

# *Alcance y limitaciones del método científico*

Rafael Andrés Alemañ Berenguer

<http://raalbe.jimdo.com>

El afán y la capacidad de conocer el funcionamiento de la naturaleza es una característica típicamente humana, que se suele justificar por las facultades intelectuales con que la evolución ha equipado nuestras mentes.

El hombre es capaz de aprender mediante la observación y el razonamiento, y esta potestad, única entre todos los seres vivos, es la que le ha permitido embarcarse en la apasionante aventura de desentrañar los misterios del universo. Es costumbre situar los orígenes del pensamiento racional en la antigua Grecia, a la par que los primeros filósofos se interrogaban sobre el nacimiento y organización del cosmos. Esta era una forma muy primitiva de ciencia a la que se denominó ciencia especulativa, debido a que los helenos relegaron la práctica experimental y se apoyaron en razonamientos abstractos a la hora de fundamentar y desarrollar sus teorías.

Hubo que esperar hasta el periodo situado entre los siglos XVI y XVII para que la revolución científica encabezada por Galileo y Newton abandonase este modo de proceder. A partir de entonces una sabia combinación de observación experimental y razonamiento lógico ha demostrado ser extraordinariamente fecunda, permitiéndonos explorar los mecanismos del mundo físico hasta un punto de precisión que con ningún otro método hubiese sido posible. Por todo esto es oportuno preguntarse por la naturaleza de aquello que llamamos conocimiento científico, que tantos éxitos nos ha procurado en todos los órdenes.

En palabras del famoso físico y filósofo de la ciencia, el argentino Mario Bunge, la ciencia “es un estilo de pensamiento y acción: precisamente el más reciente, universal y provechoso de todos los estilos”. El hecho de que Bunge se refiera al “pensamiento” y a la “acción” nos da a entender que, para la correcta comprensión de lo que la ciencia es, habremos de examinar tanto la clase de conocimiento que la ciencia aspira a lograr –el conocimiento científico– como el propio método –el método científico– que se emplea para su adquisición.





Figura 1. Mario Bunge.

La investigación científica arranca de la constatación de que el pensamiento ordinario resulta insuficiente para dar fácil solución a ciertas cuestiones que la curiosidad humana se plantea. ¿Dónde está el arco iris?, ¿qué hay más allá del horizonte?, ¿de qué está hecha la luz?, ¿están todas las cosas formadas en última instancia por los mismos componentes?, etc., son ejemplos de interrogantes de esta clase. Tales preguntas no son distintas, en esencia, de las que aguijoneaban las cabezas de los antiguos filósofos e ilustran el parentesco entre ciencia y filosofía, tanto así que en un principio la ciencia se denominaba “filosofía natural” o “filosofía experimental”.

En este punto, la distinción entre conocimiento científico y conocimiento ordinario se hace patente. El conocimiento ordinario tiene su única fuente en la información que proporcionan los sentidos, es asistemático (carece de método propio) y no se encuentra estructurado (no existe un marco teórico en el que se integren sus avances). Todos conocemos, por experiencia, lo diferentes que parecen una piedra y un globo de feria: si soltamos la piedra, ésta caerá pesadamente al suelo, pero si hacemos lo mismo con el globo lo veremos ascender para no volver más. De consideraciones similares a éstas extrajo Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.) la conclusión de que había algo fundamentalmente distinto en ambas situaciones. La causa de la diferencia se hallaba, para el pensador griego, en que los

movimientos pueden ser de dos clases: el movimiento natural de los cuerpos pesados es hacia abajo (como en el caso de la piedra) y el de los ligeros hacia arriba (como en el globo). Aristóteles llevó a cabo un intento fallido por sistematizar filosóficamente el conocimiento común y hubo de aguardarse casi dos mil años para subsanar sus errores.

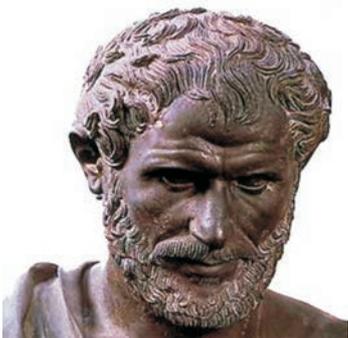


Figura 2. Aristóteles.

