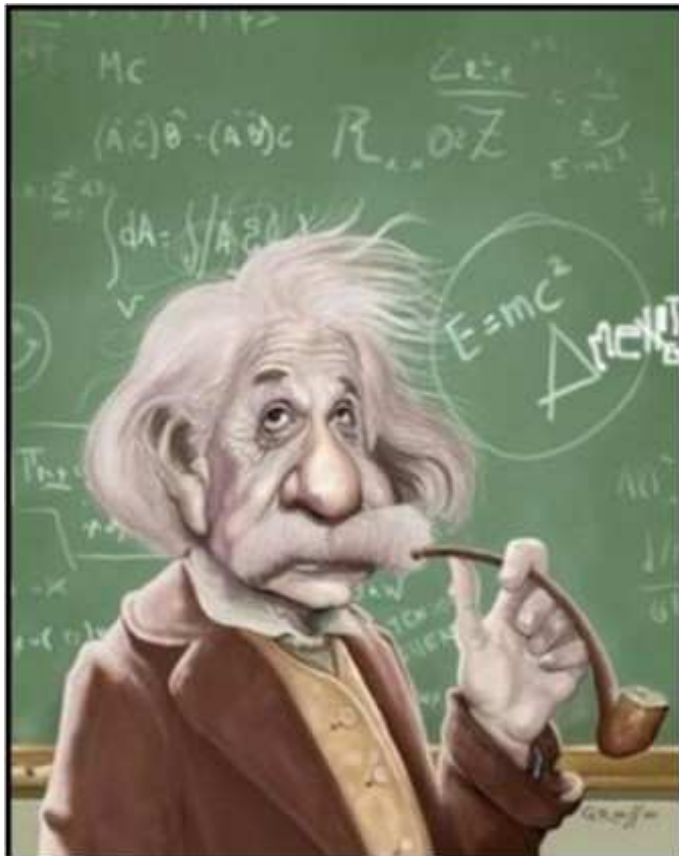


IES "SÉNECA"

HACER CIENCIA... SÍ, PERO ¿CÓMO?



Departamento de Filosofía
Filosofía y Ciudadanía - 1º Bachillerato -

Lectura tema VI

HACER CIENCIA... SÍ PERO ¿CÓMO?

Alejandro Zarco Rodas

Vicente Vilana Taix, Benito Arbaizar Gil y otros: Lecturas para estrenarse en Filosofía de la Ciencia, Editorial Diálogo, Valencia, 2008.

La imagen tradicional de la ciencia

Cuando pensamos en una persona dedicada a la investigación en alguna disciplina científica, ¿qué es lo que nos viene a la cabeza? Probablemente, la imagen de un hombre, blanco, de edad mediana, cabello largo, canoso y desordenado. Muchas veces va vestido con una bata blanca y escribe cosas (ecuaciones) en una pizarra o mezcla sustancias en un laboratorio, mientras busca sus gafas cuando las tiene puestas. Es un sabio que dedica su vida a la búsqueda de la verdad por sí misma, que es lo que más le apasiona. No le importan mucho las cosas que pasen en el mundo, o que se haga famoso y le recompensen con un premio Nobel, mientras él pueda desarrollar sus teorías. Las influencias externas, exceptuando a sus colegas, con los que intercambia opiniones, suelen ser una molestia para él. No necesita nada aparte de, claro está, algo de dinero para vivir y un lugar donde investigar.

