

LA FIABILIDAD DE LA CIENCIA EXPERIMENTAL

1. *Introducción*

El nacimiento sistemático de la ciencia moderna en el siglo xvii provocó una crisis intelectual que, lejos de disminuir con el paso del tiempo, ha ido aumentando hasta nuestros días. La consolidación de las ciencias experimentales ha ido acompañada por abundantes polémicas en torno a la naturaleza y el alcance del método científico, y ello ha tenido importantes repercusiones en la filosofía y en todo el ámbito de la cultura, ya que en definitiva se ha puesto en cuestión el valor y el significado de todo el conocimiento humano.

No existe una visión de la ciencia que pueda considerarse generalmente aceptada en la actualidad. Como causa de la diversidad de interpretaciones se ha de señalar en primer término el afán polémico que con frecuencia acompaña a los estudios sobre la naturaleza de la ciencia, y que opera en dos direcciones opuestas: por una parte, los enfoques científicistas pretenden mostrar que la ciencia experimental es el modelo único o principal de todo conocimiento válido de la realidad, mientras que, en dirección contraria, se relega el alcance de las ciencias a un nivel puramente instrumental que poco o nada tendría que ver con el verdadero conocimiento.

El trasfondo de esas polémicas debería considerarse ya superado. En efecto, hoy día es evidente que el conocimiento científico no se opone a otros modos de acceso a la realidad: la ciencia experimental, el conocimiento ordinario, el saber filosófico y teológico, la perspectiva estética y las ciencias humanas, lejos de oponerse entre sí, se implican y complementan.

Sin embargo, no puede pensarse que las dificultades están superadas mientras no se explique adecuadamente en qué consiste la peculiar "fiabilidad" de la ciencia experimental. Este es, en verdad, el núcleo del problema. Las diversas interpretaciones de la ciencia intentan explicar en qué consisten las garantías de éxito y progreso

Por tanto, el control lógico y experimental es el quicio sobre el que se apoya la fiabilidad de la ciencia.

Pero, al mismo tiempo, ese control implica ciertas limitaciones, ya que existen sin duda muchos conocimientos ciertos que no pueden someterse al control científico-experimental.

Ese es el caso, por ejemplo, de afirmaciones como las siguientes: "existe un mundo real fuera de mí", o "mis observaciones acerca de la realidad son, en condiciones normales, básicamente correctas". No pueden someterse a control científico, porque ese control supone su validez: si no se acepta la existencia de un mundo real y nuestra capacidad de conocerlo, no podría existir la ciencia experimental.

Es obvio, por tanto, que el control científico supone que se acepten algunos presupuestos que caen fuera de su alcance.

La actividad científica controla sus productos de un modo "impersonal" porque exige previamente que se acepten unas "reglas" filosóficas que no se ponen en duda, y que se reducen básicamente a una metafísica elemental acerca de la realidad y de nuestro conocimiento de ella: por ejemplo, que existe un mundo real regido por leyes, que podemos alcanzar un conocimiento verdadero de ese mundo y de esas leyes, que los cuerpos poseen unas características esenciales y otras accidentales, y que el conocimiento que nos proporcionan los sentidos es normalmente correcto. Una vez aceptadas esas "reglas", se aplican recurriendo a nociones generalmente claras para todos, que tampoco se discuten: por ejemplo, son diversas las interpretaciones que los filósofos dan acerca de qué significa ser "observable", pero los científicos toman ese concepto en su sentido ordinario, sin pretender dilucidarlo teóricamente.

Junto a los presupuestos generales de toda actividad científica, existen otros propios de la diversas teorías: así, cualquier teoría científica sobre la luz se basa sobre una determinada concepción de qué es la luz, y proporciona indicaciones para valorar los datos experimentales, y lo mismo sucede con toda teoría particular.

Toda la actividad científica, y las teorías concretas que en ella se proponen, se refieren a aspectos determinados de la realidad que pueden someterse al control científico: adoptan un punto de vista parcial y limitado, sin el cual no sería posible ese control.

