomatización a la hora de justificar los enunciados de esta ciencia. Según él, los sistemas deductivos, que denomina también extensivamente como sistemas "euclídeos", no son más que un caso límite, un aspecto parcial y acotado, de la matemática vista como sistema cuasi-empírico. La meta de Lakatos es extender el falibilismo popperiano al ámbito de la matemática, mostrando que esta disciplina no sólo es tan revisable como cualquier ciencia empírica, sino también que se desarrolla, al igual que las ciencias fácticas, sobre la base de conjeturas que han de ser puestas a prueba, para su corroboración o refutación, mediante cierto tipo de implicaciones contrastadoras.

László Kalmár (1967) señala que la matemática habría tenido su origen en la primitiva necesidad del hombre de establecer conexiones racionales entre diversos hechos de naturaleza empírica. Sin embargo, agrega, este punto de partida de raíz empirista fue pronto ocultado por la adopción del "método de la abstracción", inventado por los mismos matemáticos o acaso extraído de la filosofía. Este método llevó a los hombres a no ocuparse más de las cuestiones de origen empírico y a tratar de hallar, en cambio, las relaciones exclusivamente ideales – vía Platón – de los conceptos matemáticos. A partir de ese momento, y a pesar de tempranas muestras de escepticismo (como las de Zenón el eleático y Zenón el estoico) la matemática acuñó la noción de sistema axiomático y pasó a presentarse a sí misma como una disciplina enteramente deductiva, conservando la verdad de todos sus enunciados a partir de la verdad incuestionable de ciertos principios autoevidentes. Sólo con la emergencia de reveses tales como el de las paradojas del cálculo infinitesimal y las antinomias de la teoría de conjuntos esta imagen puramente deductivista e infalibilista de la matemática se vio cuestionada seriamente.

Sin entrar a discutir la corrección del análisis de Kalmár respecto de los orígenes históricos de la matemática, Lakatos (1967) se muestra explícitamente de acuerdo con las conclusiones que el primero pretende extraer de su trabajo: la matemática es una ciencia de naturaleza empírica – Lakatos no está dispuesto a decir que la matemática es empírica a secas, y opta por calificarla como cuasi-empírica – y, por lo tanto, sus enunciados son tan falibles como los de cualquier ciencia fáctica. Respecto del primer punto, la diferencia crucial entre el carácter empírico de, por un lado, ciencias tales como la física o la química y, por el otro, la matemática, es que los falseadores potenciales del tipo de las dos primeras son enunciados singulares espacio-temporales, en tanto que los falseadores potenciales de la última no lo son. Respecto del segundo punto, Lakatos comparte con Kalmár el punto de vista histórico que muestra las graves dificultades que ha debido sobrellevar la corriente deductivista-infalibilista en los anales de la matemática – Lakatos (1962) –, y se hace por lo tanto eco de afirmaciones de autores tales como Russell (1924) o Carnap (1958), quienes, pese a haber sido en principio firmes defensores de la certeza de esta ciencia, sostuvieron posteriormente que la matemática es similar en cuanto a su falibilidad (aunque cabría hacer distinciones de grado) a las tradicionales ciencias fácticas.

Ya en (1978) Lakatos presenta una fuerte crítica al formalismo matemático a tono con las anteriores observaciones. Sostiene allí que esta corriente, representada claramente por el Carnap de (1937), ha desdeñado tanto el estudio de la historia de la matemática como el análisis de los medios por los cuales se llega en ella a las distintas conjeturas, fomentando así una imagen dogmática de esta disciplina. Lakatos se propone, analizando detalladamente un caso histórico, mostrar que al menos una parte importante de esta ciencia procede, no de un modo axiomático-deductivo (es decir, "euclídeo"), sino de un modo cuasi-empírico, mediante conjeturas, pruebas y refutaciones. El caso que aborda gira en torno a la famosa conjetura de Descartes-Euler respecto de los poliedros.

