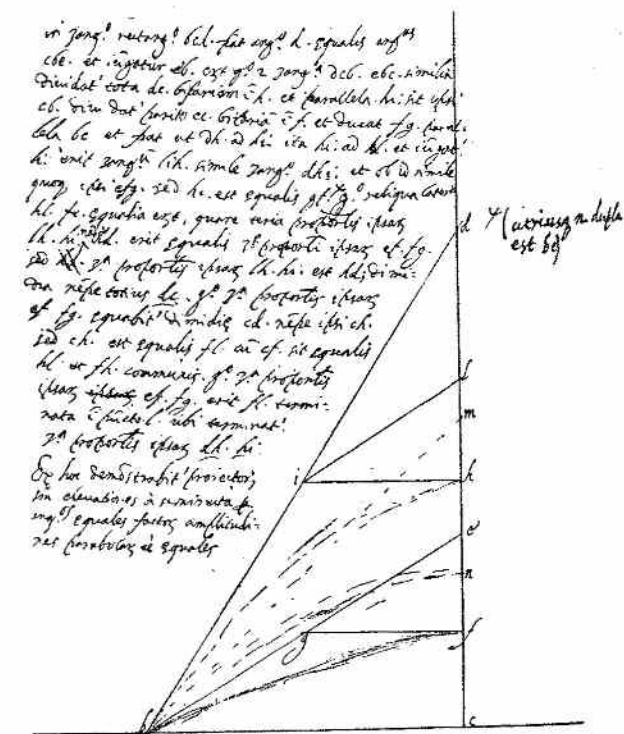


Página manuscrita
de los Diálogos sobre dos
nuevas ciencias (1642)
de Galileo. El autor
conjetura un modelo
de la realidad para
estudiar el comportamiento
de los proyectiles
y muestra, en particular,
que dos proyectiles
lanzados con ángulos
de tiro complementarios
tendrán el mismo alcance.



Enunciados e información científica

Los términos con los que se construye el lenguaje científico son algo así como los ladrillos fundamentales del pensamiento científico, pero no bastan para transmitir información o expresar conocimientos. Una palabra aislada, por ejemplo "azul", pese a lo útil que puede resultar para investigaciones acerca de la naturaleza de la luz o del color, o para caracterizar el aspecto de una flor o una solución química, no expresa ninguna información. Si un profesor entrara en el aula y dijera a sus alumnos "Azul", y luego permaneciera en silencio, ellos, un tanto estupefactos al comienzo, acabarían por preguntarle: "Azul, ¿qué?". La respuesta tendrá que ser un enunciado, una oración. Ciertamente es que, a veces, una palabra aislada puede expresar implícitamente un enunciado; por ejemplo, puede ser la contestación a una pregunta: "¿De qué color es el cielo?", y la respuesta "Azul" abrevia "El color del cielo es azul". Pero una palabra o un término aislados, cuando no abrevia un enunciado, no puede transmitir información, es decir, no es el medio adecuado para expresar un estado de cosas. Como ya señalamos, informaciones y conocimientos deben expresarse mediante oraciones declarativas, así llamadas para distinguirlas de las interrogativas y exclamativas, destinadas respectivamente a requerir informaciones o a expresar ciertos estados de ánimo. En síntesis, el conocimiento científico se proporciona mediante enunciados y ésta es la razón por la cual vamos a ocuparnos de estos elementos lingüísticos.