Es claro que muchos aspectos de la realidad, aunque puedan conocerse mediante otros enfoques, no pueden someterse —o sólo en parte— al control científico. Por tanto, ese control permite la peculiar fiabilidad de la ciencia experimental pero, al mismo tiempo, señala sus límites. Esta ambivalencia quedará patente al considerar en detalle los tres elementos de la fiabilidad científica.

4. La certeza del conocimiento científico

El aspecto más destacado de la fiabilidad científica es, sin duda, la peculiar certeza de las afirmaciones sometidas al control científico-experimental.

Las afirmaciones o enunciados científicos son de tipos muy diversos y, en consecuencia, también es diferente el grado en que pueden ser controlados.

Sin pretender una clasificación completa, consideraremos ahora —para ejemplificar la cuestión— varios tipos de enunciados científicos: los axiomas teóricos, las consecuencias experimentables de las teorías, las leyes experimentales y los principios generales.

Los *axiomas* son enunciados que se aceptan a modo de hipótesis, y que permiten deducir de ellos toda una serie de enunciados, cuyo conjunto forma una teoría científica (o un sistema teórico). Puede suceder que un axioma admita una comprobación directa experimental, en cuyo caso tendrá un valor propio, pero con frecuencia los axiomas son hipótesis cuyo valor ha de ser juzgado en base a las consecuencias que ellas se derivan. Si esas consecuencias son muchas y variadas, será difícil (e incluso imposible) comprobar todas: entonces, aunque un axioma concreto pueda encontrarse bien corroborado, su verdad no podrá afirmarse de modo cierto. Por tanto, la certeza de los axiomas-hipótesis suele ser sólo relativa, de modo que los ulteriores avances de la ciencia pueden exigir su modificación.

En cambio, las *consecuencias experimentables* de las teorías gozan siempre de la certeza que proporciona su comprobación experimental. Es evidente que un sistema teórico estará mejor corroborado cuantas más sean en cantidad y calidad las consecuencias experimentales comprobadas que permita obtener. En la práctica, cuando se trata de grandes sistemas teóricos (como por ejemplo, la relatividad o la mecánica cuántica) no se tiene certeza de que sean verdaderos tomados en su totalidad, ya que sólo un pequeño número de sus consecuencias llegan a comprobarse por la experiencia.

La certeza de los enunciados teóricos y de los sistemas de enunciados resulta fortalecida mediante el control lógico. No se trata de comprobaciones directas, sino de apoyo indirecto: si los enunciados están conectados entre sí mediante derivaciones lógicas correctas, cualquiera de ellos goza del apoyo de todo el sistema, aunque sean pocas las consecuencias experimentalmente comprobadas. Una gran parte de los enunciados de las ciencias se encuentran garantizados principalmente por el apoyo indirecto del control lógico.

Por último, las *leyes experimentales* se refieren a comportamientos regulares conocidos con certeza, al menos dentro de un cierto

margen de aproximación: pueden considerarse verdaderas, aun en el caso de que sean perfectibles, porque el progreso ulterior podrá perfeccionarlas pero no desmentirá su validez. En cuanto a los *principios generales*, suele tratarse de enunciados que, por su misma amplitud o por el modo de su formulación, nunca podrán comprobarse exactamente de manera completa (por ejemplo, el principio de inercia, o el de conservación de la energía); desempeñan un papel importante en las ciencias, y pueden ser considerados como axiomas teóricos, aunque en parte sean susceptibles de una cierta comprobación experimental.

Queda claro, por tanto, que no puede atribuirse el mismo grado de certeza a todos los enunciados científicos. Además —y es muy importante recalcarlo— los cánones de validez de los enunciados de la ciencia son básicamente los mismos que los del conocimiento ordinario: la observación, la inducción, el razonamiento lógico correcto. Sucede simplemente que, en la ciencia experimental, se dan unas condiciones que hacen particularmente fácil la aplicación de esos cánones, lo cual explica la peculiar fiabilidad de los enunciados científicos.