Ese científico, según la imagen que todos hemos aprendido, es imparcial, neutral, objetivo: no se compromete con nada excepto con la verdad, con cómo son en realidad las cosas, independientemente de sus deseos (o de los nuestros). No toma partido por una postura o por otra, a menos que tenga bastantes argumentos científicos para decidirse, y está siempre dispuesto a abandonar sus teorías si se le muestran argumentos en contra de ellas. Sus herramientas son la lógica y la experimentación. Combina entre sí unos símbolos bastante complicados a los que traduce los fenómenos que observa y las ideas que se le ocurren sobre ellos. Va acumulando descubrimientos, hechos, teorías haciendo que su ciencia sea cada vez más extensa y completa. ¿Existen o han existido alguna vez científicos como el descrito? Seguramente. La historia de la ciencia nos proporciona varios ejemplos de científicos que responden a esa descripción. Claro que la historia de la ciencia, en estos casos, nos puede haber transmitido una imagen algo exagerada de sus héroes. «Gigantes del pensamiento científico», como Isaac Newton o Albert Einstein no se han distinguido, precisamente, por reunir todas las virtudes morales. Por otro lado, tal vez muchos científicos no hayan buscado recompensas materiales, como el dinero, pero la ambición y la competitividad para obtener el reconocimiento de la comunidad científica han sido la norma, y no la excepción.

La cuestión, de cualquier modo, no es si los científicos tienen que ser buenas personas para poder ser buenos científicos. Lo que hay que averiguar es si la actividad científica ha sido, es, o tiene que ser, una actividad, que responde a las siguientes características:

- esencialmente teórica, en el sentido de representar la realidad mediante teorías;
- de búsqueda del conocimiento por sí mismo, sin pensar en sus aplicaciones;- desinteresada, neutral e imparcial;

- objetiva, que nos revela la verdad de un mundo ordenado, siempre verificable;- que nos proporciona explicaciones cada vez más profundas del mundo (incluidos nosotros mismos) y
- predicciones cada vez más exactas sobre lo que va a suceder. Trataremos de ir respondiendo a estas importantes cuestiones en lo que sigue.

Pero antes tenemos que completar nuestra visión de la ciencia, tal y como tradicionalmente se presenta.

El Método científico

La ciencia, hemos dicho, es una actividad. Siempre se ha pensado que es parecida a la de contemplar algo, sólo que de la manera que permite percibir las cosas mejor que de ordinario y sin posibilidad de engañarnos. En esto se parece a la tarea de la Filosofía, lo cual no es raro porque durante mucho tiempo -aunque ahora parezca extraño- no se distinguían una de otra. Pero lo importante es el resultado de dicho mirar, un resultado que se escribe en un lenguaje especialmente creado para superar los defectos del lenguaje que usamos todos los días. Ese lenguaje más simple, preciso y claro, constaría de unos símbolos especiales como los de la matemática o los de la química. El lenguaje de la ciencia ha permitido formular los resultados a los que han llegado los científicos a lo largo de la historia, de manera que es posible registrar un conjunto enorme de conocimientos, un tesoro que todo el mundo puede disfrutar, compartir y emplear.

Pero, ¿podemos alcanzar esos resultados simplemente mirando a nuestro alrededor y anotando cuidadosamente la totalidad de lo que vemos? ¡Hay tantas cosas que saltan a la vista! No terminaríamos nunca de escribirlas y, además, muchas de ellas pueden no tener ninguna importancia para nuestra investigación. Quizá las más importantes serían las cosas en las que no nos habíamos fijado. Así pues, se hacen necesarias unas instrucciones, un método, que nos guíe durante ese camino, ese proceso, que es una investigación científica. Veamos los pasos de dicho método.

Para empezar habrá que definir de modo preciso el problema que queremos resolver, de modo que nuestra observación sea eficiente desde el comienzo y podamos reunir los datos necesarios y pertinentes para llevar a cabo nuestra tarea. Por ejemplo: ¿Cuál fue la causa de la extinción masiva de los dinosaurios hace millones de años, en el llamado periodo Cretácico? Este sería el problema que el científico pretende resolver. Frente a esta cuestión se formularían diversas posibles respuestas: la evolución de los mamíferos desplazó a estos animales; la evolución de las plantas venenosas; los cambios en la órbita del sol y el consiguiente enfriamiento del planeta, etc. ¿Cuál de todas está en lo verdadero? En 1980 Luis Álvarez, un físico de California, afirmó que la extinción se había debido a una catástrofe natural. La única *evidencia* de que disponía, la que le había llevado a su hipótesis, fue el hallazgo de iridio -un elemento raro en la Tierra- en cantidades elevadas en los estratos geológicos de la época de la extinción. Al ser los valores de iridio muy similares a los de los meteoritos, Álvarez supuso que los habría traído un gran meteorito que habría provocado la extinción. Esa fue la hipótesis que lanzó para resolver el problema. Se trataba, como toda hipótesis, de una idea previa y todavía sin demostrar. Pero, también como la mayoría de las hipótesis, se trataba de una explicación que no podía confirmarse directamente (no se puede,

