

Parte I

La ciencia y su método

Introducción

Cuando hablamos de ciencia, o de los científicos, en primera instancia se piensa siempre en una actividad, más o menos complicada, cuyo objetivo es conocer la realidad que nos rodea. Esta primera apreciación, muy común, tiene su parte de verdad aunque, como veremos más adelante, es incompleta. Es decir, la ciencia incluye, efectivamente, una buena parte de conocimiento, pero la ciencia no es exclusivamente conocimiento. Por tanto, una primera aproximación a la ciencia consiste en examinar ese aspecto de conocimiento que incluye, es decir, examinar en detalle el conocimiento científico.

Con objeto de conocer en qué consiste el conocimiento científico, deberemos examinar previamente en qué consiste el conocimiento humano, considerado en general, y las cualidades que posee. Posteriormente, podremos pasar a examinar ese modo de conocimiento especializado que denominamos conocimiento científico, los diversos tipos de ciencias que hay y sus métodos. Nos centraremos a continuación en el método científico hipotético deductivo, que debe emplear la biología, para examinar su capacidad de conocer y el alcance de las afirmaciones que proporciona.

Una vez visto este método en detalle, examinaremos las visiones contemporáneas que, por no comprender adecuadamente el método científico, desvirtúan la empresa científica. Esto nos dará pie a hacer algunas observaciones filosóficas sobre la ciencia, que la ciencia misma no está en condiciones de efectuar sin ayuda de la reflexión filosófica.

Al hilo de estas consideraciones, haremos las reflexiones éticas o deontológicas pertinentes que orienten la conducta profesional en lo que se refiere al trabajo de adquisición de conocimiento y en su divulgación. Esto nos situará en condiciones de pasar al estudio de la actividad del científico como técnico que actúa en la sociedad, que será

objeto de la parte siguiente.

Capítulo 2

Prolegómenos

En el presente capítulo, analizaremos el conocimiento en general: en qué consiste el conocer humano, las cualidades que pueden tener las afirmaciones que hace el hombre (si son verdaderas o falsa, seguras o inseguras), así como la responsabilidad ética que aparece ya en algo tan aparentemente elemental como es el mero conocer. Por último, haremos una división de los distintos tipos de conocimiento humanos y de ciencias que el hombre puede elaborar, para ir las desarrollando en los capítulos siguientes.

2.1. El conocimiento humano

El hombre apetece naturalmente saber. Esto es algo que se descubre observando la conducta humana y que afirmaron los filósofos de la antigüedad (Aristóteles, s. IV a.C.). En efecto, es patente que el hombre es curioso, y efectúa muchas de sus acciones con el fin de conocer. Y que experimenta un placer peculiar en el conocer, especialmente claro cuando el conocimiento se refiere a cosas percibidas con el sentido de la vista.

Sin embargo, el hombre experimenta una curiosidad por saber peculiar y distinta de la de los demás animales. Concretamente, además de curiosidad por experimentar con sus sentidos (ver, tocar, etc.), tiene curiosidad por saber qué son las cosas, por conocer su *qué son*, su especie o esencia; y su *porqué*, su causa; curiosidad intelectual, en una palabra. Esta curiosidad es especialmente manifiesta a ciertas edades de la infancia en que los niños no cesan de preguntar el nombre de cada objeto o el porqué de cada cosa.

