

## Capítulo 6

# El método científico

Una vez vistas las cuestiones terminológicas previas, y las reducciones necesarias para poder desarrollar el conocimiento científico, examinaremos en este capítulo cómo se elabora este conocimiento, y qué resultado se obtiene. En el capítulo siguiente examinaremos hasta qué punto dicho resultado nos ofrece un conocimiento de la realidad.

### 6.1. Qué es el método científico

El método científico, empleado en las ciencias que parten de evidencias empíricas, es conocido como método científico hipotético-deductivo. Es un método que tiene como objetivo adquirir unos conocimientos que expliquen el mundo material visible, dando una explicación material de su estructura y una explicación o formalización de su funcionamiento y dinamismo.

El método científico deja fuera de su estudio, por definición, tres aspectos de la realidad, que no estudia ni puede estudiar con su procedimiento de trabajo. Concretamente:

1. Deja de lado lo que las cosas son. Así, para desarrollar el estudio científico de un ser vivo, su estructura y funcionamiento, la ciencia no sabe si es perro, gato o elefante; indudablemente, el científico que hace el estudio sí lo sabe, por sentido común; pero la ciencia no se ocupa de eso. Es imposible que la ciencia establezca lo que una cosa es sin salirse automáticamente del método científico.
2. Deja de lado sus tendencias o finalidades naturales. Así, el biólogo puede estudiar el

comportamiento migratorio de las aves, pero su tendencia a emigrar en una determinada época cae fuera de las posibilidades del método científico. Es un hecho previo, evidente, que puede orientar la investigación; pero la tendencia, en cuanto tal, no puede ser estudiada por la ciencia.

3. Deja de lado su actividad intrínseca. Esa es otra cuestión evidente, que la ciencia da por supuesta: los seres tienen actividades diversas, más evidentes y complejas en los vivos. Pero, a la hora de buscar la explicación de dicha actividad, la ciencia se limita a cuantificarla y a ponerla en relación con otras actividades o estructuras; no le interesa qué sea esa actividad en sí misma considerada, ni está en condiciones de dar respuestas sobre ella.

El resultado de la aplicación del método científico a un problema que deseamos estudiar es una hipótesis científica o ley científica (según los casos) que da esa explicación de la estructura y del funcionamiento que busca la ciencia.

### 6.2. El proceso de adquisición de conocimientos científicos.

La adquisición de los conocimientos científicos no es un proceso simple, como las aprehensiones del sentido común. En el caso del sentido común, basta observar para hacerse cargo de la realidad y poseer un conocimiento de ella (por ejemplo, ¡qué amable es fulanita!).

El proceso intelectual que lleva a afirmaciones de tipo general, cuando no son simples observaciones (por ejemplo: *el coche está mal aparcado*), se denomina inducción: a partir de varias observaciones de un fenómeno concreto se llega a una afirmación que las abarca a todas (por ejemplo: *los gatos son muy independientes*; o, dicho de otro modo, *los gatos no tienen instinto gregario, de manada*).

Hay algunas cuestiones científicas también pueden conocerse por inducción, con la simple observación repetida, que permite hacerse cargo de cómo funciona algo y permite dar un porqué de lo que observamos (por ejemplo: la observación de la incubación de los huevos por las aves, su examen antes y el resultado -un polluelo- permite hacerse una idea inicial del desarrollo embrionario).

### 6.2.1. Establecer hipótesis

Otras muchas veces no es así: los fenómenos cuya causa queremos saber no son directamente observables, por su tamaño o su naturaleza (cómo funcionan los enlaces químicos, cómo estalla una supernova).

En esos casos, la elaboración de la ciencia pasa por inventar una posible explicación que case con los hechos observados. La explicación científica es inventada (de *invenio*, encontrar).

Un invento es a la vez un feliz hallazgo y algo que proviene del que inventa: mientras que la constatación de que los seres vivos se nutren sencillamente se observa (apreciación no científica, de sentido común), el metabolismo hidrocarbonado (o cualquier otra cuestión científica) no se ve, se inventa para satisfacer los hechos observados.

Las explicaciones que se inventan son suposiciones o hipótesis científicas (hipótesis = suposición = poner debajo). Nos inventamos algo y tomamos ese invento como punto de apoyo para elaborar la ciencia.

Evidentemente, para poder ser admisibles como punto de partida del trabajo científico, las hipótesis científicas deben reunir una serie de cualidades.

### 6.2.2. Cualidades de las hipótesis científicas

a) Una hipótesis debe ser coherente en sí misma, es decir, no incluir contradicciones internas. De lo contrario es absurda, por no ser ni siquiera pensable.

b) Una hipótesis debe ser coherente con el resto de conocimientos que ya se posee sobre lo que intentamos explicar. Dicho de otro modo: la ciencia avanza sobre lo que ya se ha elaborado, y no parte de cero. Esto supone una serie de problemas que examinaremos luego brevemente<sup>1</sup>.

c) Una hipótesis debe dar razón de los hechos observados, casar con ellos. Si no se aporta una explicación de cuestiones observadas, la hipótesis es superflua, sobra, pues no explica nada.

d) Una hipótesis debe ser lo más sencilla posible. La razón es filosófica: la naturaleza no hace nada en vano, todo lo que vemos tiene su razón de ser. Pero, a la vez, la naturaleza es muy económica en medios. Es muy probable que muchas cuestiones aparentemente complicadas tengan explicaciones sencillas.