evidentemente, observar en vivo la causa de la extinción). Había, pues, que deducir consecuencias de la hipótesis, las cuales sí pudieran ser observadas. Así, si la extinción la había causado el impacto de un gran meteorito sobre la Tierra (hipótesis), entonces sería posible encontrar la huella de tal impacto en algún lugar (consecuencia deducida de la hipótesis).

Con la cantidad de tiempo pasado, la tarea no resultaría fácil. Sin embargo la búsqueda dio sus frutos y el cráter producido por la caída del asteroide fue encontrado al norte del Yucatán, en el golfo de México. Se había probado, por observación directa, una de las consecuencias de la hipótesis, con lo que ésta había ganado por el momento. A partir de ese momento habría que deducir otras muchas consecuencias y comprobarlas para una confirmación *casi* definitiva de la hipótesis. Una hipótesis que parecía descabellada, que fue defendida por Álvarez y un pequeño grupo de científicos en contra de la opinión mayoritaria, acabó convirtiéndose en una teoría contrastada que afirma que la gran extinción de finales del Cretácico que acabó con los dinosaurios y otros muchos seres vivos fue -con casi total seguridad- provocada por un enorme asteroide, ¡de unos diez kilómetros de diámetro!, al chocar contra la Tierra.

La anterior es una descripción simplificada de lo que se conoce como **método hipotético-deductivo**. Esquemáticamente, los pasos principales de dicho método son: planteamiento de un problema, invención de una hipótesis o explicación provisional del problema, deducción de las consecuencias de la hipótesis, contrastación empírica de esas consecuencias. Si la contrastación resulta favorable, es decir, confirma la verdad de las consecuencias inferidas de la hipótesis, entonces ésta es dada como válida, aunque de momento de modo provisional. Sólo cuando la hipótesis haya sido confirmada a través de la demostración de sus muchas consecuencias posibles se convierte en una ley o teoría (más adelante afirmaremos más y distinguiremos entre ambos conceptos).

Normalmente las comprobaciones se hacen en laboratorios, mediante experimentos y requieren muchos conocimientos y habilidades. Es un método muy extendido, hasta el punto de que se considera «El método de la ciencia», como si existiera un único método y una única ciencia. Sin embargo, ni es el único método ni todas las ciencias lo emplean. Hay métodos que se centran más en hacer el perfil detallado de un individuo (persona o no), un estudio de un caso. Y hay actividades científicas que consisten en recolectar objetos («muestras» o «especímenes») y tratar de organizarlos, de clasificarlos, en lo que se denomina «taxonomías», algo parecido a cuando se coleccionan minerales.

En todo caso, el método hipotético-deductivo no es tan sencillo como la descripción anterior pueda aparentar. Incluye operaciones muy diferentes tales como la observación, la experimentación, la invención y la deducción. Esta última es muy importante: saber derivar correctamente una proposición -que podemos llamar conclusión- de una o varias proposiciones dadas -premisas-; en esto consiste el razonamiento deductivo (por ejemplo: si hemos establecido que un cuerpo con menor densidad que el agua flota en ella y otro con mayor densidad se hunde, y conocemos la densidad del agua y de un cuerpo concreto, podemos deducir si va o no a flotar. Obtengo una conclusión a partir de unas premisas iniciales).