En efecto, el conocimiento científico-experimental se limita a estudiar aquellos aspectos de la realidad que permiten un estudio sistemático basado en el cálculo y en la experimentación. El cálculo matemático supone la aceptación explícita de determinadas reglas, y se desarrolla lógicamente de modo que es posible controlar cada uno de sus pasos. La experimentación requiere el planeamiento y ejecución de experimentos repetibles y controlables, y que se proporcionen reglas claras para la interpretación de sus resultados. No es extraño, pues, que los enunciados científicos gocen de una peculiar certeza, que no se da cuando los temas que se investigan no permiten el uso del cálculo matemático y de la experimentación repetible. La fiabilidad científica está muy relacionada con la materialidad: será mayor cuanto más dependa de la materia el objeto que estudia la ciencia.

Se comprende fácilmente que la fiabilidad de la ciencia experimental no puede ser considerada como modelo o paradigma de todo conocimiento, aunque —como se ha señalado— utilice los cánones de validez comunes a todo verdadero conocimiento de la realidad, y lo haga de tal forma que pueda controlar objetivamente sus propias afirmaciones. Cuando se estudian aspectos de la realidad más apartados de las condiciones materiales, será menos o nada posible alcanzar el control peculiar de la ciencia experimental. Pero ello no significa que no pueda alcanzarse control ni certeza: solamente que no se tratará del control y de la certeza característicos de las cuestiones tratables mediante el cálculo y la experimentación.

La certeza científica, por tanto, es un gran logro pero no es ningún enigma, ni tampoco es el ideal al que deban ajustarse todos los conocimientos. Durante varios siglos se ha presentado reiteradamente la tentación de conformar todo el conocimiento al patrón de las ciencias, considerándolas como paradigma de la auténtica racionalidad; en la actualidad más bien se da una reacción contraria, pues se ha comprobado la ineficacia del método científico para solucionar muchos problemas de vital importancia, y por ello se habla de la necesidad de superar la racionalidad mediante posturas vitalistas. Pero ambas posturas son en verdad irracionales: la racionalidad científico-experimental es sólo un tipo de racionalidad, que se encuadra en el marco general de la racionalidad humana, y lo que se ha de superar no es la racionalidad científica sino el cientificismo que la considera como máximo y único exponente de la racionalidad.

5. *El éxito de las aplicaciones del conocimiento científico*

Junto a la certeza peculiar del conocimiento, que acabamos de considerar, el segundo factor básico de la fiabilidad de la ciencia experimental es su utilidad práctica: los conocimientos que se obtienen mediante el método experimental permiten el desarrollo de un sinnúmero de técnicas que hacen progresar el dominio del hombre sobre la naturaleza. Sin duda, una parte muy importante del prestigio de las ciencias se debe a este factor.

La explicación del éxito práctico de la ciencia no es tarea difícil si tenemos presente cuanto ya se ha expuesto. En efecto, los conocimientos comprobados experimentalmente proporcionan una base sólida sobre la cual el ingenio del hombre puede construir técnicas en vistas a determinados objetivos prácticos. Con ello no se hace más que explotar las posibilidades que la naturaleza encierra, gracias al conocimiento científico de sus leyes.

Evidentemente, hay una cierta distancia —desigual según los casos— entre los conocimientos científicos y las aplicaciones técnicas, pero al mismo tiempo esa distancia tiende a disminuir en la actualidad, de modo que con frecuencia será difícil precisar cuándo nos encontramos con un conocimiento científico y cuándo con una técnica. Nos detendremos en este punto, que resulta importante para comprender la naturaleza de la ciencia y su peculiar fiabilidad.

En principio, un enunciado o un sistema de enunciados se consideran científicos cuando se relacionan con otros enunciados mediante inferencias lógicas. En cambio, la técnica comprende largos procesos en los que intervienen —además de los enunciados científicos— muchas consideraciones meramente prácticas, tales como el funcionamiento de dispositivos y aparatos: más que proporcionar nue-

vos conocimientos teóricos, la técnica suministra reglas prácticas para el dominio de la naturaleza.

Sin embargo, el desarrollo de las ciencias hace que la obtención de los conocimientos teóricos dependa cada vez en mayor grado de la utilización de complejos aparatos que son el resultado de técnicas muy evolucionadas y precisas. La técnica se convierte así en instrumento del progreso teórico y en fuente de nuevos problemas científicos cuya solución requiere nuevos avances técnicos. En definitiva, la técnica se encuentra cada vez más incorporada a la ciencia, también porque la investigación científica se planea frecuentemente en función de objetivos e intereses técnicos.

