

CAPÍTULO 4

¿Qué es la ciencia?

1. EL PROBLEMA DE LA DEMARCACIÓN

Muchas personas en todo el mundo, pero especialmente en Alemania, Canadá y Francia, han acudido alguna vez a la medicina homeopática en busca de algún remedio para sus dolencias. Un remedio que quizá la medicina establecida y científicamente fundada no ha podido o no ha sabido darles. La homeopatía, aunque basada en teorías que se remontan a la época clásica, con Hipócrates (siglo V a.C.) y Galeno (siglo II d.C.), es un producto relativamente reciente. En su forma moderna fue elaborada por el médico alemán Samuel Hahnemann (1755-1843). La idea fundamental que rige la medicina homeopática es un viejo principio hipocrático: los semejantes se curan con semejantes. Lo que viene a significar que los remedios para las enfermedades deben ser productos que generen en personas sanas síntomas parecidos a los que causa la enfermedad. Por ejemplo, si una persona padece una enfermedad entre cuyos síntomas está la presencia de una hinchazón acompañada de dolor, el remedio podría estar en un preparado a base de abejas trituradas. A ello Hahnemann añadía que, para reforzar la potencia curativa de las distintas sustancias, en muchos casos éstas tenían que ser administradas en diluciones muy grandes, incluso infinitesimales. Además, los enfermos debían ser tratados como casos individuales, y no como ejemplos concretos de una enfermedad.

Para ir directamente al asunto, el principal punto débil de la homeopatía, cuando es contemplada desde la química, es el de las diluciones infinitesimales. Debe tenerse en cuenta que algunos de los principios activos utilizados en homeopatía son sumamente peligrosos, como el arsénico o la bacteria causante de

la tuberculosis. No es de extrañar, por tanto, que haya preparados homeopáticos con diluciones de 10^{-10} , e incluso a concentraciones muchísimo menores. Son muy frecuentes diluciones de 10^{-30} . El máximo de dilución permitido en Francia es de 10^{-60} , pero hay países que admiten diluciones más extremas (cfr. Millet, 1998). Ahora bien, un sencillo cálculo utilizando el número de Avogadro muestra que para estar seguros en el caso de una dilución de 10^{-30} de haber ingerido una sola molécula del principio activo habría que beberse centenares de miles de litros del preparado homeopático. En concreto, si partimos de una concentración de principio activo de 10 molar, al final de las diluciones habrá 6 moléculas del principio activo por cada millón de litros de agua (o del líquido empleado en las diluciones). Esto es un hecho reconocido por los homeópatas, a pesar de que implica que lo que dan a sus pacientes son botes con agua azucarada y alcohol, o caramelos impregnados con esta agua. Pero para ellos, en lugar de ser un punto débil, es una prueba de las bondades de la homeopatía. Un libro divulgativo publicado en España en defensa de la homeopatía trata así este asunto, que es —según nos dice— «el más criticado por los ignorantes»:

Como es fácil de comprender, llega un momento en las disoluciones en que es imposible detectar la presencia de la materia prima y sin embargo su eficacia es incuestionable. A partir de la 4CH [es decir, de una disolución en la que habría que multiplicar la concentración inicial del principio activo por 10^{-8}] ni siquiera los métodos de laboratorios más sofisticados son capaces de encontrar algo más que agua y alcohol. La inocuidad, por tanto, está garantizada (Agustí, 1999, pág. 44).

Habría que decir dos cosas al respecto: si los métodos más sofisticados no pueden detectar la presencia del principio activo es, sencillamente, porque lo más probable es que no haya una sola molécula del mismo en un preparado. Y, segundo, en efecto esto garantiza la inocuidad de la homeopatía, pero también parece garantizar su inanidad, al menos si descontamos el efecto placebo.

Para responder a estas críticas algunos homeópatas han desarrollado una hipótesis novedosa pero cuya única motivación es defender la teoría. Se trata de la hipótesis de la «memoria del agua». Según dicha hipótesis, el agua y otros disolventes pueden grabar de alguna manera información acerca de con qué otras sustancias han estado en contacto. Esta información, y no las moléculas de principio activo como tales, sería lo que captarían las células de nuestro cuerpo y lo que induciría a la curación. Queda envuelto en la confusión, al menos por el momento, el modo en que esta información se guarda y, sobre todo, cómo es que esta información puede actuar terapéuticamente sobre nuestro cuerpo. Lo cierto es que esta hipótesis fue sometida a contrastación experimental por Jacques Benveniste y sus colegas, publicando en 1987 unos resultados que parecían apoyarla. No obstante, su trabajo ha sido muy criticado por ausencia de controles experimentales mínimos que invalidaban por completo el resultado; una deficiencia reconocida posteriormente por alguno de sus colaboradores (cfr. Danchin, 1998).

¿Es, pese a todo, respetable la homeopatía desde un punto de vista científico? ¿Se trata sólo de una disciplina que tiene algunas dificultades teóricas en vías de subsanación, o falla más bien todo su enfoque general de la enfermedad? ¿Es su choque con la química un caso parecido al choque inicial de la teoría de la evolución con los cálculos hechos desde la física del momento, que no daban a la Tierra más que una antigüedad de unos pocos miles de años? En definitiva, ¿hay algo que distinga sustancialmente a la homeopatía de las teorías científicas acerca de las enfermedades, tal como se enseñan hoy en las facultades de medicina? La cuestión no es menor, si tenemos en cuenta las enormes cantidades de dinero que se juegan junto al prestigio o desprestigio científico de la homeopatía.

Menos importante desde este punto de vista económico, pero no menos desde el intelectual, es el caso de la parapsicología. La parapsicología es el estudio de los fenómenos «psi», y por tales se entiende fenómenos sensoriales o motrices que exceden las capacidades humanas. Se trata fundamentalmente de fenómenos de *percepción extrasensorial*, es decir, de obtención de información inaccesible a los sentidos (sucesos pasados, futuros o distantes), y de fenómenos de *psicoquinesia*, es decir, de influjo causal sobre objetos fuera de la esfera de actividad posible de los sujetos. Este estudio se realiza a menudo en departamentos universitarios, como es el caso de la Universidad de Edimburgo, de la Universidad de Princeton y en su momento de la Universidad de Duke; y sus experimentos se basan en el diseño experimental habitual en las ciencias del comportamiento. Los resultados se publican en revistas especializadas, como el *Journal of Parapsychology*. Por otra parte, algunas encuestas hablan de que más del 50 por 100 de las personas han experimentado alguna vez en su vida fenómenos de percepción extrasensorial (cfr. Díaz Corrales, 2001, págs. 8-10).

Sin embargo, pese a todos los esfuerzos realizados por investigadores serios, muchos de ellos con un acreditado currículum en algún campo científico, por obtener resultados innegables y replicables por cualquiera en el estudio de los fenómenos «psi», lo cierto es que tales resultados faltan por el momento. Todos los experimentos llevados a cabo hasta ahora o no han proporcionado una prueba fehaciente de que se han producido resultados distintos a los esperables por el mero azar, o han sido cuestionados desde un punto de vista metodológico por los críticos de la parapsicología. Es más, no hay acuerdo siquiera en qué consistiría una evidencia acerca de la existencia de fenómenos «psi». Hay quien cree que detrás de la parapsicología no hay más que fraude. Otras personas piensan que las críticas metodológicas hechas contra los experimentos parapsicológicos son tan exigentes que pocos experimentos realizados en algunas disciplinas científicas bien establecidas, y en concreto en la psicología, serían capaces de pasarlas sin problemas, y lo mismo podría decirse acerca de la replicabilidad de los experimentos. ¿Quién tiene razón? ¿Es la parapsicología un refugio de embaucadores, o es una disciplina emergente a la que los puristas de la ciencia se niegan a darle una oportunidad a causa de prejuicios arraigados? ¿Es quizás una disciplina que carece por el momento de carácter científico, o tiene ya este carácter pero no le ha acompañado la fortuna en los

resultados? Para responder a estas preguntas con un mínimo de rigor habría que estudiar en profundidad los méritos y los deméritos de la parapsicología, lo que no podemos hacer aquí; pero además de eso, como en el caso de la homeopatía, habría que tener una cierta idea previa de qué debe considerarse como científico y qué no. Es a esta cuestión a la que dedicaremos ahora nuestra atención.

La homeopatía y la parapsicología no son sino dos ejemplos de una larga lista de disciplinas que se proclaman como científicas, o al menos con capacidad para producir un conocimiento tan fiable como el de la ciencia, sin que esta pretensión encuentre reconocimiento en la comunidad científica. Suelen ser calificadas peyorativamente como *seudociencias*, lo cual significa que son disciplinas que pretenden pasar por científicas sin serlo realmente. Esta lista incluye a la astrología, el creacionismo, el psicoanálisis, el lysenkoísmo, el marxismo, la ufología, etc. Se trata, como puede comprobarse, de una lista abigarrada en la que varía mucho el nivel de rigor y de compatibilidad con la ciencia establecida. Algunas de esas disciplinas no pueden mantenerse coherentemente al tiempo que se aceptan los datos de la ciencia contemporánea, como es el caso de la astrología, la homeopatía, el creacionismo y el lysenkoísmo. Otras, sin embargo, no chocan tan frontalmente con ella, como es el caso del psicoanálisis y el marxismo, y no es justo ponerlas al nivel de las otras. Finalmente, es discutible si este choque se produce o no en el caso de la parapsicología. El interés que despiertan algunas de ellas en muchas personas, así como la enorme capacidad de influencia que tienen en el modo en que sus seguidores ven el mundo, es un indicador más que elocuente de la importancia práctica que tiene en la actualidad el problema filosófico de la caracterización de la ciencia como modo de conocimiento. De la inclusión o no de algunas de estas disciplinas entre las ciencias puede depender no sólo un mayor prestigio social, sino también su financiación a través de fondos públicos y su asimilación por los sistemas públicos de salud y educación.

Digamos por adelantado que es una tarea imposible la de dar con una definición rigurosa y permanente de lo que es la ciencia, entre otras razones porque la ciencia es una actividad humana sometida, como muchas otras manifestaciones culturales, a cambios históricos. Por eso, aun cuando consiguiéramos cristalizar en una definición un rasgo o una serie de rasgos que hubieran permanecido estables en el pasado y que fueran compartidos por todas las ciencias en sus estados actuales, nada garantizaría que no pudieran aparecer en el futuro nuevas disciplinas que fueran consideradas como científicas por los investigadores, las instituciones académicas y políticas, y el público en general, y que, sin embargo, no encajaran en la definición.

No obstante, esta dificultad para dar una definición precisa no impide que bastantes personas con un nivel cultural medio o alto posean una imagen más o menos acertada de lo que la ciencia es y de lo que la ciencia hace. De hecho, tener una opinión sobre este asunto se ha convertido en algo fundamental en una sociedad como la nuestra en la que la ciencia y la tecnología han pasado a ocupar un lugar central y cuya propia existencia como sociedad depende del

desarrollo científico y técnico. Tal dependencia, ya bastante explícita, unida a los intereses económicos y políticos que aparecen hoy día ligados a la investigación científica (conformando lo que se ha dado en llamar *big science*), determinan que los medios de comunicación presten una atención cada vez mayor a la investigación científica. De forma indirecta en muchos casos, pero directa e intencionada en otros, estos medios de comunicación contribuyen a difundir una cierta imagen pública de la ciencia.

Lamentablemente, en ocasiones esa imagen está distorsionada por la presentación que de la ciencia hacen tanto sus propagandistas más comprometidos como sus detractores más duros. Para los primeros la ciencia suele identificarse con sus logros tecnológicos y sus aplicaciones más espectaculares, para los segundos el científico contemporáneo es un aprendiz de brujo que ha puesto en marcha fuerzas que no controla y que amenazan con destruirnos. Y lo que es peor, una gran parte de la población, incluso en aquellos países con mejores niveles educativos, no tiene imagen alguna de la ciencia, ya que carecen de una formación mínima como para entender su funcionamiento, o la que tienen está falta de cualquier rigor. Según algunas encuestas, menos del 7 por 100 de los adultos estadounidenses tienen alguna cultura científica, y sólo el 13 por 100 tiene alguna idea de cómo procede la ciencia (cfr. Holton, 1993, pág. 147).

Cuando consigue ascender por encima de cierto nivel, el contenido de la imagen pública de la ciencia incluye en general la idea de que los científicos investigan para alcanzar ciertos conocimientos acerca de la naturaleza y del hombre, y que para ello observan, miden, experimentan, inventan teorías, se reúnen en congresos para comunicarse sus ideas y sus resultados, publican en revistas especializadas, se pasan horas interminables en los laboratorios, etc. Es notorio también que deben ayudarse en esa labor de instrumentos con una perfección y sofisticación crecientes que les permiten poner a prueba sus teorías con el mayor rigor. Dentro de esta imagen probablemente se incluye la convicción de que son los hechos establecidos mediante la experimentación los que tienen la última palabra en la ciencia.

Una imagen semejante fomenta además en algunos sectores de la población una firme confianza en el valor y la efectividad de los resultados de la investigación científica, e incluso en su capacidad para resolver, si no todos, al menos una gran parte de los problemas graves que aquejan a la humanidad. De hecho, la legitimidad social que posee hoy la ciencia proviene en buena medida de la convicción general en la utilidad potencial de todos los conocimientos científicos. Es frecuente que un nuevo resultado en la investigación sea anunciado en los medios de comunicación junto con las promesas de sus aplicaciones futuras. Paradójicamente esta imagen va unida también a un temor creciente a que se superen ciertos límites, sobre todo éticos (investigación armamentística, clonación, eutanasia, etc.), y a que se deteriore irreversiblemente el entorno natural debido a un uso incontrolado de esos resultados de la investigación.

En todo lo que acabamos de decir queda ya implícito que el término 'ciencia' designa tanto una actividad humana como su producto (el conocimiento

científico). Tradicionalmente, la filosofía de la ciencia se ha ocupado de este último, y puede decirse que la mayor parte de los problemas tratados en ella pertenecen todavía al ámbito epistemológico, pero en la actualidad el estudio de la ciencia como actividad está en auge, otorgándose cada vez más importancia a los aspectos prácticos de la investigación (experimentación, implementación tecnológica, valores, despliegue institucional, contexto social, etc.). Ya en 1942 el sociólogo de la ciencia Robert Merton señalaba que la palabra ‘ciencia’ denota varias cosas distintas: un conjunto de métodos, el conocimiento alcanzado con dichos métodos y los valores y tradiciones culturales que la gobernaban en cuanto actividad humana (cfr. Merton, 1942/1980, pág. 65).

Las definiciones habituales en diccionarios, ensayos introductorios y manuales científicos suelen limitarse —y ésta es ya su primera deficiencia— a la ciencia entendida como producto. El denominador común de muchas de ellas podría ser cifrado en la siguiente cláusula: *la ciencia es el conocimiento estructurado sistemáticamente que permite, mediante el establecimiento de leyes universales, la explicación y la predicción de los fenómenos, y que ha sido obtenido a partir de un método crítico basado en la contrastación empírica. Este método garantiza la objetividad y la autocorrección, y en él descansa el amplio acuerdo que puede encontrarse entre los científicos acerca de cuestiones fundamentales, posibilitando un rápido progreso en los conocimientos* (cfr. Wartofsky, 1983, pág. 43, Nagel, 1981, págs. 15-26, Niiniluoto, 1984, págs. 1-7 y Bunge, 1985a, pág. 32).

Pero, de entre todo ello, quizás la característica más señalada que se atribuye al conocimiento científico sea la de su obtención mediante un *método* propio que garantizaría su objetividad y permitiría el consenso de la comunidad científica. La importancia que se da a esta característica es tal que Mario Bunge (1985, pág. 29) declara: «Donde no hay método científico no hay ciencia».

La objetividad se conseguiría por medio de la supresión o neutralización del punto de vista individual —de los prejuicios subjetivos— a través de la crítica intersubjetiva basada en el seguimiento correcto de las normas metodológicas. Es central para este propósito que exista la posibilidad de que otro investigador cualificado sea capaz de reproducir, dadas las condiciones pertinentes, los resultados alcanzados por un científico cualquiera. Como escribe Barry Barnes:

Prácticamente, cada uno de los pasos del proceso de investigación se repite una y otra vez, en primer lugar por parte de un investigador concreto y, posteriormente, por sus colegas. En consecuencia, los juicios individuales apenas tienen efectos a largo plazo. Lo que importa es la tendencia a que una serie de juicios se estabilice sobre un resultado específico. Será ese resultado, en el que se habrá superado el error, el que reflejará los principios aceptados por el conjunto de la comunidad científica y una visión común sobre cómo se aplican esos principios al caso en cuestión. De esta forma, una serie de individuos, propensos a cometer errores, que se organizan sistemáticamente y se agrupan en sus actividades profesionales, constituye una máquina productora de conocimiento altamente fiable y mucho menos predispuesta al error (Barnes, 1987, pág. 40).

Por su parte, el consenso estaría facilitado precisamente por la común aceptación de métodos estrictos de contrastación y revisión de las diferentes propuestas de los investigadores.

Parece claro, en efecto, que la ciencia no es un tipo de sabiduría personal e intransferible lograda tras años de solitaria meditación, al modo de algunas filosofías orientales. La ciencia es una tarea intersubjetiva que reclama el concurso y la colaboración de numerosos investigadores, y que proporciona un tipo de conocimiento comunicable y público. Parece claro también que la comunidad científica es capaz de adoptar una decisión sobre la validez de gran parte de ese conocimiento y que esa decisión es ampliamente aceptada. Los libros de texto son prueba fehaciente de que hay una extensa zona de consenso en la ciencia de la que carecen otras instancias culturales. Eso no significa ni mucho menos que no existan discrepancias y controversias en el seno de la ciencia, sobre todo en la vanguardia de la investigación. Pero incluso en tales casos puede decirse, considerando las cosas en su globalidad, que es mucho más lo que comparten los contendientes que lo que les separa, y no sólo en los conocimientos, sino también en los métodos y en los fines.