Tratando de clasificar a los poliedros a partir de su número de caras (C), aristas (A) y vértices (V), Euler – 1758 –, precedido en parte por Descartes – 1639 –, halló una relación entre estos tres parámetros que, al igual que la trivial relación V=A en el caso de los polígonos, parecía mantenerse para todos los poliedros regulares: V-A+C=2. Cauchy – 1813 – procuró demostrar esta ecuación mediante cierto tipo de experimento mental. La viabilidad de su demostración, así como la generalidad de la ecuación original, fue tema de debate para gran número de matemáticos posteriores, entre los que se contaron Gergonne, Lhuilier, Hessel, Steiner, Crelle, Poincaré, etc. La dificultad básica que surgió inmediatamente en relación con V-A+C=2 fue que muchos autores concibieron contraejemplos (tales como "erizos", "marcos de cuadro", "cubos encajados", "cubos con cresta", etc.) en los que V-A+C≠2. Así, la ecuación de Euler (y la demostración de Cauchy) parecían ser erróneas. Sin embargo, algunos matemáticos optaron por el camino inverso. Supusieron que la dificultad no radicaba en la ecuación (o en una posible demostración de ella) sino en los cuerpos que se habían postulado como potenciales contraejemplos. En este sentido, se afirmó que los así denominados "contraejemplos" no eran tales, sino sólo "monstruos" que había que obviar o, en todo caso, "excepciones" que no ponían en riesgo la conjetura original. Lakatos denomina a tales salidas respectivamente como el "método de exclusión de monstruos" y el "método de exclusión de excepciones". Sin embargo, rechaza ambas alternativas por considerar que hacen intervenir en la versión final de la conjetura elementos "extraños" (un subrepticio cambio terminológico en el primer caso, un concepto ad-hoc como el de "convexidad" en el segundo) que no se desprenden de la prueba misma. El método que él propone es, en cambio, el de "incorporación de lemas", que rebautizará luego con el nombre de "método de pruebas y refutaciones", en el cual la presión que sufre la hipótesis inicial debido a los sucesivos contraejemplos que se presentan durante la prueba se refleja en la conjetura final, la que incorpora una serie de lemas surgidos de la prueba misma y que condicionan a la hipótesis de modo tal de neutralizar los contraejemplos. En este método, y partiendo de la conjetura primitiva, es la prueba la que echa luz sobre los lemas "ocultos" responsables de los contraejemplos, por lo que basta con hacer explícitos dichos lemas incorporándolos a la conjetura primitiva (es decir, mejorando esta conjetura) para que los contraejemplos ya no sean tales. De este modo se logra, en nuestro caso, y tal como sucedía con el "método de exclusión de monstruos" y el "método de exclusión de excepciones", mantener la conjetura de Euler y la prueba de ella efectuada por Cauchy, pero sin la necesidad de introducir cláusulas o conceptos "extraños" dentro de la hipótesis inicial.

El análisis global que realiza Lakatos de este caso es doble. En primer lugar, trata de mostrar que, tal como predica el popperianismo en el campo de las ciencias fácticas, aquí se parte de un problema (¿hay alguna relación en los poliedros regulares entre A, V y C?) frente al que se erige una hipótesis (V-A+C=2) que resuelve presumiblemente el problema. Esta hipótesis, a su vez, es puesta a prueba (a través del experimento mental de Cauchy) mediante la derivación de ciertas consecuencias que establecerán, gracias a los mecanismos lógicos tradicionales, si la conjetura original ha quedado corroborada o refutada. En segundo lugar, procura desarrollar, sobre la base del estudio de la dialéctica trazada por la hipótesis de Euler y los diversos contraejemplos que se le opusieron, una lógica del descubrimiento – a la que le da el nombre de "heurística" –, que aborda el aspecto "vivo" de la matemática, dejado tradicionalmente de lado por la corriente formalista. En este sentido, rechaza tanto el deductivismo (para el cual ninguna lógica del descubrimiento no-deductiva es necesaria) como el irracionalismo que habitualmente se le enfrenta (para el cual ninguna lógica del descubrimiento – ya sea o no deductiva – es posible). Lakatos sostiene, en cambio, que es dable desarrollar una heurística de la labor matemática asentada en reglas propias e independiente tanto de la lógica tradicional como de la psicología. Y es en este sentido que propone las siguientes cinco reglas heurísticas:

(1) Si tiene una conjetura, trate de probarla y refutarla. Inspeccione cuidadosamente la prueba para preparar una lista de lemas no triviales (análisis de la prueba); halle contraejemplos tanto de la conjetura (contraejemplos globales) como de los lemas sospechosos (contraejemplos locales).

(2) Si tiene un contraejemplo global, descarte su conjetura, añada a su análisis de la prueba un lema conveniente que sea refutado por el contraejemplo y sustituya la conjetura descartada por otra mejorada que incorpore a ese lema como condición.

(3) Si tiene un contraejemplo local, compruebe si no es también global. Si lo es, aplique la regla 2.

(4) Si tiene un contraejemplo local aunque no global, trate de mejorar el análisis de la prueba sustituyendo el lema refutado por otro no falsado.

(5) Si tiene contraejemplos de cualquier tipo, trate de hallar por medio de conjeturar deductivo un teorema más profundo, respecto del cual ya no sean contraejemplos.