Hace tiempo, el éxito de la ciencia parecía un enigma, para cuya explicación se recurría a la correspondencia que supuestamente se daría entre las leyes del pensamiento y las de la realidad (pueden recordarse al respecto posturas tan diversas como la del "libro de la naturaleza escrito en lenguaje matemático" de Galileo, las "síntesis a priori" de Kant, o el "análisis de las sensaciones" de Mach). Ahora, la conjunción creciente entre técnica y ciencia lleva a planteamientos muy diferentes. La ciencia aparece casi como un simple preámbulo de la técnica, o sea, como un instrumento teórico sobre cuya verdad sería imposible pronunciarse.

Pero hemos de tener presentes las distinciones que hicimos a propósito del desigual valor de los enunciados científicos. En muchos casos, según vimos, existen sistemas teóricos y enunciados aislados cuya verdad no puede afirmarse sin más: se emplean en buena parte como medios útiles para obtener y relacionar entre sí enunciados que se refieren a realidades experimentables. Estos últimos, sin embargo, reflejan rasgos auténticos de la realidad. Por consiguiente, el conocimiento científico en su totalidad no puede reducirse a un mero instrumento que sirve de base a la técnica.

En definitiva, la explicación del éxito práctico de la ciencia es doble. Por una parte, el conocimiento científico de la realidad sirve de base cierta para muchas aplicaciones técnicas, aunque el paso de la ciencia a la técnica requiere con frecuencia el uso de procedimientos prácticos no estrictamente científicos. Por otra, otras muchas técnicas se basan en el método de ensayo y error, o sea, en el ajuste práctico de hipótesis con una relación un tanto indirecta respecto al conocimiento científico: su éxito no está garantizado de antemano, sino que resulta de las adaptaciones realizadas con arreglo a criterios utilitarios.

La existencia de factores pragmáticos en la ciencia debe prevenir frente a la fácil pero falsa interpretación según la cual el éxito de la técnica sería sin más una prueba concluyente del éxito de la ciencia. La relación entre el conocimiento científico y el éxito técnico

es en ocasiones muy directa, pero en otros casos no lo es tanto o llega a ser incluso bastante remota.

Una ilustración de lo dicho —escogida entre muchas otras posibles— sería la relación existente entre la teoría de la relatividad y las técnicas nucleares. Ciertamente, una de las conclusiones de esa teoría —la que expresa la conversión entre la masa y la energía— sirve de base a algunas importantes técnicas nucleares, pero ello no prueba la verdad de todas las afirmaciones contenidas en el complejo sistema relativista. No obstante, el hecho de que tal conclusión se haya descubierto como consecuencia del desarrollo teórico de la relatividad, aporta sin duda un fundamento serio en favor de la teoría, y lo mismo cabe decir de otros casos análogos. Pero queda en pie la posibilidad de que un enunciado de ese tipo pueda fundamentarse sobre bases teóricas diferentes, que tampoco puedan considerarse definitivas.

Por tanto, el apoyo que el éxito técnico proporciona a la validez del conocimiento científico debe ser valorado en cada caso concreto. Es indiscutible que la técnica moderna, tomada en su conjunto, es posible gracias al progreso de las ciencias experimentales, y constituye una prueba de su eficacia. Pero la verdad de las afirmaciones científicas concretas no depende de ese hecho, sino de su comprobación experimental.

6. *El progreso de la ciencia experimental*

La explicación del peculiar progreso de las ciencias es sencilla, si de lo que se trata es de explicar el carácter acumulativo de los logros científicos. En efecto, un enunciado o una aplicación práctica que se han comprobado experimentalmente seguirán teniendo su valor siempre que se den las circunstancias del caso. Por tanto, los ulteriores progresos no podrán invalidar esos enunciados o aplicaciones: pueden, ciertamente, englobarlos en sistemas teóricos o en técnicas que tengan mayor alcance o precisión, pero nunca podrán contradecirlos.

El progreso acumulativo de la ciencia experimental se explica, por tanto, por el control teórico y práctico de los enunciados y aplicaciones.