Enunciados empíricos básicos

Comencemos por analizar los diversos tipos de enunciados científicos, según las pretensiones que tiene quien los formula, acerca de los alcances de su información. Ésta puede ser singular o general, y puede referirse a la base empírica adoptada o bien ir más allá de lo observable. El caso más sencillo es el de los enunciados que llamaremos "enunciados de primer nivel" o "enunciados empíricos básicos". Aclaremos desde ya que la palabra "básico" no indica pretensión alguna de fundamentar la ciencia a partir de tales enunciados. Como veremos, el papel principal que desempeñan se refiere al control del conocimiento, más que a la edificación del mismo a partir de datos o informes. Un enunciado empírico básico se caracteriza por dos condiciones. La primera es que, además del vocabulario lógico, todos los términos que se emplean sean empíricos, sin importar que provengan del lenguaje ordinario, del lenguaje científico presupuesto o sean términos específicos de la teoría que se está analizando. En una palabra, el enunciado debe hablar exclusivamente de la base empírica epistemológica. Si se desea discutir acerca de alguna base empírica metodológica, en estos enunciados pueden figurar términos teóricos del lenguaje ordinario o de las teorías presupuestas, a condición de que nombren entidades de tal base. La segunda condición es que sean singulares o muestrales, con lo cual se quiere decir que se habla de una sola entidad o de un conjunto finito y accesible de ellas. Esto último es lo que los estadísticos suelen denominar una *muestra*, es decir, una colección de entidades o individuos cuyo número es lo suficientemente pequeño como pa-

ra que la observación pueda acceder a cada uno de ellos. Serían entonces enunciados empíricos básicos "Esta flor es azul", "Este animal tiene pelos", "Aquel animal tiene plumas", "La aguja de este dial coincide con la raya número diez de la escala", "El trozo de papel tornasol que estoy utilizando se volvió rojo", "El contenido de este tubo de ensayo está produciendo espuma", etcétera. También lo es el enunciado "El 75% de las personas que viven en este edificio son rubios" porque, aunque no es singular en el sentido de aquellos ejemplos (que se refieren a un solo individuo), expresa el resultado de una inspección directa sobre una muestra y un recuento, lo cual ofrece información agotable y controlable.

Por definición, una muestra es finita y accesible. Un conjunto de 70 trillones de piedras, por ejemplo, es finito pero no accesible: no es una muestra. Es cierto que la distinción entre lo accesible y lo no accesible es vaga y que esta vaguedad se transfiere a un enunciado a la hora de decidir si merece o no ser llamado enunciado empírico básico. Además, como ya hemos señalado, la noción de base empírica cambia con el tiempo de acuerdo con el desarrollo de nuestros medios técnicos de observación: la cara antiguamente invisible de la Luna ahora es visible desde naves espaciales y sólo actualmente se la puede considerar como parte de la base empírica. Pero suponemos que nuestro análisis se realiza en el marco de un determinado medio social y en una determinada etapa histórica, y que con relación a ese marco los científicos han decidido ya qué enunciados se consideran empíricos básicos y cuáles no. Se entiende que ambos requisitos, la singularidad y el carácter empírico de los términos, han sido aclarados previamente. Conviene señalar finalmente que las llamadas "combinaciones proposicionales de enunciados empíricos básicos" son también enunciados empíricos básicos. Si, por ejemplo, "Está lloviendo" y "Está tronando" son enunciados empíricos básicos, las combinaciones "Está tronando o está lloviendo" o bien "Está tronando y está lloviendo", también son enunciados empíricos básicos.

De acuerdo con lo que ya hemos dicho a propósito del requisito de efectividad para la base empírica, los enunciados empíricos básicos tienen la ventaja de que, mediante observaciones oportunas, puede dirimirse por sí o por no el problema de su verdad o falsedad. Naturalmente, puede haber impedimentos o perturbaciones que obstaculicen la observación (por ejemplo, sería imposible observar un eclipse si estuviese nublado) y en ese caso no podremos resolver el problema de la verdad o la falsedad del enunciado. Pero en principio, salvo en tales casos ocasionales, la verdad o falsedad de los enunciados empíricos básicos es decidible. Esto los hace muy importantes desde el punto de vista científico, porque, considerados como problema para el conocimiento, constituyen cuestiones resolubles. Desgraciadamente, la ciencia no puede tomar en cuenta únicamente este tipo de enunciados, precisamente por sus condiciones de singularidad, finitud y efectividad. Las leyes científicas tienen que ser expresadas mediante enunciados generales, no singulares, generalizaciones que abarcan una cantidad de casos que van más allá de las muestras y, por supuesto, mucho más allá de la singularidad de cada caso por separado. Como veremos enseguida, el caso de las generalizaciones no permite una decidibilidad efectiva en el mismo sentido que los enunciados empíricos básicos.