La capacidad para lograr el consenso ha sido el rasgo definitorio de la ciencia para muchos filósofos y sociólogos de la ciencia, especialmente hasta la década de los 60 (cfr. Laudan, 1984, pág. 3 y sigs.). Y la explicación habitual que han dado los filósofos de esa capacidad de consenso era la común aceptación y aplicación de una serie de reglas constitutivas del «método científico». A lo largo de los próximos capítulos veremos, sin embargo, que esta explicación simplifica en exceso las cosas. En primer lugar, deja sin explicar cómo es posible, en casos donde la evidencia empírica es clara, el desacuerdo en la ciencia, a no ser que se suponga que obedece a causas puramente irracionales. Y en segundo lugar, desconoce el hecho de que los científicos también difieren en la estimación de lo que debe considerarse como una metodología correcta en cada circunstancia.

Los filósofos, en su mayoría, han abandonado en la actualidad la pretensión de señalar un conjunto de reglas o de estrategias identificables como el «método científico». Tradicionalmente, las propuestas más comunes al respecto han sido variantes del método inductivo o del hipotético-deductivo. Es decir, o bien se supone, como hizo John Stuart Mill, que el científico comienza realizando observaciones y experimentos y que a partir de ellos, con el auxilio de razonamientos de tipo inductivo, llega a la formulación de una hipótesis capaz de explicar los resultados previamente obtenidos; o bien se supone, como hizo William Whewell, que el científico parte de problemas a los que intenta dar una respuesta inventando de forma creativa una hipótesis a tal efecto y que, a continuación, intenta contrastar dicha hipótesis derivando de ella, mediante razonamientos deductivos, una consecuencia o una serie de consecuencias (de predicciones) susceptibles de ser confirmadas o refutadas por la experiencia ulterior. Caben, por supuesto, variantes que combinen ambos procesos o que maten alguno de ellos. Pero, en lo esencial las cosas no han variado demasiado con respecto a estos planteamientos.

Ahora bien, caracterizadas de este modo esquemático y general con el que son presentadas en los manuales y los libros de texto, no sólo no son informativas en absoluto acerca de los procedimientos que realmente emplean los científicos en sus investigaciones concretas —procedimientos que pueden variar mucho de unas ciencias a otras y que en ocasiones decisivas no encajan con la idealización que estos esquemas ofrecen—, sino que además no serían métodos exclusivos de la ciencia, ya que otras disciplinas no consideradas como científicas también hacen uso de ellos. Por ello, no suena hoy ya tan descabellada la negación que hizo Feyerabend de la existencia de *un* método científico. Bien entendido que esto no es negar que los científicos empleen métodos diversos en su trabajo investigador, sino reconocer que ninguno de ellos es de aplicación universal.

La ciencia es en realidad una empresa múltiple y heterogénea que incluso presenta rasgos contrapuestos. Cada disciplina constituye un modo distinto de hacer ciencia, adaptando a sus propias necesidades las características generales antes mencionadas. Así, por ejemplo, la definición que hemos dado más arriba no se acomoda apenas a las *ciencias formales*: lógica y matemáticas. Su posible validez quedaría restringida en principio a las *ciencias empíricas*. Pero aun dentro de éstas, son las *ciencias naturales* (física, química, biología, bioquímica, etc.) las que mejor encajan en ella, y no todas por igual si tenemos en cuenta que es un tema controvertido si hay o no leyes en la biología.

En cuanto a las llamadas *ciencias humanas y sociales* (sociología, economía, psicología, etc.), el intento de explicar los fenómenos acudiendo a leyes causales ha sido contrapuesto en numerosas ocasiones al objetivo pretendidamente más fundamental de la *comprensión* del significado de las acciones de los seres humanos, dado que éstas son lo que son en virtud de que los agentes y los receptores de las mismas les atribuyen precisamente un significado. Existe toda una tradición de pensamiento, la tradición *hermenéutica*, que pretende marcar una diferencia insalvable desde el punto de vista metodológico entre las ciencias naturales y las ciencias humanas sobre la base de que las acciones humanas obedecen a razones y no (o no sólo) a causas. Esta tradición considera inadecuado su estudio sin atender a esa característica diferenciadora que sería suficiente para inhabilitar el enfoque puramente externo propio de las ciencias naturales. El mundo social sólo podría conocerse desde dentro.

La diversidad de la ciencia es algo que difícilmente puede negarse desde la perspectiva de las últimas décadas, en las que hemos visto surgir tantas disciplinas nuevas aplicadas al estudio de tantos campos diferentes. A tal efecto, y muy en la línea de lo que previamente defendió Feyerabend, afirma Stephen Toulmin:

En lugar de ser partes diversas de una sola y comprensiva ‘ciencia unificada’, hoy las ciencias representan más bien una confederación de empresas, con métodos y patrones de explicación para abordar problemas distintos. ‘Ciencia’ ya no es entendido como un nombre singular. Al contrario, la expresión ‘ciencias naturales’ es plural, y la imagen platónica de

un único tipo de conocimiento formal ha sido reemplazada por una imagen de empresas que están siempre en flujo, y cuyos métodos de investigación —como pensaba Aristóteles— se adaptan a ‘la naturaleza del caso’ (Toulmin, 1990, pág. 165).

Dicho todo esto, debemos ahora analizar las principales propuestas de caracterización de la ciencia realizadas desde la filosofía y explicar con cierto detalle por qué no pudieron cumplir su objetivo satisfactoriamente. Los intentos por contestar la pregunta ‘¿qué es la ciencia?’ han consistido, desde el Círculo de Viena en adelante, en buscar algún rasgo diferenciador del conocimiento científico que fuera capaz distinguirlo con claridad de otros productos culturales, y en concreto de otras formas pretendidas o no de conocimiento. Es esto lo que se conoce como el problema del *criterio de demarcación* entre ciencia y no ciencia.

2. LA VERIFICABILIDAD COMO CRITERIO DE DEMARCACIÓN

Los neopositivistas comenzaron señalando un rasgo definitorio que todavía cuenta con gran aceptación entre muchos. La ciencia se caracteriza por ser capaz de *verificar* sus teorías, es decir, porque puede establecer a partir de los hechos observables (determinados por observación directa o por experimentación) que dichas teorías son verdaderas.

Para ser precisos, la verificabilidad, así como la confirmabilidad, de la que hablaremos a continuación, no fueron propuestas por los neopositivistas como criterio de demarcación entre la ciencia y lo que no lo es, sino como *criterio de sentido*, esto es, como criterio para distinguir lo que tiene sentido de lo que no lo tiene. Carnap en particular, aunque de forma tardía, fue explícito a la hora de separar ambos problemas (cfr. Carnap, 1963, págs. 877-879). Afirmó que las pseudociencias como la astrología, las creencias mágicas y los mitos tenían sentido empírico, pese a que no eran científicas. No obstante, aquí seguiremos el ejemplo de Popper y las interpretaremos también como criterios de demarcación. Y ello por varias razones. En primer lugar, porque a efectos prácticos, lo que los neopositivistas tenían en mente cuando pensaban en enunciados con sentido eran los enunciados que formaban parte de la ciencia o que podían, dado el caso y suponiendo que fueran verdaderos, formar parte de ella. El propio Carnap definió la ciencia de forma amplia, como «el sistema de los enunciados intersubjetivamente válidos» (Carnap, 1932/1995, pág. 66). Definición que no hacía sino parafrasear la identificación que Wittgenstein establecía entre el conjunto de los enunciados verdaderos y las ciencias naturales (Wittgenstein, 1921/1975, 4.11). Por lo tanto, dada esta identificación en la práctica, aquello que pudiera servir como criterio para determinar cuándo estamos ante un enunciado significativo serviría también en muchos casos como criterio de demarcación entre la ciencia (o lo que podría serlo) y lo que no es ciencia. En segundo lugar, porque el criterio de sentido pretendía ser también explícitamente un criterio de demarcación entre la ciencia y la metafísica, como casos

paradigmáticos de lo que tiene sentido y de lo que no lo tiene. Por lo que, si no expresaba condiciones suficientes de la ciencia, sí expresaba al menos condiciones necesarias. Y en tercer lugar, porque tanto la verificabilidad como la confirmabilidad coinciden en buena medida con características que han sido y son todavía tenidas por muchos, debido sobre todo a la influencia de la filosofía neopositivista, como definitorias de la ciencia.

El nivel básico en el análisis de la ciencia efectuado por los miembros del Círculo de Viena lo ocuparon, no las teorías, sino los enunciados que componen las teorías. Según las tesis del positivismo lógico, los enunciados que tienen sentido cognitivo son sólo los *enunciados analíticos* y los *enunciados sintéticos verificables*. Carnap prefería una división tripartita: enunciados analíticos, enunciados sintéticos verificables y enunciados contradictorios. Enunciados analíticos son aquéllos cuya verdad o falsedad puede determinarse mediante un mero análisis del significado de sus términos, es decir, atendiendo únicamente a reglas semánticas. Incluyen tanto las leyes lógicas, que son verdaderas en virtud del significado de sus términos lógicos, como los enunciados que son verdaderos en función del significado de sus términos no lógicos. Un ejemplo del primer caso sería el enunciado 'Juan es alto o no es alto'; un ejemplo del segundo caso sería el enunciado 'ningún soltero está casado'. La negación de un enunciado analítico verdadero es autocontradictoria. Los enunciados sintéticos se suelen definir en contraste con los anteriores, o sea, son los enunciados no determinados analíticamente; o bien, podemos decir también, son aquellos que afirman o niegan algo acerca de lo cual cabe tener una experiencia. Los enunciados analíticos siempre tienen sentido, pero los enunciados sintéticos pueden carecer de él si no son verificables a partir de la experiencia.

Las ciencias, por otra parte, constan sólo de enunciados significativos, lo que implica, de acuerdo con lo dicho, que consta sólo de enunciados analíticos o de enunciados sintéticos verificables. A diferencia de empiristas anteriores, como Mill, los miembros del Círculo de Viena pensaban que la matemática y la lógica (las ciencias formales) estaban constituidas únicamente por enunciados analíticos, mientras que las ciencias empíricas o factuales, como la física, la química, la biología o la psicología, estaban constituidas por ambos tipos de enunciados, aunque fundamentalmente por los sintéticos verificables (cfr. Carnap, 1935). Para el neopositivismo quedaban descartados, por tanto, los enunciados sintéticos *a priori* en los que Kant había basado la ciencia. Sencillamente no existían tales enunciados. Y, por supuesto, quedaban fuera de la ciencia y del discurso significativo los *enunciados sintéticos no verificables*. Un enunciado acerca del mundo que no sea verificable, carece de sentido cognitivo; no dice nada en realidad acerca del mundo. Los enunciados de la metafísica serían de este tipo.

En realidad, para los neopositivistas, la mayor parte de la filosofía tradicional, que no estaba constituida ni por enunciados analíticos ni por enunciados sintéticos verificables, era un discurso sin el más mínimo sentido. Sólo la ciencia puede ofrecernos un conocimiento del mundo. La filosofía, la poesía, la teología, la moral, no son más que discursos que, bajo la apariencia engañosa de querer decir algo sobre el mundo, no llegan más que a expresar sentimientos.

Ésta es, al menos, la función que Carnap concede a la metafísica. Una función similar a la del arte, o la poesía, pero alejada desde luego de cualquier virtualidad cognitiva:

Los (pseu)enunciados de la metafísica no sirven *para la descripción de los estados de cosas*, ni de los existentes (en cuyo caso serían enunciados verdaderos), ni de los no existentes (en cuyo caso serían enunciados falsos); sirven *para la expresión de sentimientos vitales (Lebensgefühl)* (Carnap, 1932, pág. 238).

Hemos dicho que los neopositivistas identificaron en la práctica el discurso significativo con el discurso científico. Todo enunciado con sentido o forma parte de la ciencia, o era susceptible de formar parte de ella. Puesto que lo que nos interesa ahora son las ciencias empíricas, es en los enunciados sintéticos en los que hemos de fijarnos. Hemos señalado también que, de acuerdo con el neopositivismo, los enunciados sintéticos sólo son significativos si son verificables. Éste es, pues, el criterio de sentido y de demarcación propuesto: la verificabilidad de los enunciados sintéticos. Un criterio cuyas raíces pueden encontrarse en la obra de Comte y, especialmente, en las consideraciones de Wittgenstein sobre el lenguaje en el *Tractatus Logico-Philosophicus*.

Moritz Schlick lo presenta del siguiente modo:

Es imposible entender el significado de una proposición sin saber al mismo tiempo en qué sería diferente el mundo si la proposición fuera falsa. Tenemos que ver qué circunstancias han de darse en el mundo para poder afirmar legítimamente la proposición. Si sabemos eso, conocemos entonces el significado de la proposición. También puede expresarse esto diciendo que el significado de una proposición es el modo (o método) de su verificación (para entender su significado hemos de ver cómo se verifica la proposición y cómo se falsa).

Si queremos saber lo que una proposición significa, y dar así su significado, la reformulamos de modo que sea reemplazada por otra proposición que represente algo directamente contrastable [...].

Establecemos así el significado de una proposición afirmando lo que se deriva de ella, o cómo hemos llegado a ella. Su significado se identifica con las proposiciones que pueden ser directamente comparadas con la realidad. No toda proposición puede ser comparada de este modo; por tanto, la reemplazamos por otras, y éstas por otras que se sigan de ellas, y finalmente llegamos a proposiciones sobre lo inmediatamente dado. Éstas son las proposiciones a las que nos conduce la ciencia (Schlick, 1987, págs. 128-130).

Así pues, un enunciado sintético tiene significado si sabemos cómo verificarlo. Y sabemos cómo verificarlo si podemos reformularlo de modo que, en análisis sucesivos, quede reducido a expresiones que hagan referencia únicamente a cosas de las que cabe tener una experiencia inmediata; o en otros términos, si sabemos qué observaciones harían verdadero dicho enunciado. En otro lugar lo explica así:

Si *no* soy capaz, en principio, de verificar una proposición, es decir, si no sé en absoluto cómo proceder, o lo que tengo que hacer, para averiguar su verdad o falsedad, entonces es obvio que no sé lo que la proposición afirma realmente, y seré incapaz de interpretar la proposición pasando de sus términos a experiencias posibles, con ayuda de definiciones (Schlick, 1932/1933, pág. 7).

Es importante notar que el criterio de verificabilidad no afirma que un enunciado sea significativo y, por lo tanto científico, sólo si es verificado de hecho. Lo que el criterio enuncia es que un enunciado es significativo si sabemos cómo se podría verificar en principio, aunque nadie haya conseguido verificarlo nunca. No es la verificación real lo que importa, sino la *verificabilidad*, la *posibilidad* de verificación. El enunciado 'hay aluminio en el núcleo de Plutón' es significativo aunque no haya sido verificado nunca, ya que normalmente admitiríamos que es posible su verificación en principio. El criterio de demarcación es, pues, la *verificabilidad en principio*.

Esta posibilidad de verificación no es siquiera una posibilidad *técnica*. Un enunciado como el anterior es significativo a pesar de la imposibilidad técnica de su verificación en estos momentos. Ni es tampoco una posibilidad *empírica*. Es empíricamente imposible saber qué está sucediendo en este preciso instante en la superficie de una estrella situada a mil años luz de la Tierra, puesto que la señal más veloz que nos pueda llegar de ella tardará mil años en hacerlo. Sin embargo, si decimos que ahora mismo hay manchas en la superficie de dicha estrella, estaremos diciendo algo con sentido. La posibilidad que el criterio reclama es la posibilidad *lógica* de verificación, entendida como la posibilidad de concebir una prueba observacional que sirviera para determinar, si es que se realizara realmente, la verdad del enunciado a verificar. Esto es lo que se pretende poner de manifiesto cuando se dice que el enunciado ha de ser verificable *en principio*; es suficiente con saber qué observaciones lógicamente concebibles verificarían el enunciado en el caso de que fueran hechas. Aun entendido así, el criterio se supone que es lo bastante estricto como para no dejar pasar como significativos los enunciados de la metafísica. Resulta, por ejemplo, inverificable la siguiente afirmación hegeliana: «La fuerza es como el todo, el cual es en sí mismo la referencia negativa a sí mismo.» No podemos siquiera concebir el tipo de experiencias que podrían hacerla verdadera. No es un enunciado que nos diga algo acerca del mundo, sino un seudoenunciado: algo que se parece a un enunciado pero que no lo es.

De acuerdo con la descripción que hace Hempel de las fases sucesivas por las que pasó dentro del Círculo de Viena la discusión sobre este criterio de demarcación y de sentido, en un primer momento la verificabilidad de un enunciado sintético se entendió como la posibilidad de establecer *de modo concluyente* la verdad o falsedad de dicho enunciado a partir de la experiencia, o más precisamente, a partir de un conjunto finito de enunciados que describan cosas o propiedades observables (enunciados observacionales) (cfr. Hempel, 1959, pág. 111). No obstante, esta interpretación fuerte dejaba fuera de la ciencia a las leyes científicas. Inicialmente Schlick intentó evitar el problema entendien-

do las leyes como reglas o instrucciones para la obtención de enunciados, en lugar de como enunciados mismos, pero terminó por imponerse rápidamente en el seno del Círculo de Viena la convicción de que una verificación concluyente de las leyes científicas era imposible. En 1932 Schlick escribía:

Hablando estrictamente, el significado de una proposición sobre objetos físicos sólo sería agotado por un número indefinidamente grande de posibles verificaciones, y de ahí se sigue que estas proposiciones nunca pueden ser mostradas en un último análisis como absolutamente verdaderas. De hecho, generalmente se reconoce que incluso las proposiciones más ciertas de la ciencia han de ser siempre consideradas sólo como hipótesis que permanecen abiertas a ulteriores precisiones y mejoras (Schlick, 1932/1933, pág. 12).