Existe otro tipo de razonamiento que empleamos mucho diariamente y que, a veces, ha sido considerado el método de las ciencias de la naturaleza. Se trata de observar hechos y, a partir

de ellos, por una especie de generalización, obtener proposiciones universales o leyes. Esas generalizaciones se hacen a partir de los datos recogidos empíricamente en la experiencia. A este procedimiento se le llama **inducción** (por ejemplo: si el primer día que vas al instituto suena la sirena a las diez horas para el recreo, al día siguiente también, y en sucesivos días la oyes a esa misma hora, sueles establecer la afirmación general: “la sirena del instituto suena a las diez”, y esperas que todos los días ocurra). La inducción, no obstante su aparente fiabilidad, tiene un valor científico limitado, pues, por una parte, *no existen hechos puros*; totalmente “objetivos”, ya que todos están interpretados por una teoría previa, y, por otra, la generalización no nos permite afirmar con absoluta seguridad (para ello deberíamos tener confirmados el total de los casos posibles) el valor de una ley científica -no podemos estar completamente seguros de que mañana sonará la sirena- o se dice aquí, que *la inducción no tiene suficiente justificación lógica*.

El ideal de método científico sería llegar a tener lo que se conoce como un «**algoritmo**» para descubrir la verdad en cualquier campo de estudio: un conjunto de instrucciones que, si las siguiéramos al pie de la letra, nos guiarían paso a paso, conduciéndonos al resultado deseado sin posibilidad de extravío o de error. Muchos estudiosos de la ciencia se han esforzado por encontrar una lógica de la investigación científica que mostrara por qué podemos confiar en los resultados de la ciencia, y no en otros tipos de discurso. Sin embargo, ninguna propuesta ha conseguido imponerse por completo. Actualmente se reconoce que por muy bien que se emplee un método, por muchos y muy estrictos que sean los controles establecidos para evitar equivocaciones o incluso fraudes, lo cierto es que la posibilidad de error siempre está presente.

Los científicos están entrenados para seguir unos procedimientos, para emplear unas técnicas, y tienen una idea de en qué consiste una buena investigación en su propio campo.

Pero, en general, no siguen al pie de la letra un único método a fin de que les guíe desde el comienzo hasta el final de la investigación. Un buen científico debe ser en cierto modo un «oportunist»: debe aprovechar lo que tenga a su alcance siempre que pueda ser de utilidad, aunque nadie se lo haya prescrito. Debe estar atento a lo que va surgiendo, a veces inesperadamente, en el curso de la investigación. Muchos descubrimientos importantes se han hecho por azar: los rayos X o la penicilina, sin ir más lejos. Esta estampa de la ciencia quizá no guste tanto, porque parece que los científicos son como «manitas» que se dedican al *bricolage* con las herramientas y los materiales que encuentran, a ensamblar muchos y muy distintos elementos hasta que les queda algo que funciona bien... y de ahí a pensar que puedan hacer también «chapuzas» va un paso. Pues bien, los científicos a veces hacen chapuzas, como las demás personas. Pero un buen profesional es alguien que, normalmente, saca adelante su trabajo de manera satisfactoria, y los científicos son profesionales de la ciencia.

Conocimiento científico y «pseudociencia»

La importancia de los métodos de la ciencia, tanto si es el hipotético-deductivo o algún otro que los científicos empleen, es que parecen garantizar de alguna manera que los conocimientos obtenidos no son meras opiniones, ilusiones o imaginaciones de las personas. Lo que busca la ciencia es poder afirmar que, en general, sus resultados son fiables, que no son

patrañas, invenciones sin ningún fundamento. Por eso se habla mucho del método científico (junto a ciertas normas de comportamiento) como un medio para garantizar la separación entre lo que es y lo que no es ciencia. Decir de algo que es «científico» supone darle un apoyo, un crédito. En nuestra sociedad, a veces, desconfiamos de los resultados de ciertas investigaciones científicas en nuestras vidas, pero no solemos desconfiar de las afirmaciones de los científicos cuando se refieren a su campo de estudio. Piensa, por ejemplo, en los médicos.