A diferencia del ejemplo anterior, el conocimiento científico busca ir más allá de los sentidos cotidianos para explicar lo que no se puede ver, oír o tocar. Una admirable muestra de ello nos la ofrece la física nuclear; nadie ha visto, olfateado o palpado un átomo, pero los efectos de sus reacciones, para bien o para mal, son de todos conocidos. Asimismo, el conocimiento científico comparte una serie de características con el conocimiento ordinario. Dichas características, potenciadas a su más alto grado en el ámbito de la ciencia, son su aspiración a la racionalidad, objetividad, crítica y coherencia. Los dos primeros rasgos tratan de garantizar que nuestra ciencia se adapte fielmente a los hechos, en tanto que los dos segundos intentan eliminar las incongruencias y las cavilaciones superfluas de nuestras teorías. Que la ciencia aspire a ser crítica –o, mejor dicho, autocrítica– expresa su pretensión de poder corregirse a sí misma durante el avance mediante la continua revisión y evaluación de los resultados obtenidos. La teoría de la pesantez de Aristóteles fue desmentida por los experimentos de Galileo y la gravitación universal de Newton. Esta última se vio rebasada por las teorías de Einstein, las cuales, sin duda, algún día serán englobadas en otra teoría más amplia y unificadora.

## De la inducción a la deducción

De mucha mayor complejidad, en cambio, resulta la tarea de escrutar los entresijos del método científico. Acerca de lo beneficioso que sería disponer de un conocimiento certero y contrastable ha existido siempre acuerdo universal; no así, por contra, sobre el modo de conseguirlo. A caballo entre los siglos XVI y XVII tuvo lugar una agria polémica entre partidarios de dos métodos rivales que pugnaban por ganar el calificativo de genuinamente científicos. Los inductivistas estaban capitaneados por Francis Bacon (1561 – 1626), ensayista, filósofo y Lord Canciller de Inglaterra. Los seguidores de Bacon defendían la necesidad de recolectar primero todos los hechos experimentales que fuese posible –cuantos más mejor–, colocarlos en tablas ordenadas y obtener de ellas las correspondientes hipótesis explicativas. El proceder de los inductivistas se asemejaba así al de quien, deseando resolver un rompecabezas, recoge al principio todas las piezas que puede del mismo, infiere la forma de las que faltan observando las disponibles y finalmente deduce la figura que contiene el conjunto. De esta manera, Bacon y sus discípulos hacían especial hincapié en reunir la mayor cantidad de datos empíricos –cuantas más piezas de rompecabezas ten-



Figura 3. Francis Bacon.

gamos, con más precisión podremos describir su dibujo—, reduciendo la investigación científica, casi por completo, a una minuciosa labor de cosecha experimental.

Enteramente opuestos a este proceder se hallaban los deductivistas, encabezados por el gran filósofo y matemático francés René Descartes (1596 – 1650). Al sistema inductivo, que reemplazaba en gran medida la sagacidad por la paciencia en la acumulación de datos, oponían éstos la conveniencia de tomar unos cuantos hechos significativos como premisas y deducir luego de ellos, mediante reglas lógicas incuestionables, el resto del conocimiento faltante. Descartes, al igual que los antiguos griegos, juzgaba accesible la verdad por medio del pensamiento puro, y por esa razón concedía una enorme preponderancia al razonamiento deductivo mientras minimizaba la importancia de los datos de partida. Es de suponer que su genialidad matemática jugó esta vez en contra del sabio francés, pues le hizo incapaz de concebir el conocimiento de la naturaleza como algo que no fuese un vasto y deslumbrante despliegue de teoremas indudables.

Fruto de esta visión axiomática del mundo fue su obra *Discurso del método para dirigir bien la razón y hallar la verdad en las ciencias* (1637), en la que Descartes exponía las reglas con las que, a su juicio, debía gobernarse el pensamiento a fin de resolver cualquier tipo de problema que se presentase. Como es fácil comprobar, inductivistas y deductivistas hacían bascular los términos del problema entre extremos muy radicales. Los aspectos que un grupo menospreciaba eran ensalzados por sus contrarios y viceversa. Tan

incómoda situación para la ciencia se prolongó hasta que el dúo Galileo-Newton, cada uno en su época y sucesivamente, sentó las bases del método científico tal como hoy lo conocemos.



Figura 4. René Descartes.

La grandeza de estos dos genios se manifestó en su habilidad para adoptar las mejores aportaciones de cada punto de vista, y componer con ellas un nuevo método alimentado con la savia de las dos escuelas pero superior a ambas. La esencia de este nuevo método fue su carácter empírico-matemático. En primer lugar había que proponer hipótesis sobre los hechos o conjuntos de hechos que nos interesase explicar y someterlas después a verificación experimental. Posteriormente deberíamos expresar nuestros resultados en lenguaje matemático.