Una ley universal afirma que algo se cumplirá en cualquier lugar del espacio y en cualquier momento del tiempo. Para poder establecer concluyentemente su verdad, tal como exige el criterio de verificabilidad, tendríamos que disponer de un conjunto ilimitado de experiencias que encajaran con la ley, lo cual es obviamente imposible. Las pocas experiencias que podemos realizar acerca de cualquier ley científica en comparación con todos los casos posibles no permitirían afirmar jamás que hemos verificado la ley. Podríamos haber observado hasta hoy un millón de casos que cumplen la ley y aun así nada nos aseguraría que mañana no vayamos a encontrar un caso que la incumple y, por tanto, un caso que muestre que en sentido estricto la ley era falsa. Esto no es más que el viejo problema de la inducción, que todo lector de Hume conoce. Puede entonces que la metafísica hegeliana no sea verificable de forma concluyente, pero tampoco lo son las leyes científicas universales, como la ley de la gravedad. Ahora bien, si las leyes científicas no son verificables de forma concluyente y, pese a ello, son enunciados perfectamente significativos, el criterio de verificabilidad debía ser formulado de forma que no las excluyera de la ciencia.

Un intento en esta dirección fue el que llevó a cabo Alfred J. Ayer en su muy influyente obra *Lenguaje, verdad y lógica*, cuya primera edición es de 1936. En ella, Ayer proponía sustituir este sentido fuerte de verificabilidad por un sentido débil del término. Un enunciado es verificable en sentido débil si es posible para la experiencia *hacerlo probable*, es decir, si existen determinadas experiencias posibles que lo *apoyarían* en caso de darse. La formulación que da Ayer es la siguiente: un enunciado es verificable si de él, en conjunción con otras premisas, pueden deducirse algunos enunciados acerca de experiencias reales o posibles, y estos últimos no pueden deducirse sólo a partir de esas otras premisas (cfr. Ayer, 1946, págs. 38-39). Todavía cabe decirlo de otro modo. Un enunciado es verificable si, junto con otras premisas, sirve para hacer predicciones observables en cuya obtención es una parte indispensable. Cuando un enunciado permite hacer dichas predicciones, la comprobación empírica del resultado predicho no establece de modo concluyente su verdad, pero sí aumenta su probabilidad. Por consiguiente, el rasgo definitorio de la ciencia es que en ella podemos hacer predicciones observables y que éstas, una vez constatadas, hacen más probables a las hipótesis de las que se derivan.

Pero ocurre que este criterio, con ser más atento a la estructura lógica de las contrastaciones científicas a través del método hipotético-deductivo, y no excluir de la ciencia a los enunciados universales, como las leyes científicas, es también, según mostró pronto Isaiah Berlin, un criterio inoperante (cfr. Berlin, 1938/1939). Tal como está formulado permitiría que cualquier enunciado tuviera sentido empírico y fuera científico. Supongamos un enunciado cualquiera, como 'el Absoluto es perezoso'. De este enunciado podría inferirse el enunciado observacional 'esta manzana es roja' si le añadimos la siguiente premisa auxiliar: 'si el Absoluto es perezoso, esta manzana es roja'; premisa de la que, por sí sola, no se sigue el enunciado 'el Absoluto es perezoso', tal como marca el criterio. 'El Absoluto es perezoso' tendría entonces sentido empírico, ya que puede obtenerse de él un enunciado observacional. El lector quizá objetará que esta premisa auxiliar a la que hemos recurrido es totalmente arbitraria. Pero Ayer no ha formulado en esta versión del criterio ninguna condición que deban cumplir las premisas auxiliares empleadas.

En la introducción de la segunda edición del libro, que se publicó diez años más tarde, Ayer propuso una versión mejorada del criterio de verificabilidad que permitía escapar a esta objeción. En esa nueva versión, las premisas auxiliares deben cumplir ciertas condiciones: deben ser o enunciados analíticos, o enunciados verificables en un proceso independiente.

Pero tampoco esto funcionó. Alonzo Church (1949) mostró en sólo doce líneas que, incluso con esta mejora, cualquier enunciado o bien su negación podrían pasar el criterio y ser un enunciado significativo.

Finalmente, una objeción muy repetida contra el criterio de verificabilidad como criterio de sentido (y que valdría también para la confirmabilidad, pero no para la falsabilidad popperiana) ha sido que el criterio se anula a sí mismo, ya que de acuerdo con su propia prescripción carecería de sentido. En efecto, el criterio de verificabilidad no es un enunciado analítico ni tampoco un enunciado sintético verificable, con lo que no pertenece al discurso significativo; no tiene ningún sentido empírico.

Con posterioridad, Ayer reconoció la fuerza de la objeción e intentó responderla, pero su respuesta —como alguna otra que también se ofreció (cfr. Hempel, 1959, págs. 123-126)— resulta difícilmente aceptable:

Debía haber tomado la decisión más atrevida de caracterizar el principio como analítico, en virtud de la conexión necesaria entre el sentido de un enunciado y las condiciones de verdad de la proposición que se entiende que expresa (Ayer, 1987, pág. 28).

En las mismas páginas, Ayer no tiene reparos en añadir una crítica más al criterio: no tiene en cuenta la cuestión de quién es el responsable de la verificación de un enunciado. El criterio no aclara si debemos tomar como tal a un observador hipotético situado en una situación epistémica ideal o a un observador real con todas sus limitaciones para determinar la verdad o falsedad de los enunciados. Y, sin embargo, las cosas serían muy diferentes en ambos casos. Si

consideramos que los enunciados sobre el pasado, el presente y el futuro están en igualdad de condiciones frente al criterio, así como los enunciados acerca de experiencias de otras personas, tendremos que recurrir a la noción de un observador ideal capaz de moverse de una posición a otra en función de cada caso, y esta noción —como Ayer reconoce— es bastante problemática (cfr. Ayer, 1987, pág. 30).

3. LA CONFIRMABILIDAD COMO CRITERIO DE DEMARCACIÓN

Paralelamente a los esfuerzos de Ayer por mejorar el criterio de verificabilidad, Carnap iba desarrollando un criterio de sentido que intentaba superar también los problemas que hemos señalado. Carnap coincide con Ayer en rechazar la verificación completa como criterio de sentido. Considera, como Ayer y como Schlick, que los enunciados universales, cuyo exponente científico más destacado son las leyes científicas, tienen el carácter de hipótesis, sin posibilidad de verificación completa. En 1932 también él se manifestaba en términos muy parecidos a los de Schlick anteriormente citados:

En relación con los enunciados singulares, una 'ley' tiene el carácter de una *hipótesis*; es decir, no puede ser deducida directamente de ningún conjunto finito de enunciados singulares, pero, en los casos favorables, es apoyada crecientemente por tales enunciados (Carnap, 1932/1995, pág. 48).

En *Testability and Meaning*, obra publicada entre 1936 y 1937, Carnap sustituye finalmente, para evitar confusiones, el término 'verificación' por el de 'confirmación'. Una diferencia fundamental entre ambas es que, mientras la verificación era un proceso de todo o nada, la confirmación posee grados, es un proceso gradualmente creciente. Esto permite recoger bajo este concepto el hecho señalado de que las leyes pueden ser apoyadas crecientemente por enunciados observacionales.

El criterio de verificabilidad es reemplazado en consecuencia por el criterio más débil de la *confirmabilidad*. Lo que caracteriza a la ciencia, según este criterio, no es que sus teorías sean verificables, sino que son confirmables en un grado cada vez mayor. Las teorías científicas son susceptibles de encontrar experiencias que las apoyen; y a medida que crece el número de tales experiencias, crece la probabilidad de que la teoría correspondiente sea verdadera. De nuevo la filosofía, la poesía, la religión, etc. quedan fuera de la ciencia (y del discurso significativo), porque no hay experiencias posibles capaces de apoyar, digamos, la metafísica hegeliana o la existencia de Dios. Pero esta vez no quedan fuera las leyes científicas. Una ley como la de la gravedad no puede ser deducida de ningún conjunto finito de enunciados observacionales —y, por ello, como las demás leyes, es siempre hipotética—; sin embargo, sí puede recibir apoyo de los casos concretos que la confirman, y es confirmada cada vez que observamos una manzana caer del árbol o el movimiento de la Luna en el cielo

estrellado (suponiendo que hacemos además las mediciones precisas para cada una de las variables). Cuantas más observaciones semejantes hacemos, cuantos más hechos positivos encontramos, más confirmamos la ley. Carnap identificó más tarde el grado de confirmación de un enunciado con su probabilidad lógica o inductiva, dándole así una expresión numérica. Como desarrollo de esta idea elaboró un complejo sistema de lógica inductiva probabilística.

La idea intuitiva que hay tras el criterio de confirmabilidad es que lo que caracteriza a un enunciado (sintético) con sentido no es que pueda ser establecido concluyentemente a partir de la experiencia, sino que la experiencia puede apoyarlo (o debilitarlo) de forma creciente o, en otras palabras, que hay experiencia relevante para decidir acerca de su verdad o falsedad. Pero ¿cuándo es un enunciado susceptible de confirmación del modo descrito? La respuesta de Carnap es que un enunciado es completa o incompletamente confirmable si cada predicado descriptivo que aparece en él es completa o incompletamente reductible a predicados observables (Carnap, 1936/1937, pág. 457). Así, el centro de interés se desvía ahora hacia los términos en que vienen formulados los enunciados. Para que un enunciado sea susceptible de formar parte de la ciencia (y para que tenga sentido cognitivo), sus términos, tal como exigía el fisicalismo asumido por Carnap, han de ser traducibles a términos que se refieran a objetos o propiedades observables. En esta línea marcada por Carnap, Hempel formula el criterio de sentido de un modo que hizo fortuna: un enunciado tiene significado cognitivo si y sólo si es reductible a un «*lenguaje empirista*» (cfr. Hempel, 1959, págs. 116 y sigs.). Por lenguaje empirista entiende aquél que satisface las dos siguientes condiciones:

1. El vocabulario de dicho lenguaje contiene únicamente expresiones habituales en la lógica ('y', 'o', 'si... entonces', 'todos', 'algunos' etc.), predicados observacionales, y cualquier otra expresión formulable con las dos anteriores.
2. Las reglas para la formación de enunciados son las establecidas por algún sistema lógico actual, como el de los *Principia Matemática*.

El criterio de confirmabilidad entendido como la traducibilidad a un lenguaje empirista evitaba, según Hempel, todos los problemas anteriores. Fundamentalmente conseguía que los enunciados universales no quedaran excluidos por el mero hecho de serlo, ya que el cuantificador universal pertenece al lenguaje empirista, y además dejaba sin significado a muchos pretendidos enunciados, en especial los enunciados metafísicos como 'la nada nadea', que no pueden ser traducidos al lenguaje empirista.

Este criterio de demarcación parece a primera vista más razonable que el anterior, pero las objeciones no se hicieron esperar. Una primera es que no parece factible definir todos los términos científicos por medio de predicados observacionales —piénsese en términos como 'entropía', 'campo eléctrico' o 'quark'. Carnap y Hempel previeron la objeción e intentaron resolverla permitiendo que el lenguaje empirista se ampliara incluyendo términos que, aunque no fueran explícitamente traducibles a predicados observacionales, sí pudieran

ser conectados parcial e indirectamente con la observación a través de oraciones reductivas o de reglas de correspondencia, que proporcionarían una interpretación empírica a las teorías de las cuales esos términos forman parte. De ese modo, estos términos no reductibles al lenguaje observacional terminarían encontrando en el seno de una teoría un cierto entronque en la experiencia mediante las relaciones establecidas a través de postulados teóricos con los términos que sí son reductibles.

Sin embargo, esta solución está lejos de ser satisfactoria. En primer lugar, el empirismo lógico fue incapaz a lo largo de interminables discusiones de darle un significado homogéneo y aceptable a la noción de regla de correspondencia. En segundo lugar, Popper mostró que las teorías metafísicas y seudocientíficas también pueden ser reducidas de esta forma indirecta y parcial al lenguaje observacional. Hasta una «aserción archimetafísica» como ‘existe un espíritu personal omnipotente, omnipresente y omnisciente’, puede ser considerado como un enunciado científico de acuerdo con el criterio de confirmabilidad, ya que es posible reducirlo a un lenguaje empirista, y eso le convierte en confirmable en principio (cfr. Popper, 1963, págs. 206-212)¹. De hecho, fuera de la ciencia tenemos teorías que cuentan, o al menos eso dicen, con muchos ejemplos confirmadores, con muchas predicciones cumplidas (psicoanálisis, astrología). Como afirma Stegmüller, hasta «teorías» teológicas o místicas son capaces de establecer este contacto indirecto entre sus términos centrales y el mundo de la experiencia (entre el «más allá» y esta vida) (cfr. Stegmüller, 1979, pág. 405). Pero la confirmabilidad fracasa como criterio de demarcación entre ciencia y no-ciencia si en campos que no consideramos habitualmente como científicos, incluyendo la metafísica, encontramos también hipótesis confirmables. Y la prueba de que son confirmables es que en algunos casos, como en la astrología o en la homeopatía, podemos decir que los hechos han mostrado que se trata de hipótesis sumamente improbables cuando no claramente falsas.

Podría quizás intentarse una justificación de este fracaso aceptando la explicación carnapiana de que la confirmabilidad no pretendió excluir a las seudociencias, sino sólo a la metafísica y a la poesía (aunque la metafísica no se dejara excluir fácilmente). El problema es que la confirmabilidad también fracasa como criterio de sentido. Como señaló Israel Scheffler (1956/1957), el concepto de traducción correcta, en el que se basa el criterio, sólo puede aplicarse si presuponemos de antemano que los enunciados implicados en la traducción tienen sentido. Con lo cual caemos en un círculo vicioso. Para saber si un enunciado tiene sentido hemos de saber si tiene una traducción correcta en el lenguaje empirista, pero para saber si la traducción es correcta (si se conserva el valor veritativo de los enunciados implicados en ella), hemos de presuponer que los enunciados en cuestión tienen sentido.

¹ La respuesta de Carnap a esta objeción consistió en rechazar que la «aserción archimetafísica» de Popper fuera realmente metafísica en el sentido que los neopositivistas daban a este término (cfr. Carnap, 1963, pág. 881).

Por si esto no fuera suficiente, el concepto de confirmación de una teoría a partir de los hechos conduce a paradojas —al menos aparentes— que generaron un largo debate con final incierto y definitivamente alejado de los problemas de la ciencia real (para un tratamiento de las mismas puede consultarse Hempel, 1979, cap. 1 y Rivadulla, 1984, cap. 2).

Hay una dificultad técnica que se señala a menudo aun cuando no supone en realidad una objeción decisiva contra la confirmabilidad. La dificultad estriba en que dentro del sistema de lógica inductiva desarrollado por Carnap, como él mismo reconoce, el grado de confirmación de una ley universal tiene que ser cero. Una ley universal afirma que algo se cumple en todo lugar del espacio y en todo momento del tiempo. Su ámbito de aplicación es, por tanto, infinitamente grande comparado con el número de casos que podemos registrar en su favor. Luego por extensa que sea la evidencia empírica de la que los seres humanos dispongan en apoyo de una ley, siempre será insuficiente para aumentar de forma significativa la probabilidad de que la ley sea verdadera y su valor será siempre cero o estará cercano al cero. No obstante, este problema no es insalvable, ya que puede ser resuelto en otros sistemas de lógica inductiva, como el desarrollado por el finlandés Jaakko Hintikka.

Por último, el criterio de confirmabilidad, tanto como el de verificabilidad, presuponen que la teoría y la observación son categorías disyuntas. Es verdad que Carnap admitió que no hay una línea precisa de separación entre los predicados observables y los no observables (cfr. Carnap, 1936/1937), pero aun así el criterio se sustenta en que unos términos (los teóricos) fundamentan su significado en los otros (los observacionales). Ahora bien, buena parte de la filosofía de la ciencia posterior al Círculo de Viena ha cuestionado seriamente esta idea². Toda observación, según dicen muchos filósofos actuales de la ciencia, está «cargada de teoría». Todo enunciado observacional presupone la validez de alguna teoría, por elemental que pueda ser. De modo que se dotan de significado los unos a los otros en una relación recíproca.

Estas objeciones conjuntamente constituyen una prueba de cargo muy poderosa contra la tesis de que la confirmabilidad vale como criterio de demarcación entre lo que es ciencia y lo que no lo es. Pero hay un argumento contra la versión que Carnap ofrece de ella que tiene especial interés debido a su elegancia (a pesar de las burlas que de él hizo Feyerabend) y a que suscita de nuevo el viejo problema humeano de la inducción en unos términos renovados que han sido después particularmente fructíferos. Nelson Goodman mostró (en 1954) con dicho argumento que lo que cuente en la ciencia como un ejemplo confirmador de una teoría es algo que depende en ocasiones, más que de la pura lógica, de la historia de una disciplina y de la historia de los términos que emplea.

² Según una relectura reciente del pensamiento de Carnap, también éste la cuestionó en cierto grado, en la medida en que admitió que los términos observacionales dependen parcialmente en su significado de las teorías en las que se dan. No obstante, Carnap mantuvo siempre la distinción entre términos teóricos y términos observacionales (cfr. Irzik y Grünberg, 1995 y Earman, 1993a).