Los científicos también critican la astrología o la parapsicología, argumentando que son **pseudo-ciencias**, algo que parece una ciencia, pero que no lo es. Debemos atender a las razones que nos dan para no creer en ciertas cosas, lo cual no quita que reconozcamos que, históricamente, la frontera entre lo que es o no ciencia ha ido variando mucho. Antes, por ejemplo, los astrónomos (especialistas en el estudio del cielo) también eran astrólogos (adivadores del porvenir). Eso ocurría antes de Cristo en Babilonia, Egipto o Grecia, pero también todavía en tiempos bastante recientes: el gran astrónomo Kepler, en el s. XVII, practicaba ambas disciplinas. Hace unos pocos siglos los químicos no existían como tales; en su lugar, había gente que se dedicaba a la alquimia y trataba de convertir el plomo en oro. El mismo Newton dedicó mucho tiempo y esfuerzo a estudios alquímicos. Después se pensó que eso eran extravagancias y que lo que contaba era el trabajo científico de verdad. Pero para aquéllos igual de científica era una cosa que otra. Un último y más reciente ejemplo es la parapsicología, el estudio de los (supuestos) fenómenos de percepción extrasensorial, la telequinesis (mover objetos a distancia) y otras «cosas raras» del estilo. En los años setenta estuvo muy cerca de convertirse en una rama de la psicología, y llegó a ser objeto de investigación en algunas universidades americanas. Al final, la cosa parece que ha ido quedando en nada. La cuestión no es creer en la astrología, la alquimia o la parapsicología, sino darse cuenta de que no es fácil a veces buscar unas condiciones o criterios que se cumplan siempre para distinguir la pseudociencia de la verdadera ciencia.

Los filósofos de la ciencia, tradicionalmente, han intentado realizar esa distinción estableciendo lo que sería una buena puesta a prueba de una hipótesis –o **contrastación**. Durante mucho tiempo se pensó en la **verificación** como forma de contrastación: una hipótesis sería “verdadera” si lo que observamos se corresponde con lo que deducimos de nuestra hipótesis. Pero nunca podemos realizar una verificación completa de todos los casos posibles (recordemos el problema de la inducción). Otra forma de contrastación sugerida ha sido la **falsación**: una hipótesis sería admitida sólo mientras no resulte refutada por los hechos. Lo que se propone es buscar hechos que estén en oposición con las hipótesis y el valor científico de éstas vendría dado por su resistencia a la refutación. Según este punto de vista, una hipótesis que no sea susceptible de ser refutada por ningún hecho que podamos imaginar, no es científica. De otro modo: para considerar una proposición como científica ha de poder ser sometida a contrastación, es decir, que los hechos la puedan confirmar o refutar. Sin embargo, tampoco la falsación está libre de críticas: nunca podemos obtener una verificación definitiva de una teoría (de nuevo el problema de la inducción).

Visto desde otro punto de vista, lo dicho significa que, en principio, uno puede estar razonablemente seguro de qué es una disciplina científica (puede citar varias y no incluir en la lista el ocultismo, por ejemplo), pero la variedad de características que presentan y de

métodos que emplean hace que sea imposible hablar en sentido estricto de «La Ciencia», así, como una única realidad. Hay muchas ciencias, lo que sucede es que desde el punto de vista de su significado y función social sí que podemos agrupadas como si fueran una sola, que es lo que hemos estado haciendo hasta aquí. Es parecido a cuando nos referimos a «La familia», cuando en realidad no existe una única familia, sino una multiplicidad, y ninguna exactamente igual a la otra.

Estructura de la ciencia y cambio científico

Hasta ahora tenemos un simbolismo para registrar nuestros resultados y para manejarlos convenientemente, así como un método para comprobar nuestras hipótesis. ¿Cuál es el resultado concreto de esas comprobaciones qué es lo que va desarrollando la ciencia? Son lo que suelen llamarse **leyes y teorías**. Hay hipótesis sobre cómo se comporta el mundo, o cómo se nos presenta a nosotros, que pueden acabar dando lugar a leyes.