Ahora bien, tal como se ha insinuado hasta ahora, Lakatos presenta todos los desarrollos anteriores como tendientes a formular una "lógica del descubrimiento matemático", asimilando de un modo más o menos vago su "método de pruebas y refutaciones" con su "heurística" basada en las cinco reglas anteriores. Sin embargo, este planteo no deja de resultar en cierta medida extraño, ya que tanto las "pruebas y refutaciones" como la "heurística" parecen situarse mejor, si uno se atiene a la descripción tradicional, dentro del contexto de justificación o, al menos en el segundo caso, dentro del contexto de prosecución. Por lo tanto, parece razonable pensar que aquí subyace cierta confusión o, cuanto menos, cierta falta de claridad, respecto de lo que entiende Lakatos por el término "descubrimiento". En particular, cabe preguntarse cómo es posible conciliar su programa con la clásica distinción reichenbachiana de contextos. O, mejor aún, cómo puede aplicarse a sus planteos la división triádica, presentada inicialmente, entre descubrimiento, prosecución y justificación.

En (1978, pág. 54), dice Lakatos:

> Espero que ahora todos ustedes vean que las pruebas, aun cuando puedan no *demostrar*, ayudan ciertamente a mejorar nuestra conjetura. *También la mejoran los excluidores de excepciones, pero la mejora era independiente de la demostración. Nuestro método mejora demostrando. Está unidad intrínseca entre la "lógica del descubrimiento" y la "lógica de la justificación" constituye el aspecto más importante del método de incorporación de lemas*. [bastardilla en el original]

Aquí Lakatos parece dar una respuesta preliminar a nuestro anterior cuestionamiento. La falta de precisión a la hora de definir el rol metodológico de, por un lado, la estrategia de pruebas y refutaciones y, por el otro, la labor heurística, se basa en la tesis de que hacer una distinción tajante entre descubrimiento y justificación carece de sentido pues ambos contextos están indisolublemente ligados. Sin embargo, persiste el problema antes planteado respecto de qué es lo que entiende Lakatos por "descubrimiento". Aún si se acepta que la distinción entre descubrimiento y justificación se halla intrínsecamente vinculada con cierto grado de imprecisión (cosa que, por otro lado, no resulta descabellada y que es defendida por numerosos representantes de los "amigos del descubrimiento"), queda por ver todavía si esta vaguedad a la hora de hablar de "descubrimiento" resulta asimismo justificada.

El término "descubrimiento" es frecuentemente utilizado en los trabajos epistemológicos en un sentido estricto y en un sentido lato. El sentido estricto hace referencia exclusivamente a la generación o producción de hipótesis. El sentido lato, en cambio, abarca no sólo la producción, la invención, sino también la prosecución de hipótesis. Es básicamente el sentido estricto el que subyace a la distinción de Reichenbach entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación. Es, asimismo, este sentido el que prevalece en Carnap, Popper y Hempel cuando rechazan la posibilidad de analizar lógicamente el descubrimiento científico. Es el sentido lato, en cambio, el que está detrás de las tesis más fuertes de los "amigos del descubrimiento". Cuando Nickles y Curd defienden la racionalidad de la innovación científica, piensan fundamentalmente en la racionalidad de la prosecución. El descubrimiento en sentido estricto permanece, por el contrario, como un fenómeno en cierto modo irreductible, como un sitio de limitado acceso para el trabajo epistemológico.

Ahora bien, lo que queremos defender aquí es que el programa lakatosiano en lógica del descubrimiento matemático podría tornarse menos vago y, por lo tanto, menos incierto respecto de sus potencialidades y limitaciones, si se abordara, no ya desde la clásica dicotomía reichenbachiana – tal como hace el mismo Lakatos –, sino desde el punto de vista de los tres contextos presentados más arriba. Procediendo de este modo se daría cabida a la distinción entre ambos sentidos del término "descubrimiento" – distinción que no tiene lugar en la versión de Reichenbach – y, en consecuencia, el programa de Lakatos podría ser visto – más plausiblemente, según creemos – como una lógica (en sentido lato) del descubrimiento (en sentido lato) matemático.