En otras palabras, una caracterización puramente formal de la confirmación es invariable. Para considerar confirmada una hipótesis concreta no basta con encontrar casos empíricos en su favor. Merece la pena que expongamos el argumento brevemente.

Partamos de la base de que todas las esmeraldas observadas hasta el momento son verdes, de modo que podemos decir que dichas observaciones proporcionan un alto grado de confirmación a la hipótesis ‘todas las esmeraldas son verdes’. Esto no presenta en principio ninguna dificultad. Pero considérese ahora el predicado ‘verdul’, que inventamos expresamente para nuestros propósitos y al que definimos como sigue:

Un objeto es verdul si y sólo si

- a) es observado antes del tiempo t y es verde, o bien
- b) es observado después del tiempo t y es azul.

Supongamos ahora que t es el año 2050. Resulta entonces que todos los casos de esmeraldas observadas hasta el momento confirman también la hipótesis ‘todas las esmeraldas son verdul’, puesto que son casos de objetos observados antes de t (año 2050) y de color verde. Tenemos, pues, que los mismos datos empíricos confirman dos hipótesis distintas: ‘todas las esmeraldas son verdes’ (llamémosla H) y ‘todas las esmeraldas son verdul’ (llamémosla H'). Ahora bien, como hipótesis científicas confirmadas, ambas pueden ser utilizadas para hacer predicciones, y como ambas están confirmadas en la misma medida, las predicciones de ambas deben ser consideradas como igualmente fiables. El problema es que las predicciones que hacen cada una de ellas para las esmeraldas que observemos después del año 2050 son muy distintas. H predice que serán verdes, mientras que H' predice que serán azules. Al *proyectar* hacia el futuro la evidencia disponible llegamos a resultados en conflicto en función de qué hipótesis tomemos como confirmada. En realidad, mediante este procedimiento podemos predecir cualquier cosa a partir de los datos disponibles. Basta con elegir el predicado apropiado para formular la hipótesis que consideremos confirmada.

Parece obvio que en este ejemplo el predicado que debemos utilizar para proyectar hacia el futuro la evidencia disponible es ‘verde’ en lugar de ‘verdul’. Pero la cuestión es: ¿por qué pensamos así? ¿Qué hace que ‘verde’ sea preferible a ‘verdul’ a la hora de formular hipótesis sobre el color de las esmeraldas? El hecho de que ‘verdul’ sea un término artificialmente creado no puede valer como respuesta. En la ciencia se crean términos que no existían con anterioridad en el lenguaje y el resultado es habitualmente satisfactorio. Es más, la ciencia no podría progresar sin crear términos nuevos.

Otra razón que podría aducirse para preferir ‘verde’ es que en la definición de este término no hay que hacer ninguna especificación espacio-temporal, mientras que en la definición de ‘verdul’ sí hay que hacerla; y se supone que los términos sin dichas especificaciones son más útiles para la ciencia. Sin embargo, esto es un asunto de convención. Podríamos inventar, por ejemplo, el tér-

mino ‘azerde’, al que definiríamos como objeto observado antes de *t* y de color azul o después de *t* y de color verde. En tal caso, el término ‘verde’ podría dejar de ser definido como habitualmente, sin referencias espacio-temporales, y pasar a ser definido del siguiente modo:

Un objeto es verde si y sólo si

- a) es observado antes de *t* y es verdul, o bien
- b) es observado después de *t* y es azerde.

Éste es en pocas palabras el problema que Goodman denomina ‘nuevo enigma de la inducción’. Escribe Goodman:

El problema de justificar la inducción ha sido desplazado por el problema de definir la confirmación, y nuestro trabajo sobre éste nos ha conducido al problema residual de distinguir entre hipótesis confirmables y no confirmables [...]. La pregunta crucial que queda es «¿Qué hipótesis son confirmadas por sus casos positivos?» (Goodman, 1954, págs. 80-81).

La solución de Goodman a este problema pasa por abandonar las consideraciones puramente sintácticas acerca de la confirmación y por tener en cuenta otro tipo de información para saber qué hipótesis debemos considerar confirmada. En concreto debe tenerse presente el historial de predicciones pasadas hechas con cada hipótesis y el resultado obtenido con las mismas. Es esta información la que puede ayudarnos a decidir qué predicados son *proyectables* y cuáles no. Volviendo a nuestro ejemplo, ese tipo de información nos dice que ‘verde’ tiene un historial mayor de proyecciones que ‘verdul’, o como dice Goodman, el predicado ‘verde’ está mejor *atrincherado* que el predicado ‘verdul’ (pág. 95). Así pues, debemos proyectar los predicados que estén mejor atrincherados, y éstos serán los que cuenten en su haber con mayor número de proyecciones anteriores con éxito. Para determinar qué hipótesis estamos confirmando a partir de la evidencia empírica disponible hemos de atender, por tanto, a consideraciones históricas dentro de una disciplina. El proyecto carnapiano de caracterizar la confirmación como una mera relación lógica entre las hipótesis y la evidencia empírica queda en entredicho.

No debe concluirse de todo esto que el concepto de confirmación sea completamente inútil y que no haya confirmaciones en la ciencia. Es obvio que las hay, y tiene perfecto sentido decir que en muchos casos el conocimiento científico es un conocimiento altamente confirmado. Las críticas que hemos expuesto no van contra esto, sino contra la pretensión de que la confirmabilidad es una característica exclusiva de la ciencia y además una característica que determina dónde comienza el discurso significativo. Quizá tenga razón Stegmüller (1983, pág. 411) en que el proyecto neopositivista de formular un criterio estricto para separar lo que tiene sentido de lo que no lo tiene perseguía fines loables con procedimientos inadecuados. La tarea de eliminar de la filosofía todo

discurso puramente retórico y de buscar la claridad, dando más valor a la experiencia y a la argumentación rigurosa que a los juegos de palabras, es más algo que se debe realizar mediante la promoción de ciertas actitudes que mediante un criterio basado en análisis teóricos. No me resisto a citar con cierta extensión sus palabras porque creo que son un resumen magnífico de lo bueno y lo malo que encerró todo este proyecto:

El aspecto del «problema de la metafísica» [...] no se refiere a una cuestión *teórica*, sino *práctica*. Lo que aquí se siente como un «mal» no es la absurdidad o carencia de sentido de determinados supuestos, sino una *determinada actitud mental*, que aparece en los partidarios de doctrinas metafísicas con la misma frecuencia que en los partidarios de concepciones políticas y religiosas. Se trata del espíritu, o mejor dicho, del mal espíritu de la *intolerancia*, que lleva al intento de *dogmatizar e inmunizar* determinadas concepciones frente a objeciones crítico-racionales. Quien afirma ser un iluminado, que dispone de la verdad única, ya sólo puede pretender reunir a su alrededor discípulos creyentes, sin tener ningún verdadero interés en una discusión racional con su interlocutor, sino a lo sumo un interés fingido. Esta actitud mental no puede superarse *mediante argumentos teóricos*, sino sólo *mediante una actividad* que trate de propagar el pensamiento crítico y que esté animada por la esperanza de que ese mal espíritu en un futuro más o menos lejano, si bien no desaparezca de nuestro planeta, se vea condenado, no obstante a la insignificancia práctica. Esta actividad surgiría de la decisión «*existencial*» a favor de un *modo de vida* para el que la fe inquebrantable, contra la que chocan los argumentos racionales, no sea una virtud, sino un vicio.

4. LA FALSABILIDAD COMO CRITERIO DE DEMARCACIÓN

Karl Popper (1902-1994), un físico y filósofo cercano al neopositivismo, pero también crítico con él, consiguió darle un giro radical a la cuestión. En 1934, dos años antes de que Ayer propusiera la sustitución del concepto fuerte de verificabilidad por otro más débil, o de que Carnap, convencido de la imposibilidad de verificación total de los enunciados universales, iniciase el análisis lógico del concepto de confirmación, aparecía publicada en Viena su primera obra significativa. Sin embargo, esta obra, titulada *Logik der Forschung*, y en la que se exponían ideas que Popper venía madurando desde hacía más de una década, sólo ejercería una influencia muy limitada hasta que se tradujo al inglés en 1959 bajo el título de *The Logic of Scientific Discovery*. A partir de entonces, se convirtió sin lugar a dudas en uno de los trabajos de referencia más importantes de la filosofía de la ciencia. Para su traducción al castellano se prefirió el título inicial: *La lógica de la investigación científica*.

La obra comienza con una tesis abiertamente enfrentada al neopositivismo: el método empleado en la ciencia no es el método inductivo, sino el hipotético-deductivo. La inducción no es siquiera un modo de inferencia lógicamente aceptable. Un conjunto de enunciados singulares, por grande que sea, nunca puede justificar lógicamente la pretensión de verdad de un enunciado univer-

sal o de una teoría; y puesto que tanto el verificacionismo como el confirmacionismo se basan en la aceptación de este tipo de inferencias inductivas, Popper rechaza igualmente ambas posturas. Popper pensaba que la razón de que los filósofos y científicos, desde los tiempos de Bacon, hubieran insistido tanto en que la inducción era el método empleado en la ciencia para justificar las teorías era que creían, erróneamente, que así podían establecer una línea de demarcación entre lo que es ciencia y lo que no es ciencia.

Las razones que Popper aporta para descartar la inducción como método de la ciencia siguen de cerca las críticas que ya había ofrecido Hume. La inducción es injustificable desde un punto de vista lógico. En la conclusión hay siempre contenida más información que en las premisas. Este salto exige una justificación que lo legitime. Tradicionalmente se ha empleado para tal propósito algún *principio de inducción*, como el principio de uniformidad de la naturaleza, que sostiene que las regularidades que se han dado en el pasado continuarán dándose en el futuro. Pero la aceptación de ese principio reclama a su vez una justificación. No puede tratarse de un enunciado analítico, sino de un enunciado sintético cuya verdad debemos sustentar sobre la experiencia (Popper tampoco acepta la posibilidad de enunciados sintéticos *a priori*). Y esto nos lleva entonces a una regresión infinita: para establecer mediante la experiencia la verdad de este principio inductivo necesitaríamos recurrir a un nuevo principio inductivo de orden superior, y para establecer la de éste a otro, y así sucesivamente. Esta objeción afecta igualmente a los intentos de basar las inferencias inductivas en el cálculo de probabilidades.

Por lo tanto, Popper se impone a sí mismo la tarea de reconstruir un criterio de demarcación que sólo admita la lógica deductiva, y ello sin abandonar el principio del empirismo según el cual sólo la experiencia —los enunciados observacionales— puede ayudarnos a decidir sobre la verdad o falsedad de nuestras hipótesis. Porque Popper, después de todo, sigue siendo un empirista.

Existe una asimetría lógica fundamental que puede proporcionar la base para ese nuevo criterio:

Los enunciados universales [...] no son jamás deducibles de enunciados singulares, pero sí pueden entrar en contradicción con estos últimos. En consecuencia, por medio de inferencias puramente deductivas (valiéndose de *modus tollens* de la lógica clásica) es posible argüir de la verdad de enunciados singulares la falsedad de enunciados universales (Popper, 1962, pág. 41).

Así, el enunciado ‘todos los cuerpos se atraen entre sí con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa’ no puede ser jamás verificado, pues no podemos *deducirlo* a partir de enunciados singulares acerca del comportamiento observado de una serie de cuerpos materiales, pero bastaría con que encontráramos un solo caso de incumplimiento del mismo, un solo caso de cuerpos que no se atraigan entre sí como afirma el enunciado, para que, aplicando el *modus tollens*, pudiéramos concluir que el enunciado

es falso. Habría quedado refutado, o en terminología de Popper, habría quedado *falsado*. El *modus tollens* es un tipo de inferencia deductiva que sigue el siguiente esquema: «Si p , entonces q ; y no q ; por lo tanto no p .» En el ejemplo que acabamos de poner, la posible refutación de la ley de la gravedad iría de este modo: «Si todos los cuerpos se atraen entre sí con una fuerza etc., entonces los cuerpos A y B se comportarán de la forma x ; pero resulta que se comprueba experimentalmente que los cuerpos A y B no se comportan de la forma x ; por lo tanto, no es cierto que todos los cuerpos se atraigan entre sí con una fuerza etc.»

En cambio, los enunciados de la metafísica o de las pseudociencias no pueden ser falsados, porque no hay experiencias posibles que puedan servir para refutarlos.

Tenemos con ello todos los elementos para establecer el nuevo criterio de demarcación. Lo que distingue a la ciencia no es su capacidad para verificar o confirmar sus teorías, sino todo lo contrario, su capacidad para deshacerse rápidamente de las teorías erróneas mediante una crítica rigurosa orientada a la refutación de las teorías a partir de la experiencia. Una teoría es científica si y sólo si es *susceptible de refutación o falsación empírica*. En otras palabras, si es posible en principio concebir una o varias observaciones que, caso de darse, harían falsa a la teoría.

Como en los criterios anteriores, se trata de una posibilidad en principio, en este caso de la posibilidad de refutación. Es esa mera posibilidad y no, claro está, la refutación de hecho, la que el criterio exige. Popper creía que el destino de toda teoría científica era el de ser falsada algún día. Pero una teoría puede pasar con éxito durante mucho tiempo todas las pruebas a las que se la someta para intentar falsarla. Y cuanto más duras y rigurosas sean las pruebas que ha pasado con éxito, tanto mejor teoría será. El hecho de pasar con éxito los intentos de refutación no prueba que la teoría sea verdadera, ya que siempre cabe la posibilidad de que sea falsada más adelante, pero al menos podemos decir que la teoría está «*corroborada*». El grado de corroboración de una teoría es sólo el grado en que una teoría ha resistido hasta el momento los intentos de falsación. No debe interpretarse, por tanto, que una teoría es más probable por el hecho de estar mejor corroborada. El grado de corroboración popperiano no se debe identificar con el grado de confirmación carnapiano. La ciencia progresa en la medida en que se proponen hipótesis audaces que van siendo refutadas cuando se consigue encontrar ejemplos en su contra, y, una vez refutadas, van siendo sustituidas por otras hipótesis mejores. La ciencia nunca es más que un sistema de hipótesis o conjeturas. No estamos justificados para afirmar que hemos alcanzado en ella la verdad, y ni siquiera que hemos alcanzado teorías muy probablemente verdaderas.

Todas las teorías científicas encajan, según Popper, con este criterio de demarcación. Nuestras mejores teorías, como la teoría de la relatividad, han efectuado predicciones arriesgadas que podían haber fallado (lo que habría significado la falsación de la teoría) y que sin embargo fueron exitosas. Tal es el caso de la predicción einsteiniana de que la luz se curvaría en campos gravitatorios.

Era una predicción novedosa y arriesgada, que ponía en juego a la teoría, y que fue constatada durante un eclipse solar en 1919. Ello proporcionó fama mundial a Einstein. En cambio, las teorías seudocientíficas —Popper pensaba sobre todo en el psicoanálisis, la astrología y el marxismo— se caracterizan por que no hacen jamás predicciones arriesgadas, y si las hacen y fallan (como sucedió con el marxismo), buscan la manera de encajar el ejemplo en contra de modo que se convierta en un ejemplo a su favor. Las teorías metafísicas y seudocientíficas son infalsables de por sí, o bien sus defensores las convierten en infalsables con su actitud de rechazar toda falsación. Para ellas todos son casos confirmadores y nunca refutadores.

En *Conjeturas y refutaciones* hay un texto sumamente ilustrativo en el que Popper narra cómo en 1919, mucho antes de haber entrado en contacto con el Círculo de Viena, cuando todavía era un joven estudiante de física, había llegado al convencimiento de que lo que distinguía a la ciencia no era que las teorías científicas tuvieran muchos casos a su favor, sino que podían hacer predicciones arriesgadas susceptibles de ser desmentidas por la experiencia. En esa época Popper había alcanzado un conocimiento bastante profundo de tres teorías que le inquietaban: el marxismo, el psicoanálisis y la psicología del individuo de Alfred Adler. Pese a su interés por ellas, comenzaba a sospechar que algo las hacía distintas de otra teoría por la que también sentía fascinación: la teoría de la relatividad de Einstein. Y la diferencia parecía estar en que, paradójicamente, no había ninguna conducta humana que no pudiera ser encajada bajo las tres primeras, mientras que en el caso de la teoría einsteiniana, se efectuaban ciertas predicciones claras que podían fallar estrepitosamente. La teoría einsteiniana adelantaba qué tipo de experiencias podrían ir en su contra. El texto continúa:

Descubrí que aquellos de mis amigos que eran admiradores de Marx, Freud y Adler estaban impresionados por el número de puntos comunes en estas teorías, y especialmente por su aparente *poder explicativo*. Estas teorías parecían capaces de explicar prácticamente todo lo que sucedía dentro de los campos a los que se referían. El estudio de cualquiera de ellas parecía tener el efecto de una conversión o revelación intelectuales que abría los ojos a nuevas verdades escondidas para los no iniciados. Una vez que los ojos se abrían de esta manera, se veían ejemplos confirmadores por todas partes: el mundo estaba lleno de *verificaciones* de la teoría. Suciedera lo que sucediera, siempre era una confirmación de la teoría. De este modo, su verdad parecía manifiesta; y los incrédulos eran claramente personas que no querían ver la verdad manifiesta; que rehusaban verla, ya fuera porque iba contra sus intereses de clase, ya fuera a causa de sus represiones, que aún no estaban «analizadas» y clamaban por un tratamiento.