Como sucedió cuando hablábamos del conocimiento, el significado de estos dos pasos es claro: el primero trata de asegurar la correspondencia de nuestras hipótesis con los hechos; el segundo busca expresar nuestras ideas matemáticamente para gozar del mayor grado de generalidad y el menor de ambigüedad que esté en nuestra mano. Bajo esta última condición se esconde el supuesto de que el comportamiento de la naturaleza es susceptible de ser descrito matemáticamente. O, dicho de otra forma, que siempre que lo necesitemos las matemáticas nos ayudarán a describir el mundo físico, lo cual equivale a suponer que la destreza de los matemáticos será suficiente para suministrar los instrumentos adecuados en el momento correcto. Justo es decir que ambas presunciones se han cumplido hasta el presente con admirable exactitud.

En la práctica, el método científico es algo más complicado de aplicar. Por ello, y sintéticamente, expondremos su ejecución ideal en una serie de etapas. En primer término vendría el descubrimiento de un problema o la constatación de una carencia en el seno de algún cuerpo de conocimientos. Inmediatamente después, habríamos de plantear con precisión el problema (a ser posible de manera matemática), ensayar los medios teóricos y técnicos a nuestro

alcance para solventarlo y, si esto último falla, proceder a la invención de nuevas ideas o a la obtención de nuevos datos empíricos.

Una vez hecho esto, construiríamos una nueva hipótesis explicativa, más o menos, aproximada con los nuevos datos o ideas con los que ahora contamos. Con posterioridad nos dedicaríamos a contrastar las consecuencias de la nueva hipótesis, investigando su coherencia con el resto del conocimiento admitido y comparando sus predicciones con las evidencias disponibles. Si el resultado de tal contrastación es satisfactorio la investigación se da por concluida, y si no, se emprende la corrección de la hipótesis ensayada, iniciándose así otro ciclo de investigaciones.

## III Razonamiento y experimentación

Desde otro punto de vista, el método científico puede calificarse de empírico-racional, en un sentido en que ambos caracteres se interconectan tan íntimamente que cada uno acaba convirtiéndose en soporte insustituible del otro. Así es; la relación mutua de la faceta empírica y la racional es vasta y profunda: el experimento proporciona los datos empíricos que constituyen el punto de partida y la guía para el raciocinio, a la vez que el razonamiento dirige la selección de los datos experimentales auténticamente relevantes para nuestra indagación. A tenor de lo dicho, cabe distinguir una serie de aspectos empíricos y racionales en la tarea del investigador científico. Los aspectos racionales se reducen a las tres clases típicas de razonamiento: el deductivo, que parte de premisas generales para inferir resultados particulares; el inductivo, que generaliza en la medida de lo posible el comportamiento regular de sucesos particulares; y el análogo, que infiere ciertas características de algunos fenómenos particulares basándose en su similitud con otros fenómenos igualmente concretos.

En el estado más perfeccionado de una ciencia contaríamos con una sólida cimentación de hechos experimentales, a partir de la cual se culminaría por inducción en las leyes generales. E inversamente, desde esas leyes e hipótesis generales se podría descender deductivamente hasta la explicación de cualquier caso particular. A su vez, si la inducción-deducción se comporta como un sendero vertical de doble recorrido, el razonamiento análogo nos permitiría transitar horizontalmente pasando de unos hechos particulares a otros a la luz de sus semejanzas. Hasta el momento, la física es la ciencia que más cerca se encuentra de ese ideal de perfección y refinamiento.

Volviéndonos ahora hacia los aspectos empíricos, vemos que son incluso más numerosos. En efecto, en la práctica debemos tomar en cuenta al observable, es decir aquello que vamos a estudiar (un planeta, un electrón, un animal salvaje); al observador, con su mayor o menor pericia, sagacidad, experiencia, prejuicios, etc.; las circunstancias de la observación, pues no es lo mismo estudiar, digamos, a un espécimen salvaje en su hábitat natural o en cautividad; los medios de observación, ya que cuanto mejores sean, mejor será también la precisión y fiabilidad de nuestros resultados; y el contexto intelectual de la observación, pues no resulta igual, por ejemplo, el intento de explicar la evolución biológica apelando a la genética molecular que prescindiendo de ella.

Como consecuencia de la suma de los rasgos empírico-rationales precedentes, la ciencia elabora un conjunto de construcciones mentales que pretenden captar condensadamente el comportamiento de la naturaleza. Estas son las hipótesis, leyes y modelos. Las hipótesis son suposiciones razonables que ideamos en un primer momento con el fin de explicar sucesos todavía no comprendidos, las cuales deben someterse a constatación empírica para comprobar su grado de validez. En el proceso de formación de hipótesis pueden diferenciarse varias etapas: la ocurrencia, o idea que nace de manera libre y espontánea en la mente del científico (Copérnico pudo pensar que la mecánica celeste sería mucho más sencilla si fuese la Tierra la que girase en torno al Sol y no a la inversa); hipótesis empíricas, conjeturas aisladas pero apoyadas por los hechos (ésta pudo ser la tesis de Galileo según la cual dos cuerpos caen con la misma aceleración independientemente de sus masas); hipótesis plausibles, conjeturas razonables pendientes de verificación; e hipótesis convalidadas, cuando ya han sido contrastadas formalmente y pasan a formar parte del conocimiento generalmente admitido.