Estas condiciones de las hipótesis científicas hacen que éstas deban moverse dentro de un cauce bastante estrecho: no cabe inventarse una explicación que cambie todo el panorama científico de arriba a abajo. Pero esto no quita que la explicación científica sea, en esta fase del método científico, un mero invento del investigador.

Por poner un ejemplo sencillo: después de las observaciones de Mendel sobre las leyes de la herencia (que son los hechos observados), se busca una explicación científica. Como explicación, inventamos la hipótesis de que debe existir algo, que llamamos genes, que se transmite con la reproducción, y que es responsable de que la generación siguiente tenga los caracteres que proceden

<sup>1</sup> Como se puede ver, estas dos primeras cualidades coinciden con dos propiedades de los axiomas matemáticos: no ser contradictorios y ser coherentes con el resto de los axiomas existentes. Esta similitud hizo que, especialmente durante los siglos XVII y XVIII, los científicos pensaran que la respuesta a las preguntas científicas debían ser las matemáticas; tal y como ellos lo decían, las matemáticas era el lenguaje de la naturaleza. Esto no es cierto, pues las matemáticas no se relacionan con la realidad.

de sus padres. Esta hipótesis data de inicios del siglo XX, y tardó bastante en comprobarse, primero de modo general (ese algo está en los núcleos de las células), luego de modo más preciso (los genes son unidades de información compuestas de ADN).

Las hipótesis explicativas de algunas cuestiones científicas pueden ser extraordinariamente complejas y difíciles de entender. Ejemplo: los modelos matemáticos de algunas reacciones químicas o del transporte de membrana. Dicho de otro modo: el nivel de abstracción de algunas explicaciones científicas puede ser muy alto, y no suponer una explicación propiamente dicha de cara al vulgo, que puede pensar que explican una cosa oscura por medio de otra más oscura todavía. Normalmente se entienden mejor hipótesis científicas de tipo mecánico, que permiten meter la imaginación e incluso realizar un dibujo de lo que se intenta explicar. Así, el modelo atómico de Bohr, aunque se encuentra completamente superado (los protones y electrones no son bolitas), es el que se emplea para dibujar átomos actualmente y para hacerlos comprensibles, en primera instancia, a quienes se acercan al conocimiento de la física atómica. Realmente, esos modelos *mecánicos*, que se pueden imaginar muy bien, se complican notablemente con las hipótesis matemáticas anejas (por ejemplo, las ecuaciones de onda).

Por esta razón, aunque puede ser difícil en muchas ocasiones, resulta conveniente desterrar la imaginación a la hora de pensar en una nueva hipótesis o a la hora de estudiar una hipótesis dada por otro autor, pues con la imaginación se tiende a pensar todo de modo material y mecánico, dejando de lado las precisiones abstractas que completan la hipótesis científica.

### 6.2.3. Modos de obtener una hipótesis

Aunque han corrido ríos de tinta para explicar cómo se elaboran las hipótesis científicas, y en qué consiste la cualidad del científico que aporta las hipótesis geniales, mencionaremos sucintamente tres vías: la inducción, el razonamiento y la serendipia.

#### 6.2.3.1. Inducción

Como hemos mencionado al comienzo de este apartado, algunas hipótesis científicas son casi tan evidentes como la observación que intentan explicar, o se ocurren con facilidad sólo con unas pocas observaciones. Se suele decir que este modo de obtención de las hipótesis es por inducción a partir de los hechos observados.

De todos modos, por muy inmediato que pueda parecer un modelo explicativo inducido, su elaboración no es una operación automática de la inteligencia, sino que en la inducción interviene también todo el bagaje anterior del investigador: otras observaciones previas, las interpretaciones científicas que solemos admitir para otros fenómenos, etc. Esto hace que la inducción de un modelo explicativo sea algo que depende del ambiente cultural o científico en el que se desarrolla; por ejemplo, es imposible que a un físico actual se le ocurran las explicaciones de la mecánica newtoniana sobre los movimientos de los cuerpos una vez que ha estudiado otras explicaciones físicas mucho más avanzadas, de las que las leyes de Newton son solamente un caso particular.