Me pareció que el elemento más característico de esta situación era la incesante corriente de confirmaciones, de observaciones que ‘verificaban’ las teorías en cuestión; y éste era un punto que sus partidarios enfatizaban constantemente. Un marxista no podía abrir un periódico sin encontrar en cada página evidencia que confirmara su interpretación de la historia; no sólo en las noticias, sino también en su presentación —que revelaba los prejuicios de cla-

se del periódico— y especialmente, claro está, en lo que el periódico no decía. El analista freudiano subrayaba que sus teorías eran verificadas constantemente por sus ‘observaciones clínicas’. En lo que respecta a Adler, me impresionó mucho una experiencia personal. En cierta ocasión, en 1919, le informé de un caso que no me parecía particularmente adleriano, pero que él no encontró ninguna dificultad en analizar en los términos de su teoría de los sentimientos de inferioridad, aunque ni siquiera había visto al niño. Un poco escandalizado le pregunté cómo podía estar tan seguro. ‘Por mi experiencia de mil casos’, replicó; a lo que no pude evitar contestarle: ‘Y con este nuevo caso supongo que su experiencia es ahora de mil y un casos.’

[...] Era precisamente este hecho —que siempre encajaban, que siempre eran confirmadas— lo que a los ojos de sus admiradores constituía el argumento más fuerte a favor de estas teorías. Empecé entonces a comprender que esta fuerza aparente era de hecho su debilidad.

Con la teoría de Einstein la situación era muy diferente. Tomemos un ejemplo típico —la predicción einsteiniana, que acababa de ser confirmada por los hallazgos de la expedición de Eddington. La teoría de la gravedad de Einstein llevaba al resultado de que la luz debía ser atraída por cuerpos pesados (como el Sol), tal como son atraídos los cuerpos materiales. En consecuencia, podía calcularse que la luz de una estrella fija distante cuya posición aparente estuviera cercana al Sol llegaría a la Tierra desde tal dirección que la estrella parecería estar ligeramente desplazada con respecto al Sol; o, en otros términos, las estrellas cercanas al Sol se verían como si se hubiesen separado un poco del Sol y unas de otras. Esto es algo que no puede observarse normalmente, ya que tales estrellas se vuelven invisibles durante el día debido al abrumador brillo del Sol; pero durante un eclipse es posible tomar fotografías de ellas. Si la misma constelación es fotografiada por la noche, se pueden medir las distancias sobre las dos fotografías y comprobar el efecto predicho.

Ahora bien, lo impresionante en este caso es el riesgo que implica una predicción de este tipo. Si la observación muestra que el efecto predicho está definitivamente ausente, la teoría simplemente queda refutada. La teoría es *incompatible con ciertos resultados posibles de la observación* —de hecho, con resultados que todo el mundo habría esperado antes de Einstein (Popper, 2002, págs. 45-47).

Unas páginas después Popper identifica sin ambages la actitud científica con la actitud crítica, que busca refutar si es posible los propios puntos de vista para cambiarlos cuanto antes si son erróneos, y la actitud seudocientífica con la actitud dogmática, que sólo busca confirmaciones de los propios puntos de vista y tiende a ignorar los contraejemplos.

Popper no propone la falsabilidad como criterio para separar lo que tiene sentido de lo que no lo tiene, al modo en que los neopositivistas presentaban la verificabilidad y la confirmabilidad, sino únicamente como criterio de demarcación entre lo que es ciencia empírica y lo que no lo es, sin prejuzgar la carencia o no de sentido de este último ámbito. A ambos lados de la línea pueden existir sistemas de enunciados con sentido. La metafísica, en particular, no tiene por qué ser un absurdo. Y esto queda de manifiesto cuando constatamos que algunas teorías que durante siglos fueron consideradas como metafísicas,

como es el caso del atomismo, pasaron más tarde a formar parte de la ciencia. Popper no busca en absoluto «derribar la metafísica», sino delimitar claramente su terreno frente a las ciencias, aunque dadas las influencias mutuas, las fronteras no puedan ser siempre precisas (cfr. Popper, 1985b, págs. 199-200). El criterio de falsabilidad debe entenderse como una *convención* útil para establecer dicha delimitación. En tal sentido, escapa a la crítica que se hacía a los criterios neopositivistas acerca de si ellos mismos eran enunciados con sentido cognitivo. Dicho de otra manera, el criterio de falsabilidad no tiene por qué ser falsable, porque no es una hipótesis científica, sino una propuesta filosófica o metodológica, pero el hecho de que no sea falsable no lo convierte en algo sin sentido, porque fuera de la ciencia hay también discursos significativos acerca del mundo.

Las leyes científicas, por tanto, no son ni verificables ni confirmables, pero son falsables. Esto obedece a que todo enunciado universal puede ser refutado por un solo caso que lo contradiga. En efecto, todo enunciado universal es lógicamente equivalente a la negación de un enunciado existencial. Debido a esto, Popper propone que las leyes sean entendidas no como afirmaciones de que algo sucede en el mundo, sino como negaciones o prohibiciones de algo. Aceptar un enunciado singular que infringe esa prohibición implica afirmar la existencia de algo no permitido por la ley y, por consiguiente, la ley queda refutada (cfr. Popper, 1962, págs. 66-67).

De esta consideración se siguen dos consecuencias importantes y características de la filosofía de Popper. En primer lugar, los enunciados existenciales, en la medida en que no pueden ser contradichos por ningún *enunciado básico*, esto es, por ningún enunciado singular acerca de un acontecimiento observado, no son falsables. Por lo tanto, según el criterio de demarcación asumido, los enunciados estrictamente existenciales no son empíricos sino metafísicos. Esta consecuencia de sus tesis le acarreó a Popper bastantes críticas (cfr. Hempel 1959). Sin embargo, Popper siempre insistió en que eran fruto de una mala interpretación. Para evitar estos problemas introdujo en la traducción inglesa de *La lógica de la investigación científica* la aclaración de que la infalsabilidad y el carácter metafísico se atribuyen a enunciados existenciales *aislados*. En cambio, los enunciados existenciales que formen parte de una teoría falsable, como por ejemplo 'existe un elemento con el número atómico 72', serán científicos, ya que la teoría en cuestión, en este caso la teoría atómica, es contrastable y proporciona indicaciones acerca del modo de encontrar ese elemento. El contexto teórico en el que un enunciado existencial se sitúa puede hacerlo falsable (cfr. Popper, 1962, pág. 67 y 1985b, pág. 218).

La segunda consecuencia mencionada es que cuanto más cosas prohíba un enunciado universal, tanto más cosas dice, y, por consiguiente, tanto más falsable es, ya que puede ser contradicho por más enunciados acerca de experiencias posibles. Por eso las tautologías no dicen nada y las contradicciones dicen demasiado. Inversamente, esto significa que una hipótesis muy poco falsable es también una hipótesis que dice muy poco. Y puesto que la probabilidad lógica de un enunciado es, según Popper, complementaria de su grado de falsabilidad

—es decir, que cuanto más probable es un enunciado, menos falsable es—, la ciencia no debe buscar una alta probabilidad en sus teorías, sino todo lo contrario. Lo que interesan son teorías arriesgadas y muy falsables, porque son las que más información empírica aportan, las que más *contenido empírico* tienen. Un mayor contenido empírico (una mayor precisión, una mayor universalidad) implica un mayor grado de falsabilidad. Tomemos un ejemplo muy simple para aclarar estas relaciones. Consideremos los siguientes enunciados:

- a) Todos los electrones tienen spin.
- b) Todos los electrones tienen spin $1/2$.

De estos dos enunciados (*b*), es más informativo que (*a*), pues además de decirnos lo que nos dice (*a*), hace una afirmación acerca del valor del spin del electrón. En cambio, *prima facie*, sin ningún dato en nuestra mano, la probabilidad de (*a*) es mayor que la de (*b*), ya que es menos arriesgado, e incluye a (*b*) como caso particular. De las tres posibilidades que entran en juego (que el electrón no tenga spin, que tenga spin distinto de $1/2$, o que tenga spin $1/2$), el enunciado (*a*) sólo descarta una, mientras que el (*b*) descarta esa y otra más. Por lo tanto, la probabilidad de acertar a ciegas con (*a*) es mayor que la de acertar con (*b*). Pero por todo ello (*b*) es más falsable que (*a*). Hay menos casos que pueden refutar (*a*) que casos que pueden refutar (*b*). El primero sólo puede ser refutado por casos de electrones sin spin. El segundo puede ser refutado por casos de electrones sin spin y por casos de electrones con spin distinto de $1/2$. En definitiva, la clase de los posibles falsadores de (*b*) incluye a la clase de los posibles falsadores de (*a*).

Hemos explicado que una hipótesis o una teoría queda falsada si se acepta como verdadero un enunciado básico que la contradiga. Un enunciado básico es un enunciado singular acerca de la ocurrencia de un evento observable. Esto nos sitúa ante un problema que Popper trató con especial cuidado pero que, en opinión de sus críticos, no llegó a resolver satisfactoriamente de acuerdo con sus propias convicciones epistemológicas. El problema es: ¿cómo y por qué se aceptan los enunciados básicos? En terminología de Popper, se trata del *problema de la base empírica*.

El fundamento más inmediato que los filósofos, en especial los empiristas, han solido buscar para la aceptación de los enunciados básicos es la experiencia. Según esto, un enunciado básico es aceptable si y sólo si la experiencia nos muestra que realmente es cierto lo que el enunciado dice. Popper no niega en absoluto que esto sea así o que tal manera de proceder sea racional y conveniente. Es decir, no niega que los enunciados básicos han de ser contrastables mediante la observación. Lo que sí pretende es distinguir con claridad la cuestión de la fuerza que nuestras experiencias subjetivas o nuestros sentimientos de convicción puedan tener para motivar la aceptación personal de los enunciados básicos (lo cual es objeto de investigación psicológica) de la cuestión sobre la posibilidad de justificación lógica de tales enunciados (lo cual es un problema lógico y metodológico). El asunto es que si bien la experiencia puede motivar la aceptación de un enunciado básico, no puede *justificarla*, ya que «los enunciados sólo pueden justificarse lógicamente me-

dian­te enun­ciados» (Popper, 1962, pág. 43). Popper pre­ten­de así sal­va­guar­dar la objeti­vi­dad de la base empí­rica de la ciencia. Dicha base no se jus­ti­fi­ca lógi­ca­men­te por­que po­da­mos tener expe­riencia acer­ca de ella. En otras pa­labras, la expe­riencia —y aquí de nue­vo Popper se se­para de las tesis ini­cia­les del neopo­si­ti­vis­mo— no puede pro­bar la ver­dad de los enun­ciados bá­si­cos. Escri­be Popper:

Por in­ten­so que sea un sen­ti­mien­to de con­vic­ción nunca po­drá jus­ti­fi­car un enun­ciado. Por tan­to, puedo estar abso­lu­ta­men­te con­ven­cido de la ver­dad de un enun­ciado, se­guro de la evi­den­cia de mis per­cep­cio­nes, abrumado por la in­ten­si­dad de mi expe­riencia: puede pa­re­cer­me ab­sur­da toda du­da. Pero, ¿aporta, aca­so, todo ello la más leve ra­zón a la ciencia para ac­cep­tar mis enun­ciados? [...]. La úni­ca res­pues­ta po­si­ble es que no, y cual­quier otra se­ría in­com­pa­ti­ble con la idea de la objeti­vi­dad cien­tí­fica (Popper, 1962, pág. 45).

La expe­riencia no puede jus­ti­fi­car los enun­ciados bá­si­cos por­que, como he­mos di­cho, éstos sólo pueden ser jus­ti­fi­cados por otros enun­ciados. Pero adema­s, cual­quier enun­ciado cien­tí­fico, in­cluido los enun­ciados bá­si­cos más sim­ples, van siem­pre más allá de lo que la expe­riencia in­me­diata nos mues­tra. De ahí que no se pueda sos­te­ner la verifi­ca­bi­li­dad de nin­gún enun­ciado, ya sea univ­er­sal, exis­ten­cial o sin­gular. Todo enun­ciado, por ele­men­tal que sea, in­cluye tér­mi­nos univ­er­sales que tra­scien­den la expe­riencia in­me­diata. Hasta un enun­ciado tan apegado a la expe­riencia como puede ser ‘aquí hay un vaso de agua’ in­cluye dos tér­mi­nos, ‘vaso’ y ‘agua’, cuyo signi­fi­cado con­tiene ele­men­tos que no pueden re­ducirse a nin­guna expe­riencia con­creta de ver un vaso de agua; por ejemplo, que tanto los vasos como el agua poseen ciertos com­por­ta­mien­tos regu­la­res que espe­ramos en­con­trar en cada caso de expe­riencias con ellos. No he­mos apre­hen­dido en nin­guna expe­riencia deter­mi­nada de ver un vaso de agua que el agua es un líqui­do in­colo­ro, in­odo­ro e in­si­pi­do y que su com­po­si­ción quí­mica es H_2O (cfr. Popper, 1962, pág. 90).

Ahora bien, los enun­ciados bá­si­cos con­sti­tu­yen las pre­misas para toda fal­sa­ción. Por con­si­guiente, en tan­to que enun­ciados cien­tí­ficos deben ser fal­sa­bles. Si la fal­sa­ción de una teoría se re­aliza ac­cep­tando un enun­ciado bá­si­co que la con­tra­di­ga, la fal­sa­ción de un enun­ciado bá­si­co se re­aliza ac­cep­tando otro enun­ciado bá­si­co que lo con­tra­di­ga (o que con­tra­di­ga a alguno de los enun­ciados bá­si­cos que se si­guen de él en con­jun­ción con una teoría). Pero este pro­ce­so de fal­sa­cio­nes debe tener un fin. No ten­dría sen­tido pro­se­guir in­de­fini­da­men­te el cues­tiona­mien­to de los enun­ciados bá­si­cos. Ha de llegar un mo­men­to en el que los in­ves­ti­ga­dores decidan de­te­ner el pro­ce­so y ac­cep­tar un enun­ciado bá­si­co (o un con­jun­to de enun­ciados bá­si­cos), con­si­de­rán­do­se satis­fechos con ellos por el mo­men­to. En una pa­labra, según Popper, la ac­cep­ta­ción de unos enun­ciados bá­si­cos en lugar de otros de­pen­de de una de­ci­sión por parte de los cien­tí­ficos. Se acuerda tácita­men­te ac­cep­tar aque­llos enun­ciados bá­si­cos sobre los que se su­pone que los in­ves­ti­ga­dores se pon­drán fá­cil­men­te de acuerdo. Aque­llos que nadie va a cues­tionar pre­visi­ble­men­te. Esto quiere decir que, en el fon­do, los enun­ciados bá­si­cos se ac­cep­tan por *con­ven­ción* (cfr. Popper, 1962,

págs. 99-101). La base empírica de la ciencia se convierte así en algo revisable y provisional; algo que no autoriza jamás a afirmar que se ha probado definitivamente mediante ella la verdad de una teoría:

La ciencia no está cimentada sobre roca: por el contrario, podríamos decir que la atrevida estructura de sus teorías se eleva sobre un terreno pantanoso, es como un edificio sobre pilotes. Éstos se introducen desde arriba en la ciénaga, pero en modo alguno hasta alcanzar ningún basamento natural o 'dado'. Cuando interrumpimos nuestros intentos de introducirlos hasta un estrato más profundo, ello no se debe a que hayamos topado con terreno firme: paramos simplemente porque nos basta que tengan firmeza suficiente para soportar la estructura, al menos por el momento (Popper, 1962, pág. 106).

La tesis epistemológica de que los enunciados básicos se aceptan por convención parece estar muy cercana al convencionalismo de Duhem y Poincaré. Para el convencionalismo, las teorías científicas se aceptan o se rechazan según las decisiones de los científicos sobre su simplicidad y su utilidad para explicar los fenómenos, pero nunca por una supuesta verdad objetiva de dichas teorías. Popper, que unos años después de escribir esto será uno de los defensores principales del realismo científico, se esfuerza por distinguir su tesis de la tesis convencionalista en un punto que considera esencial: mientras que el convencionalista sostendría que los enunciados que se deciden por medio del acuerdo son los enunciados universales (leyes y teorías), su opinión es que son sólo los enunciados singulares los que se aceptan de este modo (cfr. Popper, 1962, pág. 104). No obstante, si el destino de las teorías depende de la aceptación o no de determinados enunciados básicos y si éstos se aceptan por convención, sin que la experiencia juegue un papel epistemológico, sino sólo psicológico, entonces el destino de las teorías depende de una convención. ¿No conduce esto al mismo resultado que la postura convencionalista? Así lo creen algunos críticos. Newton-Smith, por ejemplo, no duda en sacar una conclusión fuerte: «[L]os popperianos son muy aficionados a inculpar a Kuhn de reducir la aceptación de teorías a una 'cuestión de psicología de masas'. Pero resulta bastante difícil ver como puede defenderse Popper de esta misma crítica en lo que toca a la elección de teoría. Para él la aceptación y el rechazo de teorías descansan sobre decisiones convencionales infundadas e infundables de la comunidad científica, lo que corresponde exactamente a convertir el tema en psicología de masas.» (Newton-Smith, 1987, pág. 77).

Ahora examinaremos las razones por las que el criterio de falsabilidad, tal como Popper lo presenta, falla en su cometido de criterio de demarcación. Al igual que en el caso de la confirmabilidad, este fracaso no debe interpretarse en el sentido de que la falsabilidad no cumpla ningún papel en la ciencia. El problema es, más bien, que ese papel no le permite marcar una distinción neta con ámbitos exteriores a la ciencia.

El criterio de falsabilidad recibió críticas desde el lado neopositivista, pero las más interesantes vinieron fundamentalmente de Kuhn, Lakatos y Fe-

yerabend (cfr. Kuhn, 1962/1970 y 1970, Lakatos, 1983 y Feyerabend, 1981). Para éstos el criterio de Popper no es válido porque, como muestra un análisis serio de la historia de la ciencia, las teorías científicas no siempre son falsables en el sentido descrito. Los científicos casi nunca consideran falsada una teoría porque choque con el resultado de alguna observación o experimento. Las teorías son tenaces frente a la evidencia empírica. Y ello por varios motivos.