El registro de observaciones o los informes de experimentos en una investigación científica constituyen una lista de enunciados empíricos básicos, a condición de

que no incluyan aspectos interpretativos. Si un psicoanalista, por ejemplo, nos dice que su paciente no contestó a una pregunta o que formuló tal o cual objeción a una interpretación, su afirmación constituiría un enunciado empírico básico; pero no lo sería si dice "El superyó de este paciente lo está inhibiendo". En este caso, aunque el enunciado sea singular, se presupone una interpretación, que queda en evidencia por el uso del término teórico "superyó". En cierto modo, los enunciados empíricos básicos se emplean cuando hay que registrar o comunicar una casística. A muchas disciplinas, en principio, les sería imposible ir más allá de este primer nivel de afirmaciones científicas porque, según ciertos epistemólogos, no estarían en condiciones de alcanzar las de segundo nivel, que expresan generalizaciones y que se utilizan para expresar las llamadas "leyes científicas". Este sería el caso, según tradicionalmente se ha considerado, tanto de la historia como de la geografía, si bien en la actualidad se piensa que hay un nivel teórico mucho más frecuente de lo pensado en el desarrollo de estas disciplinas y, por tanto, no constituirían una mera colección de enunciados empíricos básicos. En particular, como los hechos de la historia se hallan en el pasado, parecería que sin inferencias y sin el auxilio de teorías las afirmaciones históricas no podrían siquiera ser puestas a prueba.

Generalizaciones y leyes empíricas

El segundo nivel de los enunciados científicos está constituido por las denominadas "generalizaciones empíricas". También éstas se caracterizan por dos condiciones. Al igual que en el caso de los enunciados empíricos básicos, el vocabulario de estos enunciados de segundo nivel es lógico y empírico, y por tanto el discurso atañe exclusivamente a la base empírica. No aparecen en ellos entidades inobservables, de carácter teórico. Pero la segunda condición establece la diferencia con los enunciados de primer nivel: ya no se trata ahora de afirmaciones singulares, sino de afirmaciones generales que establecen regularidades, uniformidades, en conjuntos tan amplios que no son directamente accesibles, como sí lo eran las muestras. Se habla acerca de conjuntos de entidades que, por su extensión, no se pueden agotar mediante observaciones singulares. En una palabra, se trata de enunciados empíricos generales, tales como "Todos los cuerpos se dilatan con el calor" o "El 25% de los habitantes de la Argentina son rubios". Denominaremos, cometiendo quizás un abuso del lenguaje, "leyes empíricas" a los enunciados empíricos generales aceptados por los científicos como conocimiento válido. En tal caso, entonces, estos enunciados merecen ser considerados leyes que expresan regularidades de la naturaleza, del comportamiento humano, de las sociedades y, en general, de la realidad. Por supuesto, la aceptación de tales enunciados por la comunidad científica implica que previamente han sido sometidos con éxito a determinadas pruebas o verificaciones que luego analizaremos.

Corresponde aquí hacer una aclaración en cuanto al uso de la palabra "ley". Hay dos acepciones principales de ella: la *ontológica*, que se refiere a las cosas o entidades, y la *lingüística*, vinculada a los enunciados o expresiones que utiliza el científico. En el primer sentido, una ley (o "ley natural") indica una regularidad presente en la

realidad misma. La caída de los cuerpos con igual aceleración, en determinadas circunstancias (en el vacío y en la superficie de la Tierra), es una ley en sentido ontológico: se refiere a lo que sucede con las cosas mismas. En sentido lingüístico, por el contrario, "ley" designa un enunciado que expresa, o pretende expresar, alguna regularidad natural. Podría decirse que una ley en sentido lingüístico es la expresión de una ley en sentido ontológico. En este libro, a menos que hagamos la correspondiente salvedad, adoptaremos para la palabra "ley" su acepción lingüística.