Una, por ejemplo, afirma que, a temperatura constante, la presión de un gas es proporcional al volumen del mismo (la llamada «ley de Boyle»). Otra, que es una ley de la genética, establece que los caracteres hereditarios de un organismo biológico sólo pueden ser modificados por alteraciones del genotipo (dotación genética de un individuo) Y nunca por el aprendizaje.

Antes de convertirse en leyes, antes de expresar relaciones entre fenómenos muy bien establecidas por la experimentación, falsos enunciados (oraciones que pueden ser verdaderas o falsas), y muchísimos otros, eran hipótesis que fueron sometidas exhaustivamente a contrastación. Pero no hay un momento preciso en el que una hipótesis se convierte en ley. Además, leyes que se tenía por definitivas han tenido que ser abandonadas en el curso de la historia de la ciencia. Durante muchos siglos se tuvo la certeza de que la Tierra era el centro del universo y que el sol, los planetas y todas las estrellas giraban a su alrededor. Por otra parte, ¿quién hubiera imaginado que la materia, aquello de lo que todos los cuerpos están hechos, puede aparecer «de la nada» y volver luego a desaparecer? Eso es algo que debiéramos creer, si confiamos en la moderna física cuántica.

Cuando tenemos un conjunto de leyes que se ocupan de un mismo ámbito de fenómenos, decimos que contamos con una **teoría**. Teorías famosas son, por ejemplo, la de la relatividad, ya mencionada, o la de la evolución (que explica el origen y transformación de las formas de vida). Algunas de las teorías se formulan en lenguaje matemático, como las de la física, otras no. Aunque no es exactamente lo mismo, también se podría decir que hemos construido un **modelo** para describir o predecir un conjunto de fenómenos, como cuando se hace un barco a escala y se prueba como si fuera de verdad. Ahora los modelos suelen ser matemáticos y se hacen con ordenador. Lo más importante de las teorías (o de los modelos) es que cubren un conjunto de fenómenos y los relacionan de una manera coherente. Además, la investigación de nuevos problemas cuenta siempre con algunas teorías previas en las que apoyarse, aunque provengan de otras disciplinas o especialidades científicas. Algunas de las teorías nos explican grandes parcelas de la realidad, y se supone que elaborar una buena teoría es el mayor logro al que puede aspirar un científico. Eso es verdad, pero suele preocupar a muy pocos científicos ya que están ocupados en otro tipo de tareas. La mayoría supone que las teorías están bien como están y dedican la mayor parte de su tiempo a usarlas, junto a los distintos métodos científicos que han aprendido, para resolver problemas concretos. Por ejemplo, se basan en las leyes

químicas para fabricar nuevos materiales sintéticos, emplean las recetas de la física de los átomos para diseñar circuitos electrónicos más rápidos o utilizan los conocimientos de la anatomía para reconstruir la forma de un animal del que sólo se conservan unos pocos huesos. Esas no son tareas fáciles, ni mucho menos. Sin embargo no sirven, directamente al menos, para construir nuevas teorías.

La ciencia, más que un gigantesco archivo de conocimientos, es un proceso en marcha, una actividad que siempre se está transformando. La imagen clásica de la ciencia, como hemos sugerido, nos presentaba la dinámica científica básicamente como un proceso de acumulación de leyes y teorías, algunas de las cuales se van descartando, por considerarse incorrectas, para dar paso a las nuevas. Pero la idea sería más bien otra: lo que hacen las nuevas teorías es recoger las anteriores dentro de sí mismas, sin eliminarlas; la nueva teoría explicaría lo mismo que la anterior pero, además, otras cosas y de manera más profunda. Por ejemplo, se dice que la teoría de la relatividad explica, entre otras cosas, lo mismo que las leyes de Newton sobre el movimiento y la gravitación universal, leyes que siguen siendo válidas como un caso especial cuando las velocidades no son muy altas. Esta tesis se cumple casi siempre en la práctica, si de lo único que nos preocupamos es de emplear las teorías como instrumentos para solucionar problemas. Las leyes de Newton se siguen utilizando para enviar los cohetes a explorar otros satélites y planetas. Pero las leyes y teorías no son sólo instrumentos para resolver problemas. Cada una de ellas parte de unos supuestos y llega a unas consecuencias a veces radicalmente distintas a sus predecesoras. La imagen del universo que nos dan las actuales teorías físicas y cosmológicas apenas tiene nada que ver con las anteriores, que aún compartían ciertas ideas con el sentido común.