Por una parte, está el hecho de que los enunciados básicos que expresan esos resultados son *falibles* (al igual que las teorías); no se ve, pues, por qué habría mejores razones para mantener un enunciado básico, a costa de una teoría plagada de éxitos anteriores, que para abandonar el enunciado. Al fin y al cabo podemos estar equivocados con respecto a ese determinado hecho descrito por el enunciado básico, y una teoría es algo demasiado valioso y difícil de formular como para abandonarla a las primeras de cambio. Lo más prudente en tales condiciones sería relegar el enunciado básico a un segundo plano y considerar su conflicto con la teoría como una anomalía que el avance de los conocimientos terminará por explicar. Y es así como proceden frecuentemente los científicos; ignoran los supuestos contraejemplos estimándolos como no fiables o como dificultades que se deben resolver más adelante. Además, no podría ser de otro modo porque *todas* las teorías han nacido y se han desarrollado envueltas en este tipo de «anomalías» y nunca han estado libres de contraejemplos. En los momentos iniciales de una teoría es muy probable que estos ejemplos proliferen, pero los científicos tienden a ignorarlos si ven que la teoría es suficientemente prometedora. Si los contraejemplos hubieran determinado el rechazo de las teorías, no habría habido posibilidad de aceptar ninguna durante el tiempo suficiente para que mostrara sus potencialidades. Todas habrían sido rechazadas desde el primer momento.

Un caso bien conocido de cómo los científicos apartan las anomalías y contraejemplos es el del perihelio del planeta Mercurio. El perihelio es el punto en el que un planeta se acerca más al Sol. En el caso de Mercurio, este perihelio experimenta un desplazamiento mayor del que podía obtenerse con la mecánica newtoniana. Sin embargo, ningún científico consideró jamás que este contraejemplo la falsaba. Más bien se esperaba que en el futuro se pudiera encontrar una respuesta satisfactoria. En realidad dicha respuesta no pudo encontrarse nunca dentro de la mecánica newtoniana y tuvo que llegar de la mano de la teoría general de la relatividad. En ella, la energía del campo gravitatorio solar lleva asociada una masa que añade más energía al campo gravitatorio originado exclusivamente por la masa del Sol. Es esta energía añadida, especialmente notable cuando nos acercamos al Sol, lo que explicaría la desviación del perihelio de Mercurio.

Por otra parte, aun cuando los científicos decidieran aceptar ciertas anomalías que fueran refutadores potenciales de una teoría, siempre pueden proteger la teoría mediante hipótesis *ad hoc*, es decir, mediante hipótesis añadidas que modifiquen la teoría con el fin de evitar la falsación. No escasean los casos históricos con los que Kuhn, Lakatos y Feyerabend ilustran este uso de hipótesis

ad hoc en la ciencia. En ocasiones, el uso de dichas hipótesis va más allá de una estrategia defensiva y posibilita un progreso científico significativo. Bohr empleó esta estrategia, por ejemplo, para «explicar» el hecho evidente de que los electrones no colapsan rápidamente en el núcleo atómico, cuando eso es exactamente lo que debía ocurrir de acuerdo con la teoría electromagnética si suponemos que los electrones son partículas cargadas que se mueven en torno al núcleo atómico. Su solución a este choque entre teoría y datos empíricos no pudo ser más radical: la teoría, sencillamente, no se aplica en el caso de los electrones; o mejor podríamos decir, se postula que algo impide que su comportamiento pueda ser el exigido por la teoría. El modelo atómico propuesto por Bohr en 1913 postulaba, en efecto, que sólo son posibles órbitas electrónicas estacionarias asociadas a cierto nivel de energía con un valor múltiplo de la constante de Planck. El átomo sólo puede hallarse en estos estados estacionarios cuantizados. Los electrones emiten (o absorben) un cuanto de energía (un fotón) únicamente al pasar de un nivel de energía, a otro. Cuando el átomo absorbe energía del exterior, el electrón se desplaza a una nueva órbita estable con mayor energía. Cuando el electrón vuelve a la órbita previa, la pérdida de energía del electrón viene determinada por la diferencia de energía entre el estado fundamental y el estado excitado, y se cede en forma de un fotón con una frecuencia determinada. Pero mientras los electrones se mantengan en la misma órbita alrededor del núcleo no radian o pierden energía. Esto es tanto como decir que no se les aplican las leyes de Maxwell. Si se les aplicaran, los electrones deberían emitir constantemente energía —deberían radiar ondas electromagnéticas de frecuencia igual a la correspondiente a su rotación—, con una pérdida energética que les haría caer hacia el núcleo en una mínima fracción de segundo. Al caer, la frecuencia de su movimiento sería cada vez mayor y la luz emitida debería ir aumentando gradualmente de frecuencia, dando lugar a un espectro de emisión continuo. Lo que se observa, por el contrario, es que los átomos pueden emitir ondas electromagnéticas sólo en frecuencias discretas específicas (las líneas espectrales). El modelo de Bohr conseguía explicar este carácter discreto de los espectros de emisión. Las rayas de los espectros de emisión de cada elemento se corresponden con ciertas frecuencias características porque los fotones son emitidos con unas energías determinadas y sólo con esas. Ello contribuyó a que el modelo fuera recibido muy favorablemente desde el principio. Sin embargo, el modelo Bohr no sólo introducía como hipótesis *ad hoc* la idea de que las ecuaciones de Maxwell no son aplicables en la escala subatómica, sino que en realidad, sólo conseguía explicar satisfactoriamente las propiedades del átomo de hidrógeno, con un único electrón. No obstante, este carácter *ad hoc* y su falta de encaje con átomos más complejos no impidió su aceptación rápida por parte de los científicos.

Por último, no es factible en ocasiones determinar si el choque con los hechos tiene su causa en la propia teoría o en las hipótesis auxiliares utilizadas para su contrastación. Quine ya había señalado —y mucho antes que él también Pierre Duhem, por lo que esto se conoce como ‘tesis Duhem-Quine’— que las teorías nunca se someten aisladas a la contrastación, sino en conjunción

con diversas condiciones iniciales y toda clase de hipótesis auxiliares (como las relativas al funcionamiento de los instrumentos). Esto hace imposible atribuir de manera segura a la teoría la responsabilidad de un fracaso experimental, puesto que siempre cabe la posibilidad de que sean las hipótesis auxiliares las fuentes del error (véase sección 7.4). Lo habitual, por tanto, es que los científicos protejan legítimamente sus teorías de los intentos de refutación, y que para ello recurran a modificaciones parciales de las mismas, por extrañas e inconexas que puedan ser. No abandonarían la teoría hasta que tengan otra mejor que poner en su lugar.

Popper dio respuesta a estas críticas (cfr. Popper, 1974, págs. 976-987 y 1985b, págs. 23-42 y 224-29). Incansablemente repitió que él nunca fue el falsacionista ingenuo que parecen tener en mente sus críticos. En particular, subrayó el hecho de que ya en 1934, en la primera edición de *La lógica de la investigación científica*, había negado la existencia de falsaciones concluyentes de teorías basándose precisamente en el carácter falible de los enunciados básicos y en la posibilidad de recurrir a hipótesis *ad hoc*. En esta obra encontramos ciertamente un pasaje como éste: «No es posible jamás presentar una refutación concluyente de una teoría, ya que siempre puede decirse que los resultados experimentales no son dignos de confianza, o que las pretendidas discrepancias entre aquéllos y la teoría son meramente aparentes y desaparecerán con el progreso de nuestra comprensión de los hechos» (Popper, 1962, pág. 49). Y unas páginas antes leemos: «Siempre es posible encontrar una vía de escape de la falsación, por ejemplo, mediante la introducción *ad hoc* de una hipótesis auxiliar o por cambio *ad hoc* de una definición; se puede, incluso, sin caer en incoherencia lógica, adoptar la posición de negarse a admitir cualquier experiencia falsadora» (Popper, 1962, pág. 41; véase también págs. 77-78).

Ahora bien, según Popper, esta imposibilidad de refutación o falsación concluyente no obliga ni mucho menos a abandonar la falsabilidad como criterio de demarcación, porque si bien es posible eludir la falsación de la manera citada, los científicos deben seguir una serie de *reglas metodológicas*, que son las reglas de juego de la ciencia empírica. Y esas reglas exigen no emplear estrategias protectoras de las teorías de modo que disminuyan la falsabilidad de éstas. Es cierto que los científicos *pueden* recurrir a esas estrategias, pero *no deben* hacerlo, porque ello conduce a la larga al estancamiento de la investigación. Pueden efectuar hipótesis *ad hoc* cuando lo necesiten, pero con la condición de que esas hipótesis *ad hoc* sean contrastables independientemente y aumenten así el grado de falsabilidad de la teoría para la que se proponen.

En cuanto a la imposibilidad de atribuir la responsabilidad de una falsación a la teoría o a las hipótesis que la acompañan, Popper admite que, en efecto, sólo podemos falsar sistemas teóricos completos y que cuando decidimos que el choque con los hechos refuta unas hipótesis en lugar de otras, estamos con ello haciendo una conjetura falible que supone asumir un cierto riesgo de realizar una atribución incorrecta de responsabilidad. Sin embargo, a pesar de todo, los científicos suelen tener éxito al señalar una determinada hipótesis como la responsable del fracaso. Eso se debe a que las teorías científicas presen-

tan una estructura de capas de diferente profundidad, universalidad y precisión, lo cual permite distinguir las partes de una teoría que están más expuestas a la falsación (cfr. Popper, 1985b, págs. 226-228).

En definitiva, la respuesta de Popper puede reconstruirse más o menos de la siguiente forma: teorías falsables y, por tanto, científicas, como la mecánica clásica (el ejemplo es suyo), podrían ser protegidas siempre de la falsación mediante ciertas estrategias, convirtiéndose de ese modo en infalsables y en pseudocientíficas; pero esto no debe hacerse porque el juego de la ciencia empírica está regido por métodos de contrastación que prohíben recurrir a dichas estrategias. Por consiguiente, las teorías científicas no se caracterizan porque sean falsables concluyentemente, sino porque son falsables si los científicos adoptan frente a ellas una actitud crítica e intelectualmente honesta. Averiguar si una teoría es científica significa entonces preguntar, además de por su forma lógica o por lo que la teoría dice, por la actitud con la que es contrastada. Primero hay que saber si sus partidarios han adoptado la decisión metodológica de jugar realmente al juego de la ciencia, ya que si no lo hacen, cualquier teoría que mantengan estará inmunizada frente a la falsación; y una vez que se sabe que están jugando a dicho juego, podemos indagar si la teoría es realmente científica atendiendo a su falsabilidad. Sólo cuando se excluyen mediante reglas metodológicas oportunas las estrategias convencionalistas de protección y se decide actuar de manera crítica se puede recurrir a una caracterización lógica de la falsabilidad. La caracterización puramente lógica de la falsabilidad como una relación entre la teoría y una clase de enunciados básicos parte, pues, de la presunción de que los partidarios de la teoría aceptan el método empírico y no juegan sucio intentando salvar la teoría a toda costa. Si no se adopta esa actitud crítica el criterio de falsabilidad se vuelve inútil, sencillamente porque entonces no se está haciendo ciencia.

El error de sus críticos estaría, según Popper, en no haber comprendido que el hecho de que los científicos no adopten a veces una actitud crítica —una actitud científica—, no destruye su criterio de demarcación para sistemas teóricos, sino que, a lo sumo, lo que pone en evidencia es que los científicos no siempre se comportan racionalmente y no siempre siguen los métodos adecuados. El criterio de falsabilidad funciona cuando los científicos hacen lo que deben y deciden actuar críticamente en lugar de buscar la salvación de sus teorías a toda costa. Cuando los que proponen una teoría deciden por el contrario no jugar al juego de la ciencia, eso los desacredita a ellos, no al criterio.

El psicoanálisis y la astrología, por ejemplo, no son científicos según Popper porque, aunque sus partidarios estuvieran dispuestos a no utilizar estrategias inmunizadoras —cosa a la que no están dispuestos—, son teorías que no prohíben ninguna experiencia posible, sino que son compatibles con todas. En cambio el marxismo no es científico porque, siendo una teoría falsable, ya que ha sido falsada por los acontecimientos históricos en Rusia, ha sido reinterpretada para inmunizarla ante todos los ataques (cfr. Popper, 2002, pág. 48-51).

En resumen, la actitud crítica que busca contrastaciones cruciales es la actitud que debe caracterizar a la ciencia; ella es necesaria para que las teorías falsables puedan ser falsadas, y sin ella una teoría falsable puede hacerse infalsa-

ble y seudocientífica, como ocurrió con el marxismo. Dando por sentada esa actitud habrá entonces teorías seudocientíficas por ser infalsables (en el sentido de ser compatibles con cualquier experiencia posible), como el psicoanálisis y la astrología, y teorías científicas por ser falsables (en el sentido de prohibir algún suceso posible), como la teoría de la relatividad de Einstein. De este modo, la teoría de Einstein es falsable y no inmunizada, el marxismo es falsable pero inmunizado y el psicoanálisis y la astrología son infalsables. La primera es científica, la segunda ha sido convertida en seudocientífica y las otras dos son en sí mismas seudocientíficas.

En *La lógica de la investigación científica* Popper distinguía entre falsabilidad (*falsability*) y falsación (*falsification*) (cfr. Popper, 1962, págs. 82-84). La falsabilidad es el criterio de demarcación y se refiere —según explicaba— a una relación *lógica* entre la teoría y los enunciados básicos. La falsación es la aceptación efectiva de uno o varios enunciados básicos que contradicen a la teoría en cuestión y corroboran a una hipótesis falsadora. La falsación depende del cumplimiento de ciertas reglas o postulados metodológicos que determinan cuándo debemos considerar falsado un sistema teórico. Por lo tanto, el que los científicos incumplan los postulados metodológicos no debería considerarse como un cargo contra el criterio lógico.

En la «Introducción de 1982» al volumen 1 de su *Post Scriptum a la lógica de la investigación científica*, Popper es aún más explícito. Allí recalca:

La falsabilidad en el sentido de un criterio de demarcación es un asunto puramente lógico. Se refiere únicamente a la estructura lógica de los enunciados y de las clases de enunciados. Y *no* tiene *nada* que ver con la cuestión de si ciertos resultados experimentales posibles podrían o no ser aceptados como falsaciones (Popper, 1985b, pág. 23).

Inmediatamente después Popper deja claro que las teorías científicas son falsables en el sentido puramente lógico, pero no en el sentido práctico de que puedan ser definitiva y concluyentemente falsadas. Popper denomina al primer sentido ‘falsabilidad₁’ y al segundo ‘falsabilidad₂’.

En esta obra, sin embargo, Popper revisa su opinión sobre las razones de la seudocientificidad del psicoanálisis. Después de un párrafo donde afirma que no puede concebir ningún ejemplo de conducta que no pueda interpretarse en los términos de las teorías de Freud y Adler, añade con fecha de 1980 el siguiente comentario: «Ahora creo que la última oración del párrafo anterior era demasiado fuerte. Como me ha señalado Bartley, hay ciertos tipos de conducta que son incompatibles con la teoría de Freud, es decir, que la teoría de Freud los excluye» (Popper, 1985b, pág. 209). Bartley, en efecto, le mostró a Popper un ejemplo de falsador potencial del psicoanálisis puesto por el mismo Freud. Se trataba del caso de una paciente paranoica que no ocultaba ningún conflicto con impulsos homosexuales inconscientes. Eso era algo que no podía ocurrir según la teoría psicoanalítica, puesto que, según dicha teoría, una intensa homosexualidad reprimida era una condición indispensable de la paranoia. En

realidad, no es de extrañar este cambio de opinión porque en la primera redacción Popper reconocía implícitamente la falsabilidad del psicoanálisis al mantener que «los sueños de angustia constituyen una refutación general de la satisfacción de deseos» (Popper, 1985b, pág. 213). Además, como ha señalado Grünbaum (1989, pág. 143): «Si Popper tuviera razón en que ‘la teoría de Freud... simplemente no tiene falsadores potenciales’ [...], ¿por qué habrían necesitado los freudianos *esquivar* las refutaciones por medio de gambitos inmunizadores?» Sea como sea, el caso es que Popper llegó al convencimiento de que el psicoanálisis es falsable en el sentido lógico (falsable₁), es decir, que es incompatible con algún suceso lógicamente posible, pero había sido inmunizado contra la falsación por sus defensores. Estaría así en la misma situación que el marxismo.

La pregunta ineludible después de esto es: ¿qué teorías son entonces infalsables₁? De los casos ya citados sólo nos queda la astrología, pero en *Realismo y el objetivo de la ciencia* Popper cita dos más: la teoría que afirma que ‘todas las acciones humanas son egoístas, motivadas por el propio interés’ y los enunciados puramente existenciales como ‘hay una ceremonia cuya realización exacta hace aparecer al diablo’ (cfr. Popper, 1985b, pág. 24). Comentaremos por separado estos ejemplos.

Comenzando por el último, que es el menos comentario necesita, es una posición un tanto peculiar y discutible la de tener por pseudocientíficos a todos los enunciados existenciales aislados que no formen parte de una teoría contrastable, pero esto no parece suficiente para sustentar un criterio de demarcación del que se espera que sea aplicable fundamentalmente a sistemas teóricos. Incluso aunque Popper tuviera razón en que los enunciados puramente existenciales son infalsables₁, estaríamos ante una tesis con un interés secundario que dejaría todavía por contestar la pregunta de si hay realmente *teorías* infalsables₁.