Aun así es necesario hacer algunas aclaraciones adicionales con relación al término *regularidad*. Se suele distinguir entre "generalizaciones accidentales" y "leyes naturales propiamente dichas". Imaginemos el siguiente ejemplo. Comprobamos que, por casualidad, todos los miembros de la comisión directiva de un determinado club de fútbol son calvos, lo cual da lugar a la siguiente afirmación general: "Si un ser humano es miembro de la comisión directiva de ese club, entonces es calvo". Es cierto que esta generalización proviene de una enumeración: inspeccionado cada integrante de la comisión, resultó ser calvo. Pero en principio la afirmación general expresa una regularidad, aunque nadie diría que ésta es una ley natural sino el producto de una simple casualidad. (No se trataría de una casualidad si se pudiera mostrar que necesariamente es así, porque ese club, por sus características, provoca tantos dolores de cabeza que los miembros de la comisión directiva, de mesarse constantemente los cabellos acaban finalmente por quedarse calvos). ¿Cómo discriminar entonces entre leyes naturales y generalizaciones accidentales? Para que se pueda hablar de ley natural deberían cumplirse ciertos requisitos, por ejemplo que ha de ser necesaria y no casual, es decir, que lo descrito por ella debe acontecer forzosamente así y no de otra manera. Lamentablemente, los muchos intentos que se han realizado para precisar tales requisitos han tropezado con muy serias dificultades. Desde nuestro punto de vista, la propuesta de hipótesis y teorías puede responder tanto al propósito de expresar leyes naturales (de características "más necesarias") como generalizaciones accidentales y, por tanto, nos permitiremos utilizar la palabra "ley" en sentido amplio, es decir, como sinónimo de generalización o regularidad.

Generalizaciones universales

Hay muchas clases de generalizaciones. Los enunciados generales obligan a recorrer toda una población o un género, sin excepción. Pero cuando se habla de leyes, tradicionalmente se presupone que se trata de generalizaciones *universales*, enunciados que afirman algo para cada uno de los miembros de un conjunto o una población sin excepción alguna. "Todos los hombres son mortales" es una generalización universal, pues lo que se quiere decir es que para cada caso de ser humano, sin excepción, se hallará su condición de mortalidad. Si decimos que todo cuerpo en la superficie de la Tierra y en el vacío cae con la aceleración de 10 m/seg^2 , hacemos una afirmación válida para todo cuerpo, sin que haya ningún caso a manera de contraejemplo. Esta generalidad absoluta, que no admite excepciones, parece estar ligada intrínsecamente al significado de la palabra "ley". En estos casos hablaremos de "enunciados universales" y, si corresponde, de "leyes universales". Siguiendo una

vieja tradición, para muchos filósofos de la ciencia, la palabra "ley" sólo puede ser aplicada a esta clase de enunciados. Recordemos que es posible emplear enunciados universales a modo de hipótesis, y que el problema de probar su verdad o falsedad no siempre se puede resolver fácilmente y de inmediato. En muchas ocasiones, la utilización de tales enunciados es meramente a título de conjetura y hablar de "ley" será provisional, hasta tanto no se demuestre su falsedad. De cualquier manera, ciertos epistemólogos como Popper se niegan a emplear la palabra "ley" para el caso de enunciados que no sean universales.

Desde un punto de vista lógico, los enunciados universales tienen una asimetría que origina complicaciones para su verificación o su refutación en las investigaciones científicas. En general, como los géneros o poblaciones investigadas son muy extensos, si no infinitos, verificar estos enunciados es tarea muy difícil, si no imposible. Obligaría a examinar, caso por caso, una gran cantidad o una infinidad de ejemplos, por lo cual esa tarea termina por estar vedada a los científicos. En una palabra, es difícil, si no imposible, verificar enunciados universales y, por tanto, las leyes científicas. Y ésta no es una conclusión que tenga únicamente interés lógico, sino que plantea uno de los grandes problemas de la filosofía de la ciencia: si es difícil o imposible verificar los enunciados que tienen la pretensión de convertirse en leyes científicas, ¿cuál es el fundamento de lo que llamamos conocimiento científico, al cual adscribimos un éxito llamativo y una importancia crucial para las sociedades modernas?