#### 6.2.3.2. Razonamiento

En cuanto se intenta elaborar una hipótesis de algo no muy evidente, la cuestión no suele ser tan sencilla o inmediata como en la inducción y exige un razonamiento elaborado. De hecho, suele ser necesaria la experiencia y los conocimientos de alguien muy versado en ese campo de la ciencia para poder formular una hipótesis medianamente coherente, pues es necesario que la hipótesis inventada sea coherente con el resto de hipótesis aceptadas que existen en esa ciencia. Sin un conocimiento profundo de dicha ciencia, sería muy fácil plantear hipótesis que no tuvieran en cuenta hechos bien conocidos o hipótesis ya comprobadas hace tiempo. Es necesario, por tanto, tener hábito como científico y razonar con profundidad antes de poder plantearla.

En el planteamiento de hipótesis influye decisivamente la experiencia y familiaridad que tenga ese científico con el tema de estudio: a un estudio-

so con experiencia le es mucho más fácil establecer una línea de trabajo basada en una hipótesis hallada de esta manera que a un novel en la materia. Para el experto, resulta casi natural e intuitivo en muchas ocasiones descubrir o inventar ese modelo explicativo. De ahí que sea hasta cierto punto artificioso decir que dichos modelos se descubren, bien por inducción, bien por reflexión: en todo descubrimiento de una hipótesis están presentes los dos factores en mayor o menor medida.

### 6.2.3.3. Serendipia

Por último, además de la inducción y el razonamiento, ha habido en ciencia muchos descubrimientos casuales, con la consiguiente elaboración de hipótesis explicativas a posteriori. Estos descubrimientos, que parece que se saltan el procedimiento normal de elaborar una hipótesis para luego intentar comprobarla, se suelen decir que se dan por *serendipity* o serendipia, palabra que se deriva de un cuento titulado “Los tres hijos del rey Serendip”, en que los tres príncipes deben llevar a cabo una serie de empresas, y conforme las van haciendo se encuentran con cosas que nunca habían sospechado, mucho mejores que las que tenían entre manos.

De todos modos, hay que hacer notar que, del conjunto de las observaciones de la naturaleza, hay muchas cuestiones para las que ni siquiera se posee una hipótesis medianamente válida. La ciencia, sin esa hipótesis de partida, simplemente declara su ignorancia total al respecto, pues, sin hipótesis científicas de partida, el edificio de la ciencia no tiene dónde apoyarse.

### 6.2.4. Comprobación de las hipótesis

Una vez establecida una hipótesis científica válida, hay que intentar comprobarla. Para ello, se diseñan experimentos o se plantean observaciones que pongan de manifiesto lo que se suponía que era la explicación de lo que habíamos observado inicialmente.

Es lo que hemos mencionado en el ejemplo del apartado 6.2.2: para comprobar la hipótesis de los genes como explicación de la herencia de los ca-

racteres que se observan en un ser vivo, durante bastantes años se han planteado experimentos y observaciones de tipo citológico y bioquímico, que han permitido descubrir el ADN como componente del núcleo celular y deducir que contiene información que se transmite a la descendencia con unas reglas concretas de funcionamiento, que casan con las observaciones de Mendel y las explican. La hipótesis o suposición de los genes como portadores de los caracteres hereditarios está comprobada por medio de dichos estudios.

De todos modos, la comprobación de las hipótesis científicas no suele ser una cuestión fácil, y pueden ser necesarios muchos experimentos y observaciones antes de dar por válida o comprobada una hipótesis. Es mucho más frecuente que las hipótesis estén durante mucho tiempo a medio comprobar, o sin comprobar en absoluto, aunque se admitan para el trabajo diario porque no tienen datos en contra.

## 6.3. Resultado de la ciencia: modelos

Hemos examinado en este capítulo el complejo proceso de elaboración de la ciencia que sigue el método hipotético-deductivo: acotar una parte de la realidad, olvidarnos de la reflexión filosófica, centrarnos sólo en un modo de observar esa parte de la realidad, inventar una posible explicación para su estructura material y funcionamiento y, finalmente, con suerte, comprobar dicha hipótesis, que queda convertida en ley científica.

Tanto las hipótesis no comprobadas pero normalmente admitidas como las comprobadas forman parte del cuerpo de la ciencia: son las explicaciones científicas que buscábamos. Esas explicaciones científicas, que constituyen el cuerpo de una determinada ciencia, no son una descripción de la realidad. Son solamente un modelo explicativo inventado.

Dicho de otro modo: el resultado de la elaboración de nuevos conocimientos científicos por medio de la invención de hipótesis y de su comprobación posterior es una explicación del tipo *esto es como si*. La explicación científica no agota

la realidad, sino que establece un modelo, cuyo funcionamiento da explicación de algunos hechos observados (que no son ni serán nunca todos los fenómenos que existen).

Es importantísimo que el científico sea siempre consciente de que sus explicaciones son sólo modelos, que la realidad “*es como si ...*”. El hecho de que dichos modelos casen, en ciertos aspectos, con algunas observaciones de la realidad, no debe hacerle olvidar que la realidad es más amplia, y que la ciencia no es más que una penosa y difícil aproximación a algunos aspectos parciales de ella.