En cuanto a la astrología, ¿cabe defender en realidad que no entra en contradicción con ningún suceso *lógicamente posible*? Si se entiende que lo que la astrología sostiene es que todo suceso terrestre recibe la influencia de los astros (cfr. Popper, 2002, pág. 255), ésta afirmación parece en principio falsable₁. Quizá podría argüirse en defensa de Popper que no hay ninguna experiencia concebible que pueda asegurarnos que un determinado suceso no ha estado sometido a una influencia astral del tipo que la astrología preconiza, ya que no hay manera de detectar o de medir directamente esa influencia. Pero pueden imaginarse, por ejemplo, experiencias acerca de actos iguales, realizados en el mismo lugar, en el mismo momento y por personas nacidas en el mismo instante, aunque con resultados muy distintos. Esto eliminaría al menos la idea de que las supuestas influencias astrales *determinan* el resultado de nuestros actos. O bien, podrían buscarse personas nacidas en el mismo instante y en lugares cercanos y comprobar si su carácter y los acontecimientos fundamentales de su vida guardan algún parecido.

En realidad, la astrología se basa más bien en la idea de que las configuraciones astrales en el momento del nacimiento de una persona se correlacionan

con ciertas tendencias en las acciones humanas. No todos los astrólogos están de acuerdo en interpretar estas correlaciones como consecuencia de influencias reales de los astros sobre los hombres. Algunos las atribuyen más bien a una especie de armonía preestablecida que hace del macrocosmos un símbolo de lo que sucede en el microcosmos (ser humano). No obstante, pese a la vaguedad de esta idea, y tal como sostiene Kuhn, la astrología ha producido a lo largo de su historia muchas predicciones que no se cumplieron; lo cual significa que hubo conflictos entre la «teoría» y los hechos. Es más, según Kuhn, los astrólogos emplearon para explicar sus fracasos el mismo tipo de explicaciones que los médicos o los meteorólogos para explicar los suyos, a saber, la inmensa complejidad de los fenómenos y de los cálculos (cfr. Kuhn, 1970). No hay, pues, tanta diferencia en este sentido entre la astrología y ciertas prácticas científicas. Lo que hace a la astrología distinta de las disciplinas científicas comúnmente admitidas como tales no es que sea infalsable, sino que está plagada de predicciones fallidas. Ninguna teoría científica con tantos fracasos predictivos se mantendría todavía a flote, por muchos que hubieran sido sus aciertos. De hecho, ha habido varios casos en que se han sometido expresamente a contrastación empírica las predicciones astrológicas, con resultados desalentadores. Por ejemplo, no se ha encontrado ninguna correlación entre los signos del zodiaco y las distintas profesiones. A ello podemos añadir sus carencias teóricas: no ha evolucionado apenas en miles de años y mantiene escuelas con posiciones contrarias en aspectos fundamentales; no tiene una explicación convincente de por qué el momento decisivo desde el punto de vista astrológico es el nacimiento y no la concepción; no ha explicado por qué seguir manteniendo la validez de las cartas astrales realizadas antes de los descubrimientos de Urano, Neptuno y Plutón; no aclara si la influencia astral disminuye o no con la distancia (las cartas astrales se realizan como si la variación en la distancia no afectara al resultado, pero entonces ¿por qué no incluir a las galaxias lejanas?); no proporciona la más mínima indicación de cómo se produce esa influencia de los astros, ni de qué relaciones hay entre ella y las fuerzas fundamentales propuestas por la física³.

Esto nos deja sólo con el ejemplo de los motivos egoístas detrás de cada acción humana. Sobre él hay que hacer la misma pregunta que antes: ¿es que no hay ninguna acción lógicamente posible que no obedezca a un motivo egoísta? Cualquier acción altruista que podamos recordar en nuestra vida es una respuesta negativa a esta pregunta. La teoría 'todas las acciones humanas son egoístas' entra en conflicto con el enunciado básico que expresa una experien-

³ Estas son las objeciones más importantes que la *Astronomical Society of the Pacific* hace a la astrología en su publicación electrónica *The Universe in the Classroom* (www.aspsky.org/html/tnl/11/11.html) (Fecha de consulta: 28 de octubre de 97). Es significativo que el asunto de la infalsabilidad de la astrología no aparezca mencionado. Puede consultarse esta publicación para obtener información sobre algunos casos de contrastación empírica de hipótesis o predicciones astrológicas. Por lo demás, casi todas estas objeciones se han formulado repetidamente contra la astrología. Una respuesta, en mi opinión poco convincente, a las mismas puede encontrarse en Barbault (1981, cap. 7).

cia lógicamente posible ‘la acción a realizada por el sujeto x en el momento t no tuvo motivación egoísta’.

Podría replicarse de nuevo desde un planteamiento popperiano que el enunciado básico que acabamos de proponer, y cualquier enunciado similar que se formule en relación con la astrología, no expresan sucesos lógicamente posibles para los defensores de esas teorías, porque para ellos no son lógicamente posibles sucesos no influidos por los astros o acciones no egoístas. Esta es precisamente la razón que aduce Popper para explicar cómo una teoría lógicamente falsable puede ser transformada en infalsable. Refiriéndose al enunciado ‘todos los cisnes son blancos’, explica:

Como ya he dicho, este enunciado es falsable. Supongamos, sin embargo, que hay alguien que, cuando se le enseña un cisne que no es blanco, adopta la posición de que no puede ser un cisne, ya que es «esencial» que un cisne sea blanco.

Tal posición equivale a sostener que los cisnes no blancos son estructuras lógicamente imposibles (y, por lo tanto, inobservables). Los excluye como clase de falsadores potenciales.

En relación con esta clase modificada de falsadores potenciales, el enunciado «todos los cisnes son blancos» es, naturalmente, infalsable. Para evitar ese paso podemos exigir que cualquiera que defienda el carácter científico-empírico de una teoría sea capaz de especificar bajo qué condiciones estaría dispuesto a considerarla falsada, es decir, tendría que ser capaz de describir al menos algunos falsadores potenciales (Popper, 1985b, pág. 25).

Según esto, lo que hace lógicamente infalsables a las teorías que venimos considerando es que sus defensores no especifican de antemano bajo qué condiciones estarían dispuestos a considerarlas falsadas. De nuevo nos encontramos aquí con la idea de que para que el criterio lógico de falsabilidad funcione, debe quedar garantizado que los partidarios de la teoría juegan al juego de la ciencia. Hasta que no acreditan su honestidad científica adelantando ejemplos de enunciados que aceptan como falsadores potenciales, o sea, hasta que no renuncian explícita y previamente a cualquier estrategia inmunizadora, no se puede calificar de científica su teoría, porque aunque fuera falsable,¹ ellos podrían hacerla infalsable.²

Sin embargo, es claro que existe una tensión entre la falsabilidad como criterio de demarcación puramente lógico y la caracterización de la ciencia a través de unas reglas metodológicas que aseguren la actitud crítica. Popper quiere poner el peso de su criterio en las relaciones formales entre las teorías y los posibles enunciados falsadores (falsabilidad₁) para escapar así a la crítica de que en la realidad los científicos no falsan las teorías (falsabilidad₂); pero, por otro lado, no puede obviar la cuestión de qué hacen en la práctica con las teorías aquellos que las proponen y con qué actitud la sustentan. Ahora bien, la actitud de los defensores de una teoría en lo que respecta a la aceptación de los enunciados falsadores potenciales no cambia en absoluto la relación lógica de la teoría con esos enunciados. Si una teoría fuera lógicamente falsable, debería

seguir siéndolo con independencia de que sus defensores se nieguen a falsarla, y así deberían reconocerlo al menos los que no pertenezcan a este grupo. Un criterio puramente lógico de demarcación entre ciencia y no-ciencia no puede incluir consideraciones históricas acerca de la teoría que se juzga, ni puede depender de factores extralógicos como la actitud con la que sus defensores enfrentan la teoría con los hechos. En la medida en que la atribución del apelativo 'científica' a una teoría necesita incluir ese tipo de consideraciones históricas, sociológicas, psicológicas, etc., como parece necesitarlo según el propio Popper, el criterio puramente lógico fracasa.

Así pues, debemos concluir que la falsabilidad lógica como criterio de demarcación no permite excluir al psicoanálisis, al marxismo y a la astrología, puesto que contienen hipótesis falsables (y de hecho, falsadas muchas de ellas). Y lo mismo podría decirse del creacionismo, del lisenkoísmo y de otras de las disciplinas o teorías que venimos mencionando. Si, no obstante, para excluirlas de la ciencia, Popper recurre a la actitud dogmática de sus defensores consistente en ignorar los falsadores potenciales, entonces son aplicables las críticas formuladas por Kuhn, Lakatos y Feyerabend en el sentido de que la ciencia tampoco está exenta de esta actitud dogmática y de que las maniobras inmunizadoras son practicadas también por los científicos. Las hipótesis *ad hoc* son empleadas con frecuencia en las ciencias, y hay principios fundamentales en todas las ciencias que los científicos no estarían dispuestos a considerar falsados bajo ningún concepto, como por ejemplo los principios de la termodinámica. Cuando Max Planck introdujo a la desesperada, como él mismo dijo, la idea del cuanto de acción para poder encajar los datos experimentales acerca de la energía de radiación de un cuerpo negro, dando así el primer paso de la teoría cuántica, afirmó expresamente que estaría dispuesto a abandonar ciertas cosas de la física clásica, pero que consideraba intocables los principios de la termodinámica. Como mucho podría decirse que el psicoanálisis o el marxismo han llevado estas prácticas al extremo, y en eso Popper quizá llevaría razón, pero este hecho hablaría más en contra de la actitud de sus defensores que en contra de las teorías que defienden. Con ello no se marca además una diferencia capaz de definir a la ciencia, pues no tenemos una indicación precisa de a partir de qué momento los intentos de inmunización dejan de ser científicos para pasar a ser seudocientíficos. No cabe entonces establecer sobre esta base ninguna distinción cualitativa.

Lo que hace más científica a la teoría de la relatividad que al psicoanálisis no es que la primera tenga consecuencias contrastables y la segunda no. La diferencia viene dada por una multiplicidad de factores. Entre ellos está el que, dado que la primera posee mayor rigor experimental y metodológico, mayor precisión, mayor simplicidad, mayor grado de formalización y sistematización y mayor poder predictivo, el choque con los hechos puede afectarla más profundamente que a la segunda. Indudablemente, también cuentan como factores importantes la actitud de los defensores de ambas teorías, más crítica en el caso de la teoría de la relatividad; así como el carácter abierto y público que presenta la teoría de la relatividad en su concreción institucional (universida-

des, laboratorios, etc.) frente al carácter privado y en ocasiones hasta sectario que presenta el psicoanálisis (asociaciones psicoanalíticas nacionales, escuelas psicoanalíticas, etc.). Pero nada de esto establece una diferencia absoluta entre las dos teorías. La actitud crítica y la actitud dogmática no son exclusivas de nadie. La actitud crítica está presente también en el psicoanálisis, el marxismo e incluso en la astrología, y la actitud dogmática se da en las ciencias establecidas.

5. LA PROGRESIVIDAD DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN COMO CRITERIO DE DEMARCACIÓN

En 1968 Imre Lakatos propuso un nuevo criterio de demarcación de inspiración popperiana —la *progresividad de los programas de investigación*— que intentaba superar las deficiencias encontradas por los críticos en el de Popper. Pero el criterio de Lakatos presenta una diferencia fundamental con los anteriores. La verificabilidad, la confirmabilidad y la falsabilidad son criterios *lógicos* de demarcación; se basan en la relación lógica que mantienen unos enunciados (los enunciados teóricos, las hipótesis) con otros (los enunciados observacionales, los enunciados básicos). El criterio de Lakatos, en cambio, incluye expresamente elementos *históricos* que no pueden ser reducidos a la pura lógica.

Según Lakatos, el criterio de falsabilidad de Popper es desmentido por la historia de la ciencia, entre otras razones porque ofrece una imagen errónea de la investigación científica en dos puntos cruciales. En primer lugar, Popper presentaba toda contrastación empírica como una confrontación bilateral entre una teoría y un experimento. En segundo lugar, el único resultado interesante de esa confrontación era la falsación de la teoría. Lakatos sugiere que, en lugar de esto, la historia muestra que toda contrastación empírica es al menos una confrontación trilateral entre dos teorías rivales y un experimento, y además, el resultado más interesante de estas confrontaciones es en muchas ocasiones la confirmación de una teoría (cfr. Lakatos, 1983, pág. 45).

Con respecto a lo primero, Lakatos sigue a Kuhn al sostener que una teoría no es nunca puesta seriamente en cuestión, y mucho menos abandonada a causa de un experimento en su contra, a no ser que esté disponible otra teoría mejor que pueda sustituirla: «No hay falsación sin la emergencia de una teoría mejor» (Lakatos, 1983, pág. 50). Popper había reconocido que en la mayoría de los casos, antes de refutar una hipótesis tenemos otra en reserva, pero Lakatos va más allá: es *necesario* que tengamos otra en reserva, si no la teoría no es considerada como falsada a pesar de los hechos que pueda tener en su contra. Siendo esto así, la falsación no puede reducirse entonces a la cuestión lógica de si una teoría entra en conflicto con enunciados básicos aceptados, sino que se transforma en una cuestión histórica que debe tomar en consideración cuáles son las teorías rivales a otra en un momento dado. Para que una teoría resulte falsada es condición indispensable, por tanto, que haya otra teoría mejor que poner en su lugar. Por una teoría mejor entiende Lakatos en este contexto una teoría que:

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

Con ello pasamos al segundo punto de discrepancia mencionado. Hay que decir antes de nada que Lakatos no es muy justo con Popper al afirmar que éste sólo considera interesantes las falsaciones. Aunque es cierto que Popper se expresa en ocasiones de ese modo (cfr. Popper, 1974, pág. 991), en el próximo capítulo veremos que también sostiene que no hay progreso científico sin la verificación de algunas predicciones nuevas hechas por las teorías que reemplazan a las anteriores. Lo que en última instancia quiere decir Lakatos es que la ciencia no progresa buscando falsar las teorías aceptadas, por la sencilla razón de que no puede esperar en muchas ocasiones a que eso ocurra. Para que se produzca un cambio de teorías no hace falta que se efectúe de hecho una falsación, basta con que aparezca otra teoría nueva con un excedente de contenido empírico corroborado. Podríamos decir que no hay falsación sin la aparición de una teoría mejor, pero una vez que hay propuesta una teoría mejor, la falsación de la anterior ya no es necesaria para que los científicos opten por el cambio.

Por eso Lakatos subraya que para su metodología, el *falsacionismo sofisticado*, lo importante no es la falsación en el sentido popperiano, sino la proliferación de teorías rivales con un contenido mayor que el de la teoría vigente, así como la corroboración de dicho contenido adicional. Éste es el motivo de que los experimentos que confirman las predicciones nuevas de una teoría rival interesen y ocupen a los científicos mucho más que los experimentos refutadores de las teorías aceptadas. Incluso en el caso de que estas nuevas predicciones corroboradas no sean incompatibles con la teoría anterior (esto es, no den lugar a enunciados falsadores de la misma), dicha teoría se verá forzada a desarrollar una explicación *ad hoc* de los nuevos fenómenos predichos, con lo que se pondrá en evidencia su debilidad frente a la nueva teoría. Así, por ejemplo, la mecánica relativista de Einstein no sustituyó a la mecánica newtoniana porque ésta fuera refutada. Ni el problema del perihelio de Mercurio ni los resultados negativos del experimento de Michelson y Morley para detectar el movimiento de la Tierra en el éter fueron considerados por los físicos como contraejemplos refutadores de la teoría newtoniana. La teoría de Einstein sustituyó a la de Newton porque era mejor que ésta en el sentido descrito. No sólo explicaba todo lo que explicaba la de Newton, sino que resolvía algunas anomalías, como las dos que acabamos de citar, e hizo predicciones novedosas que se cumplieron, como la curvatura de la luz en campos gravitatorios (cfr. Lakatos, 1983, pág. 56).

Por otra parte, Lakatos piensa que la regla metodológica básica implicada en el criterio popperiano de demarcación es demasiado estricta. Recordemos que según dicha regla el científico debe especificar de antemano en qué condiciones experimentales estaría dispuesto a abandonar sus supuestos más fundamentales. Esta estrategia de «cartas sobre la mesa», como alguien la ha llamado, es tan exigente que si la tomamos al pie de la letra, los psicoanalistas, los mar-

xistas o los seguidores de cualquier pseudociencia no serían los únicos en incumplirla. También la incumplirían los científicos más pulcros. «¿Qué clase de observaciones —escribe Lakatos— refutaría, a la entera satisfacción del newtoniano, no simplemente una explicación newtoniana particular, sino la misma dinámica newtoniana y la teoría gravitacional? ¿Han discutido o acordado los newtonianos en alguna ocasión tales criterios? Difícilmente sería capaz el newtoniano de dar una respuesta positiva» (Lakatos, 1983, pág. 163).

Lakatos nos transmite una experiencia personal que desmiente el uso de esta regla metodológica por parte de los científicos:

Recuerdo, cuando retorno a mis días de popperiano, que solía hacerles a marxistas y freudianos la siguiente pregunta: «Dígame, ¿qué acontecimiento histórico o social específico habría de ocurrir para que usted abandonara el marxismo?» Recuerdo que esto venía acompañado habitualmente de un silencio pasmado o de confusión. Yo, sin embargo, estaba encantado con el efecto.

Mucho después hice la misma pregunta a un científico eminente, el cual no pudo dar ninguna respuesta, porque dijo: «por supuesto que siempre surgen anomalías, pero tarde o temprano siempre las resolvemos de alguna manera» (Lakatos, 1999, pág. 26).