Figura 5. La corroboración experimental en la ciencia.

En un nivel superior hallamos las teorías, leyes y modelos. Las leyes son enunciados normativos que describen el comportamiento regular de la naturaleza tal como es o como podría ser percibido por nosotros. Las teorías, por su parte, unifican leyes enhebrándolas entre sí, dando lugar con ello a un armazón lógico en el que el significado de cada ley cobra mayor fuerza y nitidez que cuando permanecía aislada. Por último, el modelo es una configuración ideal que representa de modo simplificado la idea fundamental de una teoría. El modelo planetario del átomo, vigente en los primeros años del siglo XX, representaba un núcleo central formado por protones y neutrones con los electrones girando en órbitas a su alrededor, en claro paralelismo con la disposición astronómica del sistema solar.

Existen tres condiciones que toda teoría debe cumplir si de veras aspira a ser considerada científica. La primera de ellas indica que la teoría ha de ser susceptible de refutación. No puede juzgarse científica ninguna hipótesis o teoría imposible de desmentir, cualesquiera que sean los resultados experimentales con los que se confronte. Las predicciones del futuro comunicadas por adivinos y agoreros suelen pertenecer a esta clase de afirmaciones científicamente defectuosas. Si se nos pronostica, por ejemplo, que cierto día nos romperemos una pierna, pueden ocurrir lógicamente dos cosas: que en verdad nos la rompamos o que no. En el primer caso el adivino se ufanará de haber acertado en su vaticinio; mientras que en el segundo reclamará para sí el mérito de habernos advertido, permitiéndonos evitar el mal. Desde luego, suceda lo que suceda, nos veremos imposibilitados de refutar sus aseveraciones.

La segunda condición se denomina comúnmente “principio de economía lógica” o también “navaja de Ockham”, en honor al primer filósofo que lo expuso con claridad, el clérigo y pensador inglés Guillermo de Ockham (c. 1280 – 1349). Este principio remarca la necesidad de declinar las explicaciones retorcidas y complicadas, si es que pueden reemplazarse por otras más claras y sencillas que conduzcan a los mismos resultados. La formulación tradicional nos advierte que no hemos de multiplicar las hipótesis si no es inevitable, con el ánimo de librarnos de especulaciones sin control cada vez más y más enmarañadas. Hoy en día pertrechados con la física gravitacional, pongamos por caso, podemos prescindir de la hipótesis que explica el movimiento de los planetas por la acción de ángeles y seres sobrenaturales (suposición compartida por Aristóteles y los pensadores medievales). Esto no quiere decir que la teoría “angelical”, con un poco de ingenio por parte de sus promotores, no pudiese ofrecer resultados parecidos a los de la

teoría científica. No obstante, la gravitación física precisa de menos supuestos adicionales –alguno de ellos tan delicado como la existencia de entidades extramundanas, ángeles o similares–, goza de mucha mayor potencia unificadora al explicar un número superior de fenómenos, y se muestra coherente con el resto del conocimiento establecido.



Figura 6. Guillermo de Ockham.

La tercera y última condición previa pone su acento en la conveniencia de que una teoría carezca de hipótesis artificiosas, también llamadas *ad hoc*. Se consideran artificiosas las hipótesis cuya única misión es apuntalar gratuitamente aquellas teorías que se hunden por su propia inadecuación a la realidad. Esta suerte de parches intelectuales ejercen la misma función y de la misma manera que en la ropa vieja: intentan posponer la retirada de las prendas hasta que su número es tal que se hace imposible retrasar su abandono. En ocasiones puede ser difícil decidir cuándo una hipótesis es artificiosa y cuándo no lo es, pero en la mayoría de las situaciones importantes la elección resulta fácil. Los epiciclos de la astronomía ptolemaica no tenían más objetivo que asegurar la preeminencia central de la Tierra entre todos los astros del sistema solar. A medida que las observaciones de los movimientos planetarios fueron aumentando en exactitud, el modelo ptolemaico se tornó más farragoso aún si cabe en el intento de dar cuenta de ellas. La astronomía geocéntrica era ya un escándalo por su incapacidad explicativa poco antes de que Copérnico enmendase el estropicio con su modelo heliocéntrico.