La pretensión de Lakatos de haber formulado una lógica del descubrimiento nos resultaba en cierto modo extraña pues, como vimos, su "método de pruebas y refutaciones" y su "heurística" no parecían acomodarse del todo al contexto de descubrimiento tal como es presentado en la tradición reichenbachiana. El programa de este autor, por el contrario, apenas da cuenta del fenómeno de generación de hipótesis científicas. Todos sus planteos parten de la suposición de que el matemático ya cuenta con al menos una conjetura inicial para su trabajo.[1] Si abordáramos el programa de Lakatos, en cambio, tal como aquí se propone, es decir, desde el punto de vista de una división tricotómica de contextos, nos veríamos libres para discriminar entre "descubrimiento estricto" y "descubrimiento lato" y, ligando el programa lakatosiano con la segunda acepción, evitaríamos la "extrañeza" antes citada. En este sentido, tanto las "pruebas y refutaciones" como la "heurística" se corresponden con bastante fidelidad con aquello que Nickles y Curd ubican dentro del contexto de prosecución. Aunque las "pruebas y refutaciones" tienen un componente claramente vinculado con la justificación, ambas estrategias buscan dar cuenta del amplio trabajo de evaluación de la potencialidad de las conjeturas iniciales y del intento de mejorarlas mediante nuevas conjeturas. Asimismo, y relacionado con el punto anterior, la tesis de Lakatos de la "unidad intrínseca" de descubrimiento y justificación se presenta también como más viable en nuestra interpretación pues, si bien no deja de resultar cuestionable que el descubrimiento en sentido estricto se halle intrínsecamente unido a la justificación, es defendible – y ha sido incluso defendido, entre otros, por Nickles (1996) – que la prosecución y la justificación tengan más de un punto en común.

Resumiendo, hemos presentado en este trabajo la concepción general de Imre Lakatos respecto de la matemática y, en particular, hemos analizado el programa que este autor propone en relación con una "lógica del descubrimiento" para esta ciencia. Tratamos de mostrar, luego, que en el planteo lakatosiano subyace cierta vaguedad respecto del uso del término "descubrimiento" – lo que, según dijimos, parece conducir al debilitamiento de algunas de sus tesis más fuertes – y, a la luz de algunos trabajos recientes en epistemología del descubrimiento, propusimos, para salvar esta dificultad, una reinterpretación de su programa de modo tal de verlo como tendiente a formular una "lógica (en sentido lato) del descubrimiento (en sentido lato) matemático" o, dicho más brevemente, una "heurística de la prosecución". No obstante, y dadas las relaciones que ligan potencialmente a la prosecución con la justificación y, en menor medida, con el descubrimiento en sentido estricto, hemos defendido también que en nuestra interpretación se torna más plausible una tesis central de Lakatos, la de la unidad intrínseca entre descubrimiento y justificación, que originalmente podía ser vista como altamente dudosa.

Nota

[1] De hecho, las cinco reglas heurísticas presentadas más arriba no abordan el tema del descubrimiento (en sentido estricto) y parten en cada caso de la suposición de que el investigador tiene ya a su disposición en el comienzo al menos una idea no trivial. Leemos en la primera regla: "Si tiene una conjetura..." y en las restantes: "Si tiene un contraejemplo...".

Bibliografía

Carnap, R., (1937), *The Logical Syntax of Language,* Kegan Paul, New York.

Carnap, R., (1958), "Beobachtungssprache und theoretische Sprache", en *Dialectica,* 12.

Curd, M., (1980), "The Logic of Discovery: An Analysis of Three Approaches", en Nickles, T., (comp.), *Scientific Discovery, Logic, and Rationality,* Reidel Publishing Company, London.

Kalmár, L., (1967), "Foundations of Mathematics - Whither Now?", en Lakatos, I., (ed.), *Problems in the Philosophy of Mathematics,* North Holland Publishing Company, Amsterdam.

Lakatos, I., (1962), "Infinite Regress and the Foundations of Mathematics", en *Aristotelian Society Proceedings, Supplementary Volume,* 36.

Lakatos, I., (1967), "A renaissance of empiricism in the recent philosophy of mathematics?", en Lakatos, I., (ed.), *Problems in the Philosophy of Mathematics,* North Holland Publishing Company, Amsterdam.

Lakatos, I., (1978), *Pruebas y refutaciones, la lógica del descubrimiento matemático,* Alianza, Madrid.

Laudan, L., (1980), "Why Was the Logic of Discovery Abandoned?", en Nickles, T., *op. cit.*

Nickles, T., (1980), "Introductory Essay: Scientific Discovery and the Future of Philosophy of Science", en Nickles, T., *op. cit.*

Nickles, T., (1989), "Heuristic appraisal: A proposal", en *Social Epistemology,* 3.

Nickles, T., (1996), "Deflationary Methodology and Rationality of Science", en *Philosophica,* 58.

Russell, B., (1924), "Logical Atomism", en Muirhead, J., (ed.), *Contemporary British Philosophy: Personal Statements.*