Parece muy fácil probar, cuando cabe, la falsedad de enunciados o leyes universales: basta mostrar un contraejemplo, o sea, encontrar un caso particular entre aquellos que abarca el enunciado, para el cual la propiedad afirmada con carácter general no se cumple. Si se lograra encontrar un solo ejemplo de hombre no mortal (aunque no esté claro cómo podría realmente ser mostrada tal inmortalidad), se invalidaría la ley según la cual todos los hombres son mortales. Si se presentara un ejemplo de cuerpo que en la superficie de la Tierra y en el vacío no cayera hacia la superficie de la Tierra, o no lo hiciera con una aceleración de 10 m/seg^2 , se invalidaría la ley universal. Por esto es sencillo invalidar una presunta ley científica, pero difícil probarla.

Los filósofos de la ciencia hablan de "enunciados legaliformes" para referirse a aquellos que tienen la forma de enunciados universales y cumplen ciertos requisitos adicionales para que, llegado el caso, puedan ser considerados leyes. Dicho de otro modo, el enunciado legaliforme es una presunta ley científica y, de acuerdo con esta nomenclatura, podría ser en principio verdadero o falso. Es fácil probar que es falso: como ya dijimos, basta hallar un contraejemplo; es difícil probar que es verdadero: habría que tomar en consideración gran cantidad de casos, quizás infinitos. En una posible táctica especulativa de investigación científica, es preferible dejar a los colegas la tarea de formular enunciados legaliformes, porque a ellos les resultará muy difícil probarlos, mientras que a nosotros nos podría resultar sencillo invalidarlos por medio de contraejemplos. Claro que, si finalmente el colega tiene éxito, su gloria y prestigio crecerán enormemente y en cambio nosotros, con meros ejemplos, no nos haremos famosos como científicos sino como propaladores de casuística y de anécdotas. Sin embargo, conviene recordar que algunos acontecimientos que provo-

caron cambios trascendentes en la historia de la ciencia se debieron a que alguien encontró hábilmente un contraejemplo (a veces sin proponérselo explícitamente). A fines del siglo pasado, el físico Albert Michelson realizó una experiencia óptica que debía registrar el movimiento absoluto de la Tierra con respecto al éter, pero el resultado negativo que obtuvo terminó por refutar las teorías clásicas vigentes y hubo de formularse la teoría de la relatividad para resolver el problema. En este caso, el hallazgo de un contraejemplo le permitió a Michelson alcanzar la fama.

Generalizaciones existenciales

Un segundo tipo de enunciados generales son los llamados "existenciales". Son de un carácter aparentemente más modesto que los enunciados universales, pues en lugar de afirmar que una propiedad o característica se cumple para todos los miembros de un conjunto o de una población, lo hacen acerca de algunos de ellos (sin excluir la posibilidad de que se cumpla para todos). Como se comprende, hay cierta diferencia entre decir "Todos los casos de cáncer se curan con la droga X" que decir "Algunos casos de cáncer se curan con la droga X". Hay cierta renuencia a aplicar la palabra "ley" a este tipo de enunciados, porque parecen tener un carácter más circunstancial y anecdótico, y estar más próximos a los enunciados empíricos básicos que a los enunciados universales. Debemos reconocer que, en ciertas ocasiones, la presencia de casos se expresa mediante enunciados existenciales simplemente porque no disponemos de nombres para cada cosa que puebla el universo. A veces decimos "Hemos encontrado en nuestro laboratorio algunas drogas que tienen la característica Y", pero en este caso estamos dando una información de tipo casuístico de las que pueden aparecer en un informe. En algunas ocasiones, sin embargo, una afirmación existencial obliga a un tipo de investigación que, al igual que en el caso de las leyes universales, nos fuerza a recorrer toda una población. Si alguien dice que existe una droga que cura el cáncer, decidir si su afirmación es verdadera o falsa implicaría examinar, en principio, todos los casos de cáncer que se han presentado, que se presentan y que se presentarán. Y esto origina una asimetría análoga a la que ya señalamos entre verificación y refutación para las leyes universales pero, curiosamente, a la inversa. Resulta sencillo verificar un enunciado existencial pero difícil refutarlo. Para verificarlo basta hallar un solo ejemplo apropiado: si encontramos un enfermo que se cura con la droga X, quedará probado que algunos enfermos se curan con ella. La dificultad radica en refutar el enunciado existencial, porque deberíamos aplicar la droga a todos los enfermos y comprobar que ninguno se cura. Estamos en presencia de la misma dificultad o imposibilidad de verificación de los enunciados universales. Esta vez, lo factible parece ser probar el enunciado y lo difícil invalidarlo. Siguiendo con la táctica de investigación que ya hemos considerado, aquí conviene que los enunciados existenciales los formulemos nosotros y no nuestros colegas, porque a ellos les será difícil refutarlos. Presentar un enfermo que se ha curado por la aplicación de la droga X será un éxito para nosotros, pero presentar otro que no se ha curado no le servirá al colega como refutación o contraejemplo, pues nuestra afirmación es que sólo "algunos" se curan con la droga X.