## Explicando el cambio en la ciencia

Una de las circunstancias que hacen profundamente interesante a la ciencia es su capacidad para progresar en una paulatina aproximación a la verdad

del universo. Y es precisamente ese modo de avance otro de los temas en litigio entre quienes discurren sobre la ciencia misma. En un principio, y bajo el influjo de la herencia intelectual del inductivismo, primó el modelo acumulativo del conocimiento. Desde la perspectiva de este modelo, el progreso de la ciencia se contemplaba con optimismo como un continuo acopio de datos y saberes. Esta acumulación ininterrumpida de hallazgos e inventos iría enriqueciendo el edificio de la ciencia y haciéndolo gradualmente más suntuoso e inconvencible.

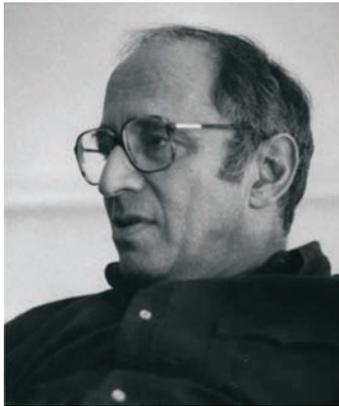


Figura 7. Thomas Kuhn.

Esta visión se vio trastocada por completo cuando en 1962 el físico Thomas S. Kuhn (1922 – 1997) publicó su obra *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. En ella destacaba la importancia de relacionar las teorías con el ambiente cultural de su época, y afirmaba que el cambio en las concepciones científicas se da de un modo brusco y rupturista, las llamadas “revoluciones científicas”. Para Kuhn, el progreso de una disciplina científica constaría de las siguientes etapas:

- a) Un origen caracterizado por la competencia entre varias escuelas para dar respuesta a los problemas de sus investigaciones.
- b) Establecimiento de un conjunto de ideas básicas, o paradigmas, que constituyen el armazón de toda práctica científica posterior, dándose así un periodo de “ciencia normal”.
- c) Finalmente se da una nueva crisis del paradigma por su incapacidad para explicar determinados fenómenos nuevos. Con ello se inicia otro periodo revolucionario, que terminará con la implantación de un paradigma distinto y un nuevo periodo de ciencia normal.

En este enfoque discontinuo y turbulento del cambio científico, Kuhn subraya que un paradigma acep-

tado sólo se abandonará por completo cuando sea sustituido por otro mejor. Añade también que los paradigmas rivales son inconmensurables, en el sentido de que constituyen visiones distintas del mundo que no pueden compararse propiamente entre sí (algo similar a las preferencias gastronómicas de dos individuos). Por ello, todas las etapas del proceso de cambio son importantes sin que pese una más que las otras.

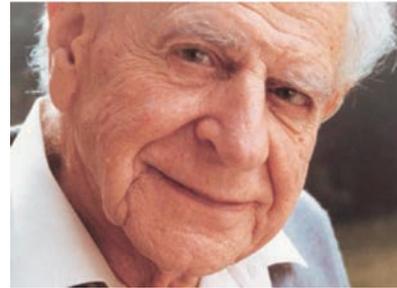


Figura 8. Karl Popper.

El excesivo predominio otorgado por Kuhn a la vertiente sociológica obligó a otros autores a buscar modelos alternativos del cambio científico. Los trabajos de filósofos de la ciencia como Karl Popper (1902 – 1994) seguido por Imre Lakatos (1922 – 1974) condujeron finalmente al concepto de “programas de investigación”. Un programa de investigación es una estructura intelectual semejante al paradigma kuhniano, aunque dotada de una dinámica propia y distinta. El programa se compone en síntesis de un núcleo, o conjunto de ideas centrales que le confiere identidad propia (en la mecánica de Newton serían las tres leyes del movimiento), y de un cinturón de hipótesis auxiliares que protegen el núcleo, aumentando su verosimilitud.

Además de esto, la “heurística positiva” marca las líneas de investigación a lo largo de las cuales se ha de desarrollar y refinar el programa. La “heurística negativa” señala todo aquello que no se puede cuestionar, so pena de poner en peligro la continuidad del programa. En el ejemplo de la mecánica newtoniana –bien conocido por la mayoría de nosotros– la heurística positiva involucraría, entre otras cosas, todos los esfuerzos por extender las técnicas de cálculo que permiten refinar y corroborar las predicciones de esta teoría. Por el contrario, la heurística negativa nos advertiría que explorar leyes gravitatorias que dependiesen de la cuarta potencia de la distancia, por ejemplo, o conjeturar variaciones con el tiempo de la constante gravitatoria, suponen un alejamiento fatal del programa de investigación newtoniano que modifica crucialmente su visión de la naturaleza.