Lo que ya no es fácil de explicar es que necesariamente haya de darse tal progreso acumulativo. No se puede pronosticar que el éxito siga acompañando a la actividad científica y técnica con toda seguridad. Sin embargo, parece normal esperarlo, ya que nuestro conocimiento y dominio de las leyes de la naturaleza es siempre muy incompleto: pero que de hecho se acierte a completarlo es una cuestión fáctica que no está gobernada por reglas (no existen “métodos

de descubrimiento" que por sí mismos conduzcan siempre al progreso científico).

Todavía es más difícil sostener que las ciencias progresan de un modo perfectamente acumulativo. Esta es una de las tesis básicas de las posturas científicas que, pretendiendo colocar la ciencia como modelo de todo conocimiento válido, se ven obligadas a sostener interpretaciones de la historia de la ciencia que no corresponden a la realidad.

En concreto, hay posturas de tipo científico que identifican la "racionalidad" con la posibilidad de afirmar una "teoría del progreso científico". Según ellas, será "racional" todo conocimiento que vaya de acuerdo con los patrones y normas que rigen el progreso de las ciencias, y, si no fuera posible establecer una clara pauta de ese progreso, nos veríamos abocados al "irracionalismo".

Los fallos de tales posturas son muchos y básicos. Solamente señalaremos aquí la enorme dificultad que encierra la pretensión de establecer criterios bien delimitados del progreso científico. Sin duda, se da progreso cuando se aumentan los conocimientos acerca de la existencia de entidades, propiedades y leyes naturales. Pero la idea de un progreso global requiere que se puedan comparar también los sistemas teóricos, y esta comparación encierra dificultades insuperables: aunque los sistemas puedan compararse desde determinados puntos de vista, y en muchos casos pueda afirmarse que uno de ellos significa un paso progresivo porque permite obtener nuevos conocimientos y aplicaciones, los sistemas implican siempre la adopción de unos determinados presupuestos y el abandono de otros, y por consiguiente un sistema progresivo en ciertos aspectos puede no serlo bajo otros.

Así, por ejemplo, una teoría ondulatoria de la luz tiene ventajas e inconvenientes respecto a una teoría corpuscular, y una síntesis de ambas puede ser básicamente progresiva sin serlo bajo todos los puntos de vista.

Por supuesto, en muchas ocasiones existen señales claras de que se han realizado progresos: cuando se obtienen nuevas leyes experimentales o nuevas aplicaciones técnicas, cuando se formulan nuevos sistemas teóricos que incluyen los anteriores como un caso particular y permiten además obtener nuevos conocimientos, o cuando se utilizan nuevos conceptos o principios de los cuales se deducen consecuencias interesantes. Además, como ya se ha señalado, los elementos teóricos o prácticos verdaderos lo seguirán siendo siempre, y los nuevos elementos verdaderos constituirán sin duda progreso, de tal modo que se van acumulando los conocimientos sin que los nuevos contradigan a los antiguos. Todo esto incluso resulta obvio.

Lo que ya no es obvio es que, por esos motivos, la racionalidad científica deba convertirse en el paradigma de todo conocimiento válido: esto es simplemente un error. Las peculiaridades del progreso científico se deben al control propio de las ciencias experimentales: ese control, como se ha señalado, es ambivalente, pues al mismo tiempo que permite una particular fiabilidad de los resultados obtenidos, implica la restricción del ámbito de problemas que se abordan, ya que existen muchos e importantes aspectos de la realidad que no se pueden someter a dicho control. Por lo tanto, el progreso científico-experimental no puede considerarse como modelo a imitar en cualquier tipo de acceso a la realidad.