Esta curiosidad por esos dos aspectos (*qué es* y *porqué*) no está presente en los animales. Son característicos del conocimiento intelectual, propio y exclusivo del hombre. Este conocimiento puede referirse a aspectos de la realidad que se pueden captar por los sentidos (como *rojo* o *rugoso*), aspectos que se pueden sentir y, a la vez, entender (así, una cosa es ver el color rojo de una rosa -sentir- y otra cosa distinta es saber que esa rosa es roja -conocimiento intelectual-); pero, sobre todo, la curiosidad por el *qué es* y el *porqué* se refiere a aspectos exclusivamente inteligibles o pensables de la realidad. Así, al ver una rosa roja por primera vez, al interrogar *¿qué es?*, un niño no pregunta por el color sino por su modo de ser, por el *qué es*, por lo que nos comunica la palabra *rosa*. Normalmente ambos conocimientos van juntos cuando percibimos una rosa roja, pero seguimos sabiendo lo que es el rojo y lo que es una rosa cuando ya no estamos viendo la rosa roja: saber lo que es el rojo no es imaginar una imagen roja, sino un saber que no necesita una imagen coloreada, del mismo modo que saber lo que es una rosa tampoco necesita ninguna imagen de ningún color en la imaginación.

Se observa otra diferencia clara entre el conocimiento sensible y el inteligible al examinar el tipo de lenguaje que los expresa. Las sensaciones que experimentamos provocan a lo sumo algunas manifestaciones estereotipadas; en los animales esto es aún más claro, pues manifiestan con un lenguaje de sonidos o signos bastante reducido sus reacciones ante lo que sienten o sus estados de ánimo (alegría, ira, etc.). Los conocimientos intelectuales, por el contrario, se expresan con las

palabras del lenguaje humano, que significa primariamente conocimientos intelectuales (incluso cuando éstos se refieren a objetos que se pueden sentir). Para clarificar algo más la cuestión puede servir el siguiente ejemplo: un ciego puede hacerse cargo hasta cierto punto de lo que es la luz y el color gracias a nuestras descripciones, y puede hablar de ellos porque los ha entendido; sin embargo, no ha experimentado nunca la visión de la luz y del color: su conocimiento no ha sido nunca sensación.

El conocimiento intelectual nos permite saber lo que son las cosas, es decir, su modo de ser o esencia. Esto se refiere tanto a la especie (como *gato*, *perro*, etc.), como a sus cualidades o propiedades materiales (por ejemplo, sé que eso es rojo, que está ahí o allá). El conocimiento sensible sólo permite sentir las cualidades; así, se puede sentir que esto aprieta aquí, ver su color, etc.; pero este conocimiento no permite un conocimiento abstracto o intelectual sobre ellas. Por esta razón, los animales no expresan en su lenguaje el modo de ser de las cosas, sino sólo sus impresiones de agrado o desagrado, miedo, etc.

2.2. Conocimiento y ciencia

Como hemos mencionado, el hombre no sólo desea conocer intelectualmente, sino que pretende también saber los porqués de lo que conoce, obtener explicaciones de las cosas más evidentes a partir de otras menos evidentes, que supone que están ahí, ocultas, y que dan razón de la realidad que observa. Busca, con esa pregunta, las causas y principios de la realidad. Esta búsqueda se debe a que el hombre posee una naturaleza inteligente, capaz de conocer la esencia de las cosas; la curiosidad innata en todo ser capaz de conocer se manifiesta en el hombre en su preguntarse los porqué de las cosas que ya ha llegado a conocer. Esta pregunta por el porqué no sería factible si la única capacidad de conocer del hombre fuera la de sentir. La elaboración de la ciencia comienza por esta pregunta por el porqué de las cosas.

La ciencia es, precisamente, la respuesta a la pregunta *porqué* que mencionábamos anterior-

mente. Es decir, la ciencia es un conocimiento intelectual que se refiere a unas realidades que, normalmente, no son directamente evidentes, pero que son la causa o la explicación de las que se captan en la percepción intelectual ordinaria.

Sólo el hombre elabora ciencia, y los animales, incapaces de hacerse preguntas intelectuales sobre la realidad, sólo pueden acumular experiencia y usarla hábilmente. Para esto, deben de poseer memoria, que les permita recordar situaciones anteriores, e imaginación, que les permita inventarse posibilidades combinando experiencias anteriores. Estas capacidades están presentes en bastantes especies animales; aunque están muy difundidas entre los mamíferos, también se encuentran, por ejemplo, algunos insectos con memoria bastante desarrollada¹.