Reconociendo la importancia del cambio de teorías, actualmente se presta más atención a otros cambios que también tienen lugar en la ciencia. Se observa, sobre todo, que los instrumentos y las técnicas se van perfeccionando continuamente, y que surgen otros nuevos cada vez más complejos y especializados. La ciencia actual es en gran parte una ciencia del hacer, del intervenir en el mundo. La **experimentación**, tan importante en la mayoría de las ramas de la ciencia, nos permite esa intervención. Consiste en interrogar al mundo, actuando sobre él, controlando todas las circunstancias para que nos dé una «respuesta» clara a nuestras preguntas. Pero dicha respuesta consiste muchas veces no en algo que ya existía antes del experimento, sino en la producción de nuevas cosas que antes no existían, de nuevos efectos y técnicas para resolver problemas concretos, unos de tipo altamente teórico, como en ciertas ramas de la matemática y de la física, y otros muy prácticos, como el sistema de alumbrado de una ciudad.

Los límites de la ciencia

¿Puede la ciencia saber absolutamente todo sobre todas las cosas? ¿Está en disposición de conseguir cualquier resultado práctico que se proponga? ¿Pueden los científicos hacer lo que quieran en sus investigaciones? Son preguntas distintas, pero juntas marcan lo que a veces se ha llamado «límites de la ciencia»: si la ciencia nos proporciona respuestas a cualquier duda, a cualquier problema, y si quedan terrenos para actividades, creencias, valores, en donde la ciencia no puede o no debe entrar (ya los que, incluso, debería someterse). En el pasado se pensaba que la ciencia podría acabar finalmente completando sus conocimientos hasta que su

tarea estuviera terminada. Por supuesto, se veía como un ideal, como algo que, de ocurrir, tendría lugar en un futuro remoto. Ahora se considera, sin embargo, que esa búsqueda de conocimiento es un proceso sin fin, que aunque pudiéramos llegar hasta el final, nunca estaríamos completamente seguros de haber llegado a la meta. La realidad es demasiado compleja como para eso.

También hay que contar con nuestras **limitaciones cognitivas**. Gracias a los aparatos y a las teorías podemos, en cierto sentido, percibir cosas que se escapan a nuestros sentidos. Por ejemplo, podemos entender cómo se guía un murciélago en el aire con la ayuda de una especie de radar, a pesar de que nuestros sentidos no pueden captar directamente esos sonidos. Pero ¿y si hay aspectos del mundo que no tienen absolutamente nada que ver con nuestra manera de percibir y de pensar? De hecho los hay, y están muy cerca de nosotros. La física y muchas otras ciencias han conseguido mostrarnos parte de esas sorprendentes realidades, como el funcionamiento aparentemente caótico del mundo subatómico. Lo que no sabemos es si quedan otras cosas, inconcebibles para nosotros, que nunca podamos siquiera sospechar. También hay personas que creen que es posible acceder a ciertas verdades mediante procedimientos no científicos, como una especie de intuición o de revelación. Son cosas misteriosas, que la ciencia de hoy en día no toma en serio. Y luego están otras formas de conocimiento que no son en modo alguno misteriosas, como la filosofía, la literatura, el arte, etc. También el sentido común y nuestra experiencia cotidiana nos proporcionan conocimientos que nos suelen valer en el ámbito en el que nos movemos aunque en el terreno científico puedan ser discutibles.

Hay estudiosos de la actividad científica que no confían mucho en que lo que nos describen las teorías científicas se corresponda con la realidad. Incluso han llegado a sostener que no hay una realidad «ahí fuera», independientemente de lo que nosotros percibimos, pensamos y actuamos, en definitiva, de la manera en que nos relacionamos con ella. Para esos autores, lo importante de la ciencia es que funciona como un magnífico instrumento, como una herramienta que organiza toda la maraña de fenómenos que observamos, que realiza predicciones que nos permiten averiguar qué va a pasar, y que elabora medios que nos resuelven los problemas. A esta concepción de la ciencia se le ha llamado **instrumentalismo**.