## Los límites del método científico

Hasta ahora hemos pasado revista a las abundantes y variadas ventajas del conocimiento y método científicos. Llegado es el momento de que examinemos también sus inconvenientes y limitaciones. Haciéndolo así alejaremos el peligro de caer inadvertidamente en un triunfalismo desmedido, así como de extender su aplicación a regiones donde la prudencia lo desaconsejaría. Dicho esto, nos encontramos con dos limitaciones principales a nuestra confianza en la ciencia, a saber: la validez de la inducción, la legitimidad de inferir cosas no experimentadas a partir de las experimentadas y, por último, el carácter abstracto de la información obtenida científicamente. Digamos algunas palabras sobre cada una de ellas.

Comencemos con la inducción y sus problemas. En realidad es el postulado central –o, si acaso, uno de los más importantes– de la ciencia en cuanto a tal y puede adoptar diversos enunciados. En cualquier caso, la esencia del mismo expresa nuestra creencia de que a una correlación de acontecimientos que se ha encontrado verdadera en cierto número de casos y falsa en ninguno, puede atribuírsele, como mínimo, un cierto grado de probabilidad de continuar siendo verdadera en lo sucesivo.



Figura 9. Imre Lakatos.

La inducción resulta ser, hasta donde alcanza nuestro conocimiento, un principio extralógico cuya única justificación descansa en su propio éxito. A pesar de todas las tentativas emprendidas, no ha podido lograrse ninguna validación del postulado más allá de la evidencia de que funciona razonablemente bien. De hecho, la inducción debe admitirse, no porque exista algún argumento decisivo en su favor, sino porque parece consustancial a la misma ciencia y no deducible de ningún otro principio muy diferente de ella misma (todos los intentos de probar teóricamente la inducción han conducido al uso de principios tan indemostrables o más que la propia

inducción). Si a esto añadimos que el proceso inductivo es condición indispensable, no ya de la ciencia, sino de todo conocimiento empírico, comprendemos la magnitud y complejidad del problema. Sea como fuere, la inducción parece, en cierto modo, una premisa necesaria de todo conocimiento humano general y por ello, en tanto que su validez resulta confirmada repetidamente por la experiencia, habremos de aceptarla aun con todas las salvedades y reservas que se quiera.

La necesidad de inferir cosas no experimentadas a partir de otras que sí lo son, constituye el segundo escollo metodológico de la ciencia. No cabe duda de que los datos sensibles inmediatos (los percibidos por la vista, el tacto, el oído...) representan los elementos más firmes y seguros del conocimiento empírico de cualquier individuo. Podemos cuestionar todo lo que no experimentamos, mas no lo que directamente vemos, oímos y tocamos. Tal vez nuestras percepciones estén equivocadas, pero es indudable el hecho de que percibimos algo. Y es a partir de esos datos sensoriales como construimos, acertadamente o no, todo nuestro conocimiento acerca de los objetos físicos de la experiencia cotidiana (árboles, mesas, sillas, etc.), así como de los conceptos científicos (campos, ondas, partículas, etc.). Parece lógico que, puesto que los datos sensibles forman la base más sólida de nuestro conocimiento empírico, y dado que la ciencia busca describir fidedignamente la naturaleza, fuese deseable fundamentar nuestro conocimiento del mundo únicamente en conjuntos de datos empíricos más o menos complicados. De lo que se trataría, pues, sería de interpretar los enunciados físicos (cotidianos y científicos) como abreviaturas de otros enunciados más largos en los que sólo se habla de datos sensibles.

Sin embargo, los esfuerzos de los partidarios de esa tesis, los llamados “fenomenistas” o “fenomenalistas”, no se vieron coronados por el éxito. La construcción lógica de nuestro conocimiento empírico como una serie de grupos organizados de datos sensibles, se tropezó pronto con serias dificultades. Para evitar incongruencias teóricas del tipo de las que indujeron a numerosos filósofos clásicos a declarar que “nada existe” (afirmaciones éstas tan apreciadas por los amantes del absurdo), se hizo necesario aceptar, no sólo los datos sensibles directos de una sola persona, sino los de todos los individuos y, más tarde, todos los datos posibles aunque no fuesen captados en la práctica por nadie. Tal vez no nos satisfaga demasiado que en la construcción del conocimiento científico que un individuo puede poseer, sea menester contar con las sensaciones de otros individuos –de las que, en rigor, no tenemos ninguna garantía– e incluso datos sensibles

no percibidos por nadie, aun cuando en principio sea posible percibirlos. No obstante, algo así resulta una exigencia tan incómoda como ineludible si de veras deseamos edificar la clase de teorías eficaces e importantes con que nos provee la ciencia.