De algún modo, el hombre no se conforma con la mera experiencia y el uso que puede dar a las cosas, basado en el recuerdo y en la imaginación. Preguntarse más sobre la realidad, sin plantearse en ello un objetivo práctico, es algo que va unido a toda vida humana que sea verdaderamente tal², y que se deriva de la naturaleza inteligente del ser humano.

Pero como dicha pregunta por el porqué de las cosas parte del conocimiento intelectual, y termina también en un conocimiento intelectual (la res-

¹Es relativamente frecuente que no se consideren adecuadamente las capacidades cognoscitivas de los animales; es frecuente observar desde posturas que los consideran casi como cosas inanimadas, carentes de sensibilidad desarrollada, memoria, imaginación o afectos, hasta posturas que los consideran prácticamente humanos, sin encontrar elementos diferenciales entre el hombre y otros animales, normalmente por degradación de la capacidad cognoscitiva del hombre a la meramente animal, más que por aceptación de una capacidad intelectual en los animales.

²Con relativa frecuencia se acusa a la ciencia occidental de una especie de "imperialismo cultural", que se impone a otras culturas que no tenían desarrollos científicos (en realidad, a todas las que no se derivan de la cultura griega clásica, que ha sido la única que desarrolló la idea de ciencia). Aunque veremos esta cuestión con cierto detalle más adelante, podemos afirmar por ahora que, si el preguntarse los porqués de las cosas es una actividad propiamente humana, las civilizaciones que no han desarrollado ciencia no han alcanzado un nivel de desarrollo humano adecuado; la llegada de la ciencia supondría para ellos, por tanto, un enriquecimiento, no un aplastamiento de sus peculiaridades culturales.

puesta a ese porqué, la ciencia), es necesario que clarifiquemos a continuación algunas cualidades de todo conocimiento humano.

2.3. Verdad, certeza, duda y opinión

Del conocimiento humano podemos decir que es verdadero o falso. Un conocimiento es verdadero cuando su contenido se corresponde con la realidad. Así, si pienso (y afirmo consecuentemente) que hay un coche aparcado a la puerta de mi casa, el criterio para determinar si el conocimiento es verdadero es la realidad del coche aparcado a la puerta. Con otras palabras, la verdad es la adecuación o correspondencia entre el entendimiento y la realidad. Así, si yo pienso que la tierra es redonda, como en la realidad lo es, mi pensamiento o conocimiento es verdadero. No lo sería si pensara que la tierra es plana.

Esta división en verdadero y falso se aplica solamente al conocimiento intelectual. Propiamente hablando, no hay sensaciones falsas. Así, el daltónico no ve falsedades, sino que ve la realidad, aunque de un modo distinto a como la aprecia alguien que puede ver todos los colores. Pero su sensación se corresponde siempre con la realidad, sin fisuras. El conocimiento intelectual, sin embargo, como no es tan inmediato como la sensación, puede engañarse acerca de la realidad, y puede ser verdadero o falso. En efecto, influyen en él múltiples factores, como las ideas previamente existentes sobre la realidad o los hábitos intelectuales y morales; estos factores, sin embargo, no pueden alterar la sensación.

De los conocimientos humanos se puede decir también que son ciertos. En castellano, con el término *certeza*, podemos querer decir dos cosas distintas.

1. Que nuestro conocimiento es verdadero; cuando se emplea en este sentido, decir que algo es cierto equivale a decir que algo es verdad.
2. Que estamos seguros de que nuestro conocimiento es verdadero. Así, al afirmar que algo

es cierto, lo que estamos queriendo decir es que estamos muy seguros de que es verdadero. Más que decir que la realidad es así (o sea, que lo que decimos es verdad) estamos queriendo decir que nuestro estado subjetivo con respecto a ese conocimiento es de gran seguridad en que es verdadero: nuestra adhesión a ese conocimiento es grande. Este es el significado más propio de la palabra *certeza*. Como es evidente, la certeza que tengamos acerca de la verdad de un conocimiento no implica que éste sea realmente verdadero. Podemos estar muy seguros (por las razones que sea) de algo falso y de algo verdadero, o podemos tener muy poca seguridad de algo verdadero o de algo falso.