Las cuestiones anteriores, que han despertado muchas polémicas a lo largo de la historia, pertenecen a un tipo de asuntos que podríamos llamar **epistemológico**. Es decir, son temas relativos a los límites de lo que se puede conocer, y si hay formas muy diferentes de acceder a los conocimientos. No hay respuestas claras para esas cuestiones. Depende de la actitud de cada cual. Cuando alguien afirma que la ciencia es el único método válido de conocer y que el resto son poco más que ilusiones, se le llama **cientifista**. Y al contrario, hay personas que minusvaloran la ciencia por considerar que hay otras actividades que proporcionan un conocimiento más profundo o valioso de la realidad. Entre ambos extremos, probablemente, se encuentre la postura más adecuada: el conocimiento científico representa la forma de conocer en la que más confiamos hoy en día, pero eso no significa que sea la única, ni que baste con él.

Los límites de la ciencia también pueden detectarse no en el terreno epistemológico, sino en el **práctico o en el ético**. La ciencia, en conjunción con la tecnología, obtiene resultados prácticos

impresionantes, qué duda cabe. Y no obstante, también fracasa una y otra vez, se muestra incapaz de resolver todos nuestros problemas. En parte por sus limitaciones que le impiden determinar con precisión cada uno de los efectos de sus intervenciones, ya que el mundo real es extremadamente complicado y está sometido a fuertes condiciones de incertidumbre. Y en parte porque hay problemas que no dependen de lo que pueda decir o hacer la ciencia, sino de nuestras actitudes, de nuestra forma de relacionarnos con los demás y con el mundo. Si hemos de colaborar unos con otros o por el contrario competir para obtener algo, por ejemplo, es algo que no podemos esperar que ningún científico nos lo resuelva.

Por último, hay que recordar que los científicos son personas, ciudadanos como los demás, y que están sometidos a las mismas normas y obligaciones. Los científicos no están legitimados para hacer experimentos o promover aplicaciones de sus resultados que sean ilegales o inmorales. Los científicos, como todos nosotros, tienen una responsabilidad hacia la sociedad.

PARA SEGUIR PENSANDO... (ACTIVIDADES)

1. Define los siguientes términos aparecidos en la lectura: predicción, objetividad, hipótesis, contrastar, experimento, inducción, método hipotético-deductivo, generalización, ley y teoría.
2. Indica las principales características de la ciencia, según la imagen tradicional.
3. Busca ejemplos de lenguaje científico, especialmente aquellos que emplean símbolos propios, que no encontramos en nuestro lenguaje cotidiano.
4. La ciencia investiga problemas, pero no todos. ¿Cuáles son los que no caen bajo el interés o el dominio de la ciencia?
5. Enumera los casos de investigación científica, reales o imaginarios, que respondan al método hipotético-deductivo. Analiza alguno de ellos según los pasos del método: problema a investigar, formulación de la hipótesis, deducción de consecuencias de la hipótesis, recogida de evidencia empírica, contrastación.
6. Explica por qué se necesitan las hipótesis en la investigación científica.
7. Señala un caso de una generalización empírica falsa. Señala otro de una generalización verdadera y de cómo podría ser contrastada.
8. Compara una ley del derecho con una ley de la ciencia.
9. Justifica en qué sentido se puede hablar de una sola ciencia y en qué hay que hablar de muchas disciplinas científicas diferentes.
10. ¿Qué función cumplen las teorías científicas?
11. Explica las diferencias entre las limitaciones epistemológicas y las limitaciones prácticas y éticas de la ciencia.

Valoración de las actividades:

- Nº 3 y 8: 0,50 puntos x 2= 1 punto.
- Resto preguntas: 1 punto x 9= 9 puntos.