7. Implicaciones de la fiabilidad científico-experimental

Volvamos al punto de partida. Afirmábamos al comienzo que el análisis de la fiabilidad de la ciencia es una condición necesaria para superar las confusiones que se han ido acumulando en torno a la naturaleza y alcance de las ciencias experimentales. Hemos realizado ese análisis, limitándonos a los aspectos esenciales. Expondremos ahora las consecuencias de ese análisis: se trata de fijar en concreto unas bases mínimas que nunca deberán perderse de vista si se quiere evitar de raíz el incurrir en desenfoques que afectan al planteamiento mismo de los problemas. Para mayor claridad, las expondremos de modo ordenado y sintético:

a) *La validez del conocimiento científico se juzga según los mismos cánones que la de todo conocimiento humano.* Estos cánones son: el recurso a la observación y a la experiencia, y las inferencias lógicamente correctas. La ciencia supone el valor del conocimiento ordinario (fiabilidad de los sentidos, abstracción, inducción, capacidad de razonar) y se apoya en él: por eso, no se pueden oponer el conocimiento científico y el ordinario, ni subordinar el segundo al primero;

b) *La ciencia supone la aceptación (explícita o al menos implícita) de una metafísica realista básica,* en la que se admite la existencia de un mundo real independiente de la propia subjetividad, que en ese mundo real se da un orden también real, y que el hombre tiene la capacidad de conocer —aunque frecuentemente de modo aproximativo— ese orden natural;

c) *La peculiar fiabilidad de la ciencia experimental se basa en el control al que somete sus afirmaciones.* Ese control exige que se reduzca lo científicamente comprobable a los aspectos de la realidad que se pueden someter a experimentos repetibles. Por tanto, la fiabilidad de las afirmaciones científicas se consigue al precio de reducir

su ámbito a las realidades materiales, que se encuentran sometidas a leyes regulares;

d) *Distinción entre la fiabilidad "directa" e indirecta" de los conocimientos científicos*: el control experimental sólo alcanza directamente a los enunciados que se pueden valorar mediante los resultados de experimentos repetibles, y el resto de los enunciados sólo recibe de ese control un apoyo indirecto. La valoración correcta del conocimiento científico exige que se distinga en cada caso si se trata de axiomas, principios generales, sistemas teóricos, leyes experimentales, etc., y que se tenga presente la conexión de cada conocimiento con los resultados experimentales y con el resto de los conocimientos;

e) *La racionalidad científico-experimental resulta de la conjunción de la racionalidad humana general y el control experimental*: no es el único ni el principal paradigma de la racionalidad humana, ni la agota. Si no existiera la racionalidad humana con sus propias leyes, no sería posible el control experimental ni la racionalidad propia de las ciencias experimentales. La pretensión de erigir a la racionalidad científico-experimental como único paradigma de conocimiento válido conduce necesariamente a interpretaciones erróneas de las ciencias, ya que hay que desfigurarlas para poder obtener un apoyo que sostenga la postura científicista;

f) *El método experimental explica el carácter acumulativo del progreso científico*, aunque no exista ninguna garantía de que ese progreso se deba dar necesariamente;

g) *La racionalidad humana general, presupuesta por las ciencias experimentales, implica la posibilidad de alcanzar conocimientos ciertos acerca de la realidad sin recurrir al método científico-experimental*. La fiabilidad de la ciencia experimental supone la fiabilidad del conocimiento humano en general, y, por tanto, que se pueden alcanzar diversos aspectos de la realidad mediante el desarrollo de la capacidad cognoscitiva humana bajo perspectivas diferentes de la científico-experimental.

8. Conclusión

El análisis de la fiabilidad científica nos ha conducido a una valoración del conocimiento científico-experimental que depende estrechamente de una metafísica realista coherente. La aplicación de nuestras conclusiones al examen de las diversas interpretaciones de la ciencia más influyentes en la actualidad exigiría una consideración que sobrepasa los límites del presente estudio. Sin embargo, es fácil constatar que la perspectiva que hemos expuesto se encuentra muy

alejada de las posturas científicistas y también de aquellas otras que —quizá para criticar al científicismo— reducen el alcance de las ciencias a lo puramente fenoménico e instrumental.

La ciencia experimental tiene, sin duda, una fiabilidad propia que se explica en base a su método. Pero esa fiabilidad no es auto-suficiente ni omni-comprensiva: se basa en la fiabilidad del conocimiento humano, supone la posibilidad de alcanzar certezas metafísicas, y sólo se puede alcanzar cuando se estudian los aspectos de la realidad sometidos a leyes constantes, que pueden someterse al control experimental.

MARIANO ARTIGAS MAYAYO