El último punto que vamos a tratar es el referido al carácter abstracto de la información sobre el mundo que la ciencia es capaz de proporcionarnos. La discusión de este asunto ha levantado tradicionalmente una considerable polvareda entre físicos, filósofos y psicólogos, en razón del flagrante contraste entre el contenido de nuestras percepciones y lo que nos dice la ciencia sobre ellas. Tomemos, por ejemplo, el caso de la luz. La física nos explica que la luz es un conjunto de ondas electromagnéticas que se caracterizan por su longitud de onda (o su frecuencia), y se propagan por el espacio según leyes diferenciales bien definidas. Empero, nada tiene que ver esto con las sensaciones visuales a las que nosotros llamamos colores. La descripción en términos de ondas o frecuencias puede parecer artificial o ridícula a quien ha contemplado el azul profundo del mar, el sol rojo del atardecer y el verde reluciente de la hierba fresca. Tanto es así que nos resulta de todo punto imposible que un ciego de nacimiento adquiriera el concepto del cromatismo que disfrutamos quienes podemos ver los colores. A lo que sólo es asimilable por quienes experimentan directamente los fenómenos –en nuestro caso, el color de la luz– le llamaremos cualidades sensibles. Así, el problema de la abstracción científica se reduce a que ésta priva a los fenómenos de las cualidades sensibles por las cuales los reconocemos y nos resultan familiares. Y esto precisamente es lo que nos parece absurdo e inaceptable.

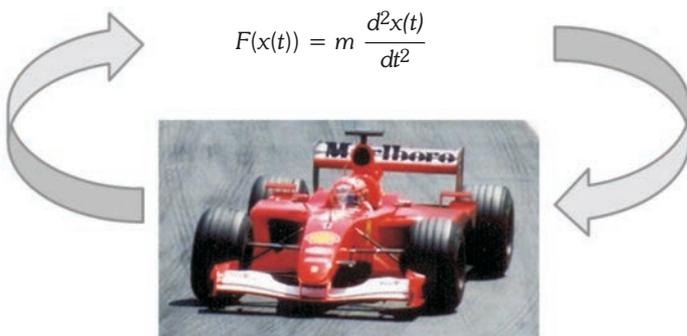


Figura 10. La ciencia maneja abstracciones conectadas con las cosas concretas.

El conflicto anterior surge al comparar acontecimientos de diferentes órdenes. La física nos proporciona información acerca de las propiedades matemáticas abstractas del mundo, o lo que podríamos llamar “propiedades estructurales”. Tales propiedades

son obviamente muy distintas de las cualidades sensibles que notamos en nuestras percepciones, y es entonces cuando emerge la paradoja. Conocemos las cualidades sensibles de las percepciones, en tanto que sus leyes (psicológicas) nos son aún parcialmente desconocidas; y, a su vez, conocemos bastante bien las leyes matemáticas del mundo físico, mas no sus cualidades intrínsecas. Debido a ello, no existe dificultad alguna en suponer, si así lo precisamos, que el mundo físico es en algún sentido similar en sus cualidades intrínsecas a las cualidades sensibles percibidas por nosotros. Nada hay que nos lo indique, es cierto, pero nada hay tampoco que pruebe lo contrario.

En concreto, las críticas contra la abstracción implícita en las ciencias recaen sobre el peligro de que ésta nos aleje de la auténtica realidad. Aunque hemos visto que esta opinión emerge de la confusión entre niveles conceptuales, es justo admitir que el papel del pensamiento abstracto adquiere una importancia creciente conforme las teorías científicas se hacen más profundas y abarcadoras. En su mayoría esta clase de quejas parecen provocadas por la incapacidad de quienes las hacen para manejar abstracciones cómodamente, más bien que por su temor a falsear la realidad. La aptitud para el razonamiento abstracto es una distinción sin igual del intelecto humano y cada aumento en la abstracción científica amplía el ámbito de nuestro saber. De modo semejante lo expresaba Einstein al escribir (Einstein & Infeld, 1986):

«Nuestro objetivo final es un entendimiento mejor de la realidad. Nuevos eslabones se agregan siempre a la concatenación lógica entre la teoría y la observación. Para limpiar de suposiciones artificiales e innecesarias el camino que lleva de la teoría a la experiencia; para abarcar dominios de la realidad cada vez mayores, hemos de alargar la cadena cada vez más. Cuanto más simples y fundamentales son nuestras hipótesis, tanto más intrincado resulta nuestro instrumento matemático de razonamiento; la ruta que conduce de la teoría a la observación se hace más larga, más sutil y más intrincada. Aun cuando parezca paradójico, podríamos decir: la física moderna es más simple que la física clásica y parece, por lo tanto, más difícil y complicada. Cuanto más simple es nuestra imagen del mundo exterior y cuanto mayor es el número de hechos que abarca, con tanta mayor fuerza refleja en nuestra conciencia la armonía del universo.»