Cuando no existe certeza sobre la verdad de nuestro conocimiento, existe otro estado de la mente que denominamos *duda*. En este estado, se poseen datos que hacen pensar de un determinado modo y datos que contrarrestan en mayor o menor medida lo que hacen suponer los datos anteriores: hay datos tanto a favor como en contra de lo que sabemos. Es lo que se llama *duda positiva*, es decir, tenemos razones positivas para desconfiar de que lo que sabemos sea verdad.

También puede plantearse un estado psicológico de duda, sin que existan razones positivas que nos hagan dudar. Es la llamada *duda negativa*. Es una duda que todos hemos experimentado alguna vez, por ejemplo, cuando, sin razón aparente, nos planteamos, ya acostados, si habremos cerrado la llave del gas o apagado la luz de otra habitación. Si la rutina de acostarnos ha seguido los pasos habituales, no existen razones positivas para dicha duda, y debemos desecharla como infundada. A veces este tipo de duda, más que duda propiamente dicha, es una manifestación psicológica de una personalidad insegura: son dudas irreales, cuya solución no reside en asegurarse de todos los pormenores de algo para conseguir estar seguros; su solución no es una cuestión racional o intelectual, sino psicológica.

Cuando expresamos un conocimiento del que tenemos certeza, del que estamos seguros, lo hacemos generalmente con una afirmación, sin más.

Sin embargo, sería incorrecto expresar del mismo modo un conocimiento dudoso, pues daría a entender que estamos seguros de algo sobre lo que, en realidad, albergamos dudas. Para expresar correctamente un pensamiento dudoso (que, como vimos, puede ser tanto verdadero como falso), expresamos nuestras ideas como una *opinión*, es decir, algo que nos parece que puede ser así, pero que no tenemos completamente claro que sea efectivamente así.

El hombre también se comunica adecuadamente expresando una *opinión* al discurrir posibles modos distintos de actuar ante un problema concreto. Así, si estamos intentando conocer una determinada cuestión, podemos plantear un experimento concreto de laboratorio como camino para averiguar la solución, mientras que otro científico puede plantear otro distinto. Antes de realizarlos, podemos no estar en condiciones de saber cuál será el medio más adecuado para conseguir el objetivo que pretendemos. Por tanto, al plantear dicho medio como camino práctico de actuación, lo correcto será plantearlo como nuestra opinión de cómo alcanzar el objetivo que se pretende. Para llegar a plantear el experimento del mejor modo posible, lo razonable será contrastar las diversas opiniones existentes sobre el asunto, para adoptar la que más posibilidades parezca tener, una vez analizadas las distintas opiniones al respecto.

Algo parecido sucede con la opinión que expresa un conocimiento dudoso: aunque una persona en particular pueda albergar razones para dudar de la verdad de lo que conoce, mediante el diálogo puede contrastar las razones que le hacen pensar que es verdadero o falso con las que tienen otras personas sobre la misma cuestión. Aunque este diálogo no garantiza el éxito, es muy probable que con este contraste de opiniones se consiga dejar sentada alguna afirmación claramente verdadera.

El diálogo se muestra así algo fundamental tanto para orientar la actuación práctica, como para alcanzar la verdad. Y la duda constituye, de este modo, un procedimiento para acercarse a la verdad: un conocimiento dudoso contiene siempre elementos aprovechables, que hay que depurar con ayuda del diálogo y del razonamiento. Es

un error pensar que, si tenemos dudas, en el fondo es como si no supiéramos nada; si tenemos dudas, sabemos cosas, incluso muchas cosas, pero no con total seguridad, y eso es algo muy distinto a no saber nada.