Los científicos son, después de todo, personas normales y es lógico que no sigan los preceptos de ese ascetismo racional que Popper les presenta. Como a todos, les gusta tener razón; y les llena de satisfacción que sus ideas, las hipótesis y teorías que tanto les ha costado construir, se vean corroboradas por la experiencia, en lugar de refutadas. Es sumamente improbable que un científico tenga como meta principal de su trabajo la refutación de la teoría en la que cree. Por el contrario, lo normal es que los científicos trabajen para desarrollar y consolidar las teorías que consideran mejores, o, a lo sumo, para refutar las teorías de la competencia. Y si se dedican a esto último, lo hacen apoyándose en una teoría que defienden en la medida en que pueden.

Pero no es esto todo lo que Lakatos tiene que objetar al criterio de Popper. No se trata sólo de que la falsación no sea una condición necesaria para que una teoría sea sustituida por otra y, por ende, para que pueda haber progreso científico; es que además la falsación, como explicamos cuando presentamos las críticas formuladas contra ella, no es siquiera una condición suficiente para que una teoría sea abandonada y eliminada. El criterio de Popper ignora, según Lakatos, la gran tenacidad de las teorías científicas frente a los intentos de refutación. «Los científicos tienen la piel gruesa» (Lakatos, 1983, pág. 12). La crítica no destruye ni debe destruir con la rapidez que Popper afirma.

Para ilustrar esto, Lakatos construye un ejemplo artificial pero muy efectivo por su plausibilidad inicial. El lector puede interpretarlo como lo que habría podido suceder si no se hubiera confirmado la predicción realizada a mediados del siglo XIX por los astrónomos J. C. Adams y U. Leverrier de que la anomalía encontrada en la órbita del planeta Urano debía estar causada por la existencia de un planeta desconocido (el que hoy conocemos como Neptuno). El ejemplo

trata de mostrar que los científicos tienen siempre a mano proceder de una forma que el falsacionista dogmático condenaría como seudocientífica. Dice así:

Un físico de la era preeinsteiniana combina la mecánica de Newton y su ley de la gravitación (N) con las condiciones iniciales aceptadas (I) y calcula mediante ellas la ruta de un pequeño planeta que acaba de descubrirse, p. Pero el planeta se desvía de la ruta prevista. ¿Considera nuestro físico que la desviación estaba prohibida por la teoría de Newton y que, por ello, una vez confirmada tal ruta queda refutada la teoría N? No. Sugiere que debe existir un planeta hasta ahora desconocido, p', que perturba la ruta de p. Calcula la masa, órbita, etc., de ese planeta hipotético y pide a un astrónomo experimental que contraste su hipótesis. El planeta p' es tan pequeño que ni los mayores telescopios existentes podrían observarlo: el astrónomo experimental solicita una ayuda a la investigación para construir uno aún mayor. Tres años después el nuevo telescopio ya está disponible. Si se descubriera el planeta desconocido p', ello sería proclamado como una nueva victoria de la ciencia newtoniana. Pero no sucede así. ¿Abandona nuestro científico la teoría de Newton y sus ideas sobre el planeta perturbador? No. Sugiere que una nube de polvo cósmico nos oculta el planeta. Calcula la situación y propiedades de la nube y solicita una ayuda a la investigación para enviar un satélite con objeto de contrastar sus cálculos. Si los instrumentos del satélite (posiblemente nuevos, fundamentados en una teoría poco contrastada) registraran la existencia de la nube conjeturada, el resultado sería pregonado como una gran victoria de la ciencia newtoniana. Pero no se descubre la nube. ¿Abandona nuestro científico la teoría de Newton junto con la idea de un planeta perturbador y la nube que lo oculta? No. Sugiere que existe un campo magnético en esa región del universo que inutilizó los instrumentos del satélite. Se envía un nuevo satélite. Si se encontrara el campo magnético, los newtonianos celebrarían una victoria sensacional. Pero ello no sucede. ¿Se considera este hecho una refutación de la ciencia newtoniana? No. O bien se propone otra ingeniosa hipótesis auxiliar o bien... todo la historia queda enterrada en los polvorientos volúmenes de las revistas, y nunca vuelve a ser mencionada (Lakatos, 1983, págs. 27-28).

Podrían encontrarse fácilmente ejemplos reales en la historia de la ciencia de esta actitud de protección mediante hipótesis *ad hoc*. Antes mencionábamos el caso del modelo atómico de Bohr. Un caso histórico que, sin llegar a formar una cadena tan larga de hipótesis auxiliares protectoras como la que Lakatos describe, exhibe una conducta similar es el de la reacción de H. A. Lorentz y G. E. FitzGerald ante los resultados contrarios al esperado movimiento de la Tierra en el éter obtenidos por Michelson y Morley. Ambos autores propusieron como hipótesis *ad hoc* algo que luego se deduciría como una consecuencia lógica de los postulados de la teoría de la relatividad. Supusieron que los cuerpos (y, por tanto, los brazos del interferómetro usado por Michelson y Morley) se acortan en la dirección del movimiento en un factor $\sqrt{1-v^2/c^2}$, donde v es la velocidad del cuerpo y c la velocidad de la luz. Piénsese también en la hipótesis más reciente de la existencia de una gran cantidad de «materia oscura» en el universo para explicar ciertos efectos sobre las órbitas de las estrellas y el movimiento de las galaxias; hipótesis que tendría el beneficio añadido de explicar

por qué la densidad del universo, según se desprende de los datos de que se dispone, es mucho menor que la exigida por algunos modelos teóricos.

Como superación de todos estos problemas que surgen inevitablemente en el falsacionismo popperiano, Lakatos propone su sustitución por una nueva metodología: la *metodología de los programas de investigación científica*. En ella la unidad básica de evaluación en la ciencia no son los enunciados ni las teorías aisladas, sino los *programas de investigación*. Un programa de investigación científica es una serie de teorías estrechamente relacionadas entre sí. En el próximo capítulo estudiaremos con más detalle sus componentes básicos.

El criterio para evaluar los programas de investigación científica se centra en el progreso o el estancamiento interno de dichos programas. Todo programa de investigación es o bien *progresivo* o bien *regresivo*. Un programa es progresivo si es tanto teórica como empíricamente progresivo, y es regresivo o degenerativo en caso contrario. Que sea *teóricamente* progresivo significa que cada modificación teórica dentro de él conduce a predicciones de hechos nuevos e inesperados; que sea *empíricamente* progresivo significa que al menos algunas de tales predicciones resultan corroboradas (cfr. Lakatos, 1983, pág. 230). Cuando un programa no ofrece predicciones de hechos nuevos y se limita a fabricar hipótesis *ad hoc* para acomodar hechos ya conocidos o predichos por otros programas rivales, o cuando un programa hace descubrimientos puramente casuales, o predice hechos nuevos pero estas predicciones resultan ser falsas, entonces se trata de un programa regresivo o degenerativo. En tal caso, el programa es superado por algún programa rival y puede ser abandonado.

Puesto que los programas de investigación científica son series históricas de teorías interconectadas, su evaluación ha de realizarse sobre largos períodos de tiempo. La progresividad o regresividad de un programa de investigación no es un asunto que se pueda dirimir contemplando el estado de dicho programa en un momento puntual de su historia. Un programa progresivo puede pasar por periodos degenerativos de los que vuelve a recuperarse.

Con este bagaje estamos en condiciones de responder a la pregunta de cómo delimitar entre ciencia y pseudociencia. Según Lakatos, un programa de investigación es pseudocientífico si y sólo si no es un programa progresivo. De este modo, el problema de la demarcación se reduce a distinguir entre programas de investigación progresivos y programas de investigación regresivos. La metafísica puede formar parte, y de hecho normalmente forma parte, de la ciencia (o sea, de programas progresivos). Pero un programa regresivo, contenga o no elementos metafísicos, no puede ser considerado como científico.

Los ejemplos que Lakatos cita de programas pseudocientíficos son fundamentalmente los mismos que despertaban los recelos de Popper: el marxismo y el psicoanálisis. Con respecto al primero, en un pasaje que podría haber firmado el propio Popper, se pregunta:

¿Alguna vez ha predicho el marxismo con éxito algún hecho nuevo? Nunca. Tiene algunas famosas predicciones que no se cumplieron. Predijo el

empobrecimiento absoluto de la clase trabajadora. Predijo que la primera revolución socialista sucedería en la sociedad industrial más desarrollada. Predijo que las sociedades socialistas estarían libres de revoluciones. Predijo que no existirían conflictos de intereses entre países socialistas. Por tanto, las primeras predicciones del marxismo eran audaces y sorprendentes, pero fracasaron. Los marxistas explicaron todos los fracasos: explicaron la elevación de niveles de vida de la clase trabajadora creando una teoría del imperialismo; incluso explicaron las razones por las que la primera revolución socialista se habría producido en un país industrialmente atrasado como Rusia. «Explicaron» los acontecimientos de Berlín en 1953, Budapest en 1956 y Praga en 1968. «Explicaron» el conflicto ruso-chino. Pero todas sus hipótesis auxiliares fueron manufacturadas tras los acontecimientos para proteger a la teoría de los hechos. El programa newtoniano originó hechos nuevos; el programa marxista se retrasó con relación a los hechos y desde entonces ha estado corriendo para alcanzarlos (Lakatos, 1983, pág. 15).

Como era de esperar por todo lo que llevamos dicho, también el criterio de demarcación de Lakatos se vio envuelto en dificultades que lo mostraron como inoperante. Desgraciadamente, Lakatos murió repentinamente en 1974, a la edad de cincuenta y un años (había nacido en 1922), y no pudo darles cumplida respuesta. La objeción principal fue ya formulada por Richard Hall en 1970 y desarrollada por Feyerabend en 1975 (cfr. Hall, 1982 y Feyerabend, 1981, capítulo 16). Según Lakatos, un programa de investigación puede pasar por largas fases degenerativas para volver a tornarse progresivo después, como fue el caso del atomismo, que pasó por una fase degenerativa de varios siglos. «Resulta muy difícil —escribe— decidir cuándo un programa de investigación ha degenerado sin remisión posible, si no se exige que exista progreso en cada paso; o cuándo uno de los programas rivales ha conseguido una ventaja decisiva sobre otro» (Lakatos, 1983, pág. 193). Por eso, sólo podemos juzgar sobre la racionalidad de un cambio científico cuando éste ya hace tiempo que ha pasado, «sólo *ex-post* podemos ser ‘sabios’» (Lakatos, 1983, pág. 148). Ahora bien, si esto es así, es perfectamente racional la conducta de un científico que se mantenga fiel al programa degenerativo en la esperanza de que los malos tiempos terminen alguna vez. Pero también es racional la conducta del científico que abandona dicho programa y se adhiere a otro que presente en ese momento un carácter progresivo. Lo cual significa que la metodología de los programas de investigación carece de valor normativo para delimitar lo que es ciencia de lo que no lo es, porque el científico estará legitimado tome la opción que tome. Dicho de otro modo, nunca se podría calificar de seudocientífica una teoría porque nunca se puede estar seguro de que un programa de investigación regresivo no cambiará su suerte y se volverá progresivo. En opinión de Feyerabend, la metodología de Lakatos, llevada a sus consecuencias finales, conduce, aunque Lakatos no lo quisiera, al «todo vale». Es un «caballo de Troya» que, por conservar aún su apego a la razón, puede utilizarse para hacer pasar escondido un anarquismo epistemológico en toda regla. No es de extrañar que Feyerabend le dedicara a Lakatos su *Against Method*, con el comentario «amigo y camarada anarquista».

6. ¿QUÉ CONCLUIR PESE A TODO?

Las reacciones ante este fracaso reiterado de los sucesivos criterios de demarcación han sido diversas. Algunos, como Feyerabend, han negado que exista algún tipo de distinción relevante desde el punto de vista del conocimiento entre la ciencia y la no-ciencia. Feyerabend compara la ciencia con el mito, con el pensamiento mágico, con el arte, con la filosofía, y no encuentra razones para concederle ningún tipo de privilegio epistemológico, y mucho menos político, social o académico. Por otra parte, desde la sociología de la ciencia la demarcación se considera como una cuestión puramente convencional. Es la propia comunidad científica la que decide tácitamente en función de sus intereses y de sus tradiciones institucionales lo que debe ser considerado como científico y lo que no. Sin que ello implique que todo lo que recibe el marchamo de científico comparta un conjunto de características comunes. No hay nada que pueda ser considerado como un rasgo distintivo de la ciencia, excepto el estar enmarcada dentro del marco institucional de lo que socialmente se admite como ciencia. Otros, como el autor de estas páginas, prefieren ser más moderados. El que no quepa una distinción tajante e intemporal entre ciencia y no ciencia no significa para ellos que no quepa ninguna distinción en absoluto, o que ésta sea puramente convencional. Estamos más bien ante una cuestión gradual y contextual en la que es imposible trazar una frontera definida, pero en la que pueden determinarse una serie de rasgos que, sin ser condiciones imprescindibles, ayudan a cualificar como más o menos científica a una teoría. Entre estos rasgos característicos algunos de los más significativos serían el rigor conceptual, la exactitud, el apoyo en los hechos, la intersubjetividad, la contrastabilidad y revisabilidad, la coherencia con otras teorías científicas aceptadas, la capacidad predictiva, y la capacidad de progreso.

De forma análoga, se pueden detectar ciertos rasgos que parecen extendidos entre las pseudociencias, aunque tampoco deban considerarse condiciones definitorias de las mismas. He aquí los que destaca Raimo Tuomela (1985, páginas 228-229):

1. Las pseudociencias descansan a menudo en una ontología oscura, una epistemología basada en la autoridad o en capacidades paranormales, y una actitud dogmática ante las críticas.
2. Rehúyen el pensamiento exacto lógico-matemático.
3. Sus hipótesis y teorías son imposibles de contrastar o están poco apoyadas en los hechos y en otras teorías.
4. Sus hipótesis y teorías no cambian como consecuencia de la confrontación con cualquier tipo de evidencia.
5. Implican un pensamiento anacrónico que se retrotrae a teorías antiguas ya abandonadas.
6. Apelan con frecuencia a los mitos.
7. Los problemas que se plantean tienen a menudo una naturaleza práctica en lugar de teórica.

8. Sus métodos no les permiten corregirse a sí mismas ni comprobar las cosas de formas alternativas.
9. Constituyen un cuerpo de doctrina aislado de la ciencia de su tiempo.

Si nos atenemos a la posesión de los rasgos señalados como deseables para la ciencia o, por el contrario, a los señalados como comunes en las pseudociencias, podemos obtener una graduación de disciplinas en función de su científicidad. En el nivel más alto estarían la física y la química, mientras que en el más bajo posiblemente se situarían la astrología, la ufología, y el creacionismo. El psicoanálisis y el marxismo (en la medida en que todavía haya quien pretenda verlos como ciencias) estarían en posiciones intermedias, y probablemente sería imposible poner de acuerdo a todos acerca de si están más cerca de las primeras que de las segundas. La parapsicología, por el momento, estaría en mi opinión entre el psicoanálisis y la astrología. Y la homeopatía más abajo aún. Como puede apreciarse, no es necesario establecer ningún criterio de demarcación para formular este juicio porque precisamente no se ha hecho ninguna demarcación entre unas disciplinas y otras. Si queremos poner un listón, éste dependerá del contexto y variará con las personas. Si lo ponemos demasiado bajo, probablemente convenceremos a pocos de que nuestro juicio está bien formado, si lo ponemos demasiado alto correremos el riesgo de ser acusados de científicos dogmáticos. Lo más normal será situarlo en la zona intermedia. Pero esta zona es confusa y no se nos ofrece con una marca ya hecha. No seremos además igual de exigentes si se trata de decidir acerca de la financiación de una investigación con fondos públicos, acerca de incluir un tratamiento médico en la Seguridad Social, o acerca de admitir un testimonio en un juicio por asesinato. El listón subirá o bajará dependiendo de las consecuencias posibles de la decisión que se tome (cfr. Resnik, 2000).

La existencia de lo que se ha dado en llamar ‘ciencia patológica’ y ‘ciencia basura’ o, con el término popularizado por R. L. Park (2001), ‘ciencia vudú’, nos recuerda por otra parte que algunos de los rasgos que acabamos de atribuir a las pseudociencias han estado también presentes en diversos episodios de las ciencias más consolidadas. Baste citar el caso de los rayos-N de René Blondlot y el más reciente caso de la fusión fría, protagonizado por científicos de la Universidad de UTA. Hace pocos años, en una de las más prestigiosas revistas de física se criticaba la situación en el campo de la física de partículas elementales. La acusación era que en ella abundaban las hipótesis incontrastables y *ad hoc*, tales como la existencia de múltiples dimensiones en el universo (hasta 950 se han llegado a proponer), las afirmaciones sobre los primeros segundos después del Big Bang, el confinamiento de los *quarks*, las teorías de las supercuerdas, etc. (cfr. Oldershaw, 1988, citado por Selleri, 1994, págs. 219 y sigs.). Se habla incluso del surgimiento de una física especulativa en la que los métodos experimentales resultan inaplicables por el momento y no hay visos de contrastar las hipótesis propuestas.

La tendencia actual, como ha sugerido Laudan (1996, págs. 218-222), es la de dejar a un lado el problema de saber cuándo estamos ante una teoría científica —Laudan lo considera incluso un seudoproblema— para averiguar en su

lugar cuándo estamos ante una buena teoría, es decir, ante una teoría fiable, fértil y bien fundada, sea o no científica.

En lo que sí parece haber amplio acuerdo es en que, se tracen donde se tracen las fronteras entre lo científico y lo no científico, no deben ser identificadas con las fronteras entre lo racional y lo irracional, o entre el conocimiento válido o fiable y el ámbito de lo impreciso, fútil o sin sentido. Lo más probable es que siempre encontremos a ambos lados de la línea modos útiles de conocer la realidad.