Los enunciados existenciales, al igual que los enunciados empíricos básicos, son poco interesantes desde el punto de vista científico, por cuanto lo que parece tener más interés son las regularidades universales. Aristóteles pensaba que todos los enunciados de una disciplina científica debían ser enunciados universales, pues sólo ellos expresarían auténticas regularidades. Los enunciados singulares o los existenciales no serían genuinamente enunciados científicos, sino enunciados anecdóticos, que expresan informaciones locales. De allí nace un prejuicio que, en realidad, llega hasta nuestros días, como ya hemos señalado a propósito de Popper. Desde nuestro punto de vista, compartido por muchos otros epistemólogos, entre ellos Mario Bunge, los enunciados existenciales cumplen en una teoría científica un importante papel de completitud respecto de la formulación de la misma. Esto resultará claro si nos remitimos a un ejemplo extraído de la matemática. La famosa teoría de los grupos describe las propiedades de cierto tipo de estructuras matemáticas mediante afirmaciones universales como la que dice, por ejemplo, que toda combinación hecha con la operación fundamental de la teoría debe ser asociativa, pero uno de los principios de esta teoría es existencial: dice que hay (existe) un elemento que actúa de manera análoga a como lo hace el cero para la suma de los números naturales, o sea: operar con él no altera nada. Éste es un enunciado existencial tan importante para la teoría de los grupos que las propiedades de semejante álgebra no podrían dar origen a teoremas interesantes si no fuera por su presencia. Pero un enunciado existencial puede ser clave también en física, como cuando se afirma la existencia de una determinada constante de proporcionalidad (por ejemplo, la constante de gravitación universal). Por ello nosotros no objetamos que se emplee la palabra "ley" para los enunciados existenciales de las teorías, y simplemente distinguiremos explícitamente entre leyes universales y leyes existenciales.

Generalizaciones mixtas

Una tercera clase de enunciados generales de segundo nivel, que llamaremos "mixtos", introduce complicaciones metodológicas aún mayores. Hemos visto que los enunciados universales son difíciles o imposibles de verificar y los existenciales son difíciles o imposibles de refutar, pero los enunciados mixtos son a la vez difíciles o imposibles de verificar y de refutar. Se trata de enunciados que tienen un aspecto universal pero además otro existencial, como por ejemplo "Todos los cuerpos son fusibles". El ejemplo, debido a Nagel, debe interpretarse de la siguiente manera: para todo cuerpo existe una temperatura a la que funde, propiedad que los físicos y químicos admiten. Pero examinemos qué es lo que verdaderamente se dice y qué problemas se presentan cuando tratamos de verificar o refutar el enunciado. Por de pronto, se trata de un enunciado universal: dice que para todo cuerpo vale la propiedad que estamos afirmando, la fusibilidad, por lo cual resulta difícil de verificar, porque para hacerlo habría que recorrer la población constituida por todos los cuerpos físicos. Pero consideremos un caso particular de cuerpo. Según esta presunta ley, ¿qué se afirma de él? Que es fusible. O sea, que existe alguna temperatura a la que funde, lo cual es una afirmación existencial. Por tanto, si quisiéramos refutar la presun-

ta ley para ese cuerpo en particular habría que recorrer toda una población de temperaturas, cosa realmente imposible. Por consiguiente, parecen destinados al fracaso los intentos de verificar o de refutar este enunciado mixto.