En el conocimiento normal hay una mezcla de verdades, opiniones y dudas, certezas e inseguridades. En el conocimiento científico, también, aunque veremos esto con más detalle al hablar del método científico: en ciencia no todo son verdades seguras y certezas.

2.4. Responsabilidad cultural del conocimiento

Lo que conoce un hombre tiene repercusiones en su vida. Podríamos, aunque sea esquemáticamente, distinguir dos tipos de conocimientos humanos: verdades cuyo conocimiento implica personalmente y otras que, por el contrario, no poseen esta cualidad. Así, el conocimiento del amor que me profesan mis padres, me implica y me mueve a una correspondencia adecuada. Sin embargo, el conocimiento de que la sal común está compuesta de cloro y sodio carece de repercusiones del mismo grado de relevancia, al menos en principio (quizá algún hipertenso sí deba tener este factor en cuenta a la hora de sazonar sus comidas). De todos modos, aunque tenga alguna repercusión, ésta es indirecta y más lejana.

El conocimiento ordinario suele proporcionar abundantes saberes del primer tipo (de los que implican más a la persona), mientras que el conocimiento científico suele proporcionar más del segundo tipo (de los que no implican la vida humana de modo directo).

El problema de la comunicación del conocimiento científico reside en que, normalmente, al expresar nuestros conocimientos, no hacemos distinciones entre los que poseemos por conocimiento ordinario y los que poseemos por haberlos incorporado mediante el estudio con el método científico. Este modo de comportarse es lógico, si se tiene en cuenta que ambos son, al fin y al cabo, conocimientos intelectuales que se expresan por el lenguaje.

Sin embargo, aunque nosotros podemos tener claro lo que sabemos por sentido común y lo que sabemos por averiguaciones del método científico, el oyente no lo interpreta así, pues es opinión común en nuestra sociedad que el conocimiento científico es el más sólido que se puede obtener (analizaremos en los temas siguientes este asunto con más detalle). Por esta razón, una afirmación realizada por un científico (*Fulano ha dicho dicho que ...*) suele ser acogida como de mucho más valor que la expresada por una persona cualquiera, aunque no se trate de una cuestión científica, sino de una mera opinión personal.

Este fenómeno produce un sesgo social a favor de las ideas vertidas por los científicos. Ser conscientes de dicho sesgo debe llevar a todo científico a cuidar unas normas de prudencia para evitarlo. Así, deberá distinguir claramente lo que es una opinión más o menos admitida por los científicos de lo que son verdades probadas sin lugar a dudas. Deberá saber deslindar en sus declaraciones lo que pertenece al campo de la ciencia y lo que pertenece al campo de la opinión o interpretación personal, en el que el científico no está ni más ni menos cualificado que cualquier otra persona. Deberá medir sus expresiones, de modo que estén siempre ponderadas y matizadas, de modo que no den lugar a malentendidos entre los oyentes o lectores (aunque evitarlos completamente no resulta posible). A este respecto, para entender lo que quiero decir, basta recordar anécdotas lamentables sobre declaraciones de científicos sobre problemas como el hambre en el mundo (las hambrunas generalizadas predichas en los años 60 para los años 80 en los países occidentales) o la hecatombe ecológica hacia la que íbamos, también preanunciada por esas fechas (que hay problemas ecológicos es evidente, pero no son una hecatombe).

En suma, toda declaración pública de un científico deberá estar muy matizada para ser correcta. Hablar sin matizar no es un mero error en la difusión de unos datos, sino que puede tener repercusiones serias para la vida de los demás seres humanos. Esto es así especialmente si, como vimos, dicha difusión incluye ideas personales, no relacionadas con la ciencia que, al pasar como cien-

tíficas, no son sometidas al filtro crítico al que es sometida toda opinión antes de ser aceptada.

Esta responsabilidad es especialmente delicada en el caso de la docencia o la divulgación. En dichos casos, los oyentes no poseen todavía sentido crítico suficiente como para filtrar las afirmaciones que oyen, que corren el riesgo de ser aceptadas al pie de la letra. Esto puede ser así aunque la afirmación se haya pronunciado como un recurso literario, exagerado para aumentar su impacto, pensando en que el oyente aplicará un coeficiente de reducción.

En otras ocasiones, el problema de la comunicación reside en una falta de cultura del científico, que expresa opiniones que rayan en lo absurdo, vestidas con un ropaje de artículo científico. Es conocido a este respecto el artículo publicado en *Nature* en 1995 en que se afirmaba que la vida humana no comenzaba en ningún momento, que todo era un continuo biológico desde el comienzo de la vida en el planeta hace 3.500 millones de años. Ni que decir tiene que la argumentación de las cartas que contestaron dicho artículo fue demoleadora.

Cuando se afirma algo ante el público, se producen muchos efectos en el oyente, de los que somos responsables. Muchas veces se menciona la responsabilidad en el caso de acciones que dañan físicamente a los demás, y no se menciona la responsabilidad moral en la deformación intelectual de quien nos escucha. Esta segunda responsabilidad es, sin duda, mucho mayor que la primera.

La responsabilidad cultural del conocimiento y su comunicación tiene vigencia, no sólo en la divulgación y la enseñanza, sino también en la publicación normal de los artículos científicos. Habitualmente se piensa en la publicación científica como en la comunicación impersonal de datos objetivos, independientes del investigador que los comunica. Sin embargo, en una publicación científica existen, junto con los datos científicos (la explicación de la investigación y la descripción de los resultados), otros elementos aportados por el científico (desde el propio título hasta la discusión de los datos y las conclusiones), que no son meros datos, pues están filtrados por la visión concreta que tenga el autor del trabajo.

En esa interpretación personal juega un gran papel nuestra visión del mundo, que nos hace interpretar los datos de un modo distinto a los demás científicos. Y es esa visión del mundo lo que, a través del artículo científico, influye decisivamente sobre la sociedad que nos rodea. De ahí la importancia de una formación cultural sólida, que nos haga tener una visión de la vida realista, de modo que no introduzcamos sesgos culturales en la comunicación de la información. Muchas veces, la culpable de una comunicación sesgada no es nuestra falta de sabiduría científica, sino nuestra ignorancia en cuestiones de sentido común y de cultura general.

conoce como Ciencias. Esta división podría hacerse de modo más detallado, pero esta división básica basta para el objetivo que perseguimos en estas páginas: clarificar el alcance de las ciencias y su capacidad de comunicarnos la verdad.

2.5. Tipos de ciencias

Hemos hablado de conocimiento científico y de conocimiento espontáneo y cultura general. Si estos tipos de conocimiento son distintos, cabe preguntarse si cabe hablar de distintos tipos de verdad, o si el conocimiento científico proporciona saberes que puedan calificarse de verdad del mismo modo que el conocimiento ordinario (y que su estructuración razonada por medio de la filosofía).

Para poder analizar este extremo, pasaremos a analizar en el capítulo siguiente las características del conocimiento ordinario, para, de ese modo, averiguar el grado de verdad y fiabilidad que se le puede atribuir. Una vez examinado el conocimiento ordinario, estaremos en condiciones de introducirnos en el estudio de esas mismas características en los conocimientos de las ciencias.

Sin embargo, ese estudio no es igual para todas las ciencias, ya que hay bastantes ciencias distintas, cada una con un método peculiar, adecuado a lo que estudia. Por tanto, estudiaremos previamente los métodos que siguen las ciencias, lo que nos permitirá saber el grado de verdad y de certeza que podemos adquirir por medio de cada una de ellas. Dividiremos este análisis de las ciencias en un capítulo dedicado al conocimiento espontáneo y a la filosofía y otro a las disciplinas no filosóficas, en las que incluiremos las matemáticas (o ciencias exactas) y lo que habitualmente se