Esto es, en suma, cuanto es posible decir en un somero esbozo de lo que la ciencia es. Hemos visto que el concepto de ciencia sobrepasa el de un simple conjunto de conocimientos más o menos seguros, apuntando hacia un modo de pensar, una disposición del espíritu humano en su relación con el universo natural. Verdad es que los recientes avances científicos nos han

colocado al borde del abismo, a causa de amenazas como la guerra nuclear o la contaminación incontrolada. Pero no es menos cierto que sería injusto culpar a la ciencia de males que nacen, no de un aumento del saber, sino de la pervivencia en nosotros de pasiones insanas que todavía esperan ser dominadas.

Análogamente, del equívoco de considerar la ciencia como la simple posesión de conocimientos, brota cierto desprecio por el talante científico, al que se acusa de soberbia intelectual. La verdadera actitud

científica, empero, no consiste en jactarse de lo que se sabe sino en la postura permanente de duda activa; en admitir que nada se conoce ni se conocerá nunca con absoluta certeza; y en estar dispuesto a revisar continuamente nuestros criterios a la luz de nuevas evidencias, sin más norte que el acercamiento a la verdad.

Y quienes miren con disgusto esta perenne posición de duda razonable, deben recordar que la alternativa hállese en la quietud sepulcral con que todo dogmatismo envenena el corazón y la mente del hombre.

## Bibliografía

- Ayer, A., *Lenguaje, verdad y lógica*, Orbis, 1985.
- Bar-Hillel, Y., et al., *El pensamiento científico*, Tecnos, 1983.
- Bernard-Cohen, Y., *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*, Alianza, 1983.
- Bochner, S., *El papel de las matemáticas en el desarrollo de la ciencia*, Alianza, 1991.
- Bohm, D., *Causality and chance in modern physics*, Rout. & Kegan (Londres), 1957.
- Boyd, R., *Realism and scientific epistemology*, Cam. Univ. Press, 1984.
- Bridgman, P., *The logic of modern physics*, MacMillan (N.Y.), 1927.
- Brillouin L., *La información y la incertidumbre en la ciencia*, Ed. Univ. Nac. Autónoma de Mejico, 1969.
- Bunge, M., *A world of system*, Reidel (Boston), 1973.
- Bunge, M., *Causality*, Harvard Univ. Press, 1959.
- Bunge, M., *Epistemología*, Ariel, 1985.
- Bunge, M., *Filosofía de la física*, Ariel, 1982.
- Bunge, M., *Foundations of Physics*, Springer-Verlag, 1967.
- Bunge, M., *La investigación científica*, Ariel, 1981.
- Bunge, M., *Method, model and matter*, Reidel, 1973.
- Bunge, M., *Teoría y realidad*, Ariel, 1985.
- Cassirer, E., *Substance and function*, Dover (N.Y.), 1953.
- Carnap, R., *The logical structure of the world*, Calif. Univ. Press, 1967.
- Einstein, A., Infeld, L., *La evolución de la física*, Salvat, 1986.
- Geymonat, L., *Historia de la filosofía y de la ciencia*, Crítica, 1985.
- Holton, G., *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*, Reverté, 1976.
- Jevons, W., *The principles of science*, Dover (N.Y.), 1958.
- Kant, I., *Metaphysical foundations of natural science*, ed. J. Ellington (Bobbs, Indianapolis), 1970.
- Kuhn, T.S., *La revolución copernicana*, Ariel, 1982.
- Lakatos, I., *La metodología de programas de investigación científica*, Alianza, 1983.
- Long, A. Sedley, D., *The hellenistic philosophers*, Cam. Univ. Press, 1988.

- Nagel, E., *La estructura de la ciencia*, Paidós, 1981.
- Newton, I., *El sistema del Mundo*, Alianza, 1985.
- Poincaré, H., *La ciencia y la hipótesis*, Espasa-Calpe, 1963.
- Russell, B., *El conocimiento humano*, Planeta, 1993.
- Russell, B., *Ensayos filosóficos*, Alianza, 1991.
- Russell, B., *La perspectiva científica*, Planeta, 1986.
- Russell, B., *Lógica y conocimiento*, Taurus, 1966.
- Russell, B., *Nuestro conocimiento del mundo externo*, Losada (Buenos Aires), 1946.
- Sneed, J., *The logic structure of mathematical physics*, Reidel (Dordrecht), 1971.
- Westfall, R., *La construcción de la ciencia moderna*, Labor, 1980.