Sin duda los enunciados mixtos generan una seria dificultad en cuanto a su verificación y refutación. El ejemplo anterior fue presentado por Nagel en una polémica con Popper, y como éste no halló manera de resolver adecuadamente la objeción optó sencillamente por no contestarle. Claro está, el recurso dialéctico de Popper no resuelve el problema. Como veremos más adelante, para Popper la condición de cientificidad de una hipótesis es que pueda ser refutada, y aquí tenemos un ejemplo en el que aparece la dificultad de imaginar cómo proceder para hacerlo. Los enunciados mixtos, a los que reconoceremos el carácter de leyes, poseen una gran importancia en la orientación de las investigaciones y no podemos prescindir de ellos sencillamente porque presenten dificultades epistemológicas. Notemos por otra parte que estos enunciados aparecen con mucha mayor frecuencia de lo que en principio se podría creer. Nuestro tradicional y tan socorrido enunciado "Todos los hombres son mortales" no es meramente universal, sino mixto. Dice: "Para todo ser humano existe un instante en el que éste muere". Si el lector lo analiza, verá que está sujeto a las mismas dificultades que el ejemplo de Nagel. Verificarlo es difícil o imposible, pues tendríamos que recorrer la población de todos los seres humanos. ¿Y cómo lo refutaríamos? Tendríamos que encontrar un caso, algún profeta o dios humano, que no muere. ¿Y cómo sabríamos que no muere? Habría que recorrer todos los instantes del futuro y comprobar que en ninguno de ellos lo alcanza la muerte. Pero como los instantes del futuro son infinitos, nos encontramos otra vez con el problema de la inaccesibilidad de los casos. Y así encontraríamos muchos otros ejemplos, aunque no todos plantean exactamente el mismo tipo de dificultad, porque a veces hay escondida detrás de la forma lógica una finitud que hace más accesible el problema. Por ejemplo, el principio de biogénesis de Pasteur afirma que todo ser vivo proviene de otro ser vivo, y también tiene la forma mixta. Dice: "Para todo ser vivo, existe otro tal que el primero descende del segundo". Lo que ocurre es que examinar para cada caso si existe o no otro que le dio origen no plantea realmente una infinitud de entidades a examinar; hay que estar atento a lo que ocurre en el momento en que el ser vivo en estudio se presenta a la existencia y ahí veremos si hay otro que lo genera o si la generación es espontánea.

Generalizaciones estadísticas o probabilísticas

Un cuarto tipo de enunciado general lo constituyen los "enunciados estadísticos" o "probabilísticos", donde se adscribe a una población, que puede ser infinita o bien finita pero no accesible, una proporción estadística. Ésta, en algunos casos, se puede expresar por medio de porcentajes, pero en otros únicamente mediante números probabilísticos. Por ejemplo, una regularidad estadística citada por el biólogo T. Dobzhansky es la afirmación "La probabilidad de que un nacimiento de un ser humano sea nacimiento de varón es 0,51". Este tipo de enunciado considera toda la población humana, pasada, presente y futura, y le adscribe un número probabilístico.

Podríamos haber dicho, incorrecta pero didácticamente, que la probabilidad del nacimiento de un varón es del 51%, pero no se pueden utilizar porcentajes cuando el conjunto es infinito y lo correcto es emplear números probabilísticos (0,51). Los enunciados probabilísticos plantean una serie de cuestiones epistemológicamente complejas. Son difíciles de verificar y de refutar. De lo que se dispone generalmente como dato para controlar hipótesis probabilísticas son proporciones en las muestras. Una muestra en un hospital o en un pueblo sí puede mostrar que el 51% de los nacimientos acontecidos allí es nacimiento de varón, pero para generalizar el enunciado a toda la población es necesario, como se sabe, utilizar inferencias estadísticas y éstas proporcionan números probabilísticos. En realidad, las hipótesis de este tipo no se pueden verificar, sino tan sólo ponderar probabilísticamente. Ésta es una primera dificultad. La segunda se refiere a la cuestión de si revisten o no el carácter de leyes. Nosotros hemos abogado anteriormente por la afirmativa en el caso de los enunciados existenciales y mixtos, siempre que haya manera de aceptar en términos absolutos o presuntos su verdad. Pero ¿qué hacer con los enunciados probabilísticos? ¿Se los puede considerar, en algún sentido, leyes? Hay epistemólogos que no lo creen conveniente, pero nuestro parecer es que, como estos enunciados ofrecen información sobre regularidades estadísticas en ciertas poblaciones, tendrían la utilidad de permitir un planeamiento, como acontece en el caso de las encuestas educacionales, sanitarias, electorales, etcétera. Por ello aceptaremos su condición de leyes, pero con la aclaración explícita, en cada caso, de su carácter estadístico.

La prevención contra las leyes estadísticas fue manifiesta en muchos científicos. Einstein, que debió utilizarlas en algunas de sus teorías, creía que las leyes últimas y fundamentales de la ciencia, los principios subyacentes que darían cuenta del comportamiento global de la realidad, no podían ser leyes estadísticas. En tal sentido hay que interpretar su famoso aforismo "Dios no juega a los dados". Los físicos actuales se han vuelto escépticos respecto de esta posición de Einstein y consideran un prejuicio pensar que tales leyes últimas tengan que ser leyes universales (o determinísticas, como a veces se las denomina). ¿Por qué no podría suceder, realmente, que las leyes últimas tuviesen un carácter estadístico? ¿Por qué no podría Dios haberlo dispuesto de esta manera? Y si se le adscriben al Ser Supremo, en su perfección, actitudes simpáticas tales como jugar al ajedrez o a los dados, no se ve por qué no podría Dios, a manera de actividad lúdica, hacer existente un universo regido por este tipo de leyes.

Por otra parte, podemos anticipar ya una discusión que nos ocupará más adelante: ¿admiten leyes las ciencias sociales y humanas, o en esos ámbitos habrá que circunscribirse a lo singular porque cada hombre o cada comunidad es un fenómeno totalmente atípico en relación con todos los otros? La cuestión de si hay o no leyes en este sector de las ciencias obliga a distinguir entre leyes universales y leyes estadísticas. Es muy probable que en sociología no haya manera de concebir leyes universales o determinísticas; éstas sólo serían posibles con instrumentos reduccionistas que no poseemos. Toda sociedad humana, como todo hombre, es un conjunto de átomos y si dispusiéramos de información pertinente sobre cada uno de ellos (su posición, su velocidad, etcétera), tal vez con las leyes de la mecánica se pudiera describir, legalizar y prever todo lo referente a las sociedades y al hombre. Pero

se trata de un objetivo imposible: no se puede manejar semejante información sobre cuatrillones de casos. Por consiguiente, en sociología, al igual que en biología, hay que conformarse con informaciones estadísticas sobre grandes conglomerados de objetos o individuos, ya sean animales, seres humanos o miembros de una sociedad. En estas disciplinas sociales y humanas hallaremos regularidades que permitirán comprender cómo funciona aquello que se estudia, pero que se expresan mediante leyes estadísticas y no universales*.

Los enunciados teóricos

Hasta ahora hemos considerado diversos tipos de enunciados de segundo nivel o generalizaciones empíricas, que hacen referencia a la base empírica adoptada. Los enunciados que vamos a llamar "de tercer nivel" o "enunciados teóricos" cumplen la condición de contener al menos un término teórico. Pueden ser singulares o generales. Como se comprende, para reconocerlos es necesario previamente haber hecho ya la distinción entre términos teóricos y términos empíricos. En química se afirma, por ejemplo, que el salto de un electrón de un átomo desde una órbita externa hasta otra más interna produce un destello luminoso. Éste es un enunciado teórico, porque "átomo", "electrón" y "órbita" forman parte del vocabulario teórico. (Recordemos una vez más que empleamos "teórico" como opuesto a "empírico".) No toda teoría o disciplina científica contiene términos teóricos y, por consiguiente enunciados teóricos. Hay teorías científicas que no van más allá del nivel de la generalización empírica y esto las hace suficientemente útiles. También es verdad que a veces en una investigación hay una etapa en la que se trabaja en el segundo nivel y sólo se accede al tercero cuando se quiere formular una teoría explicativa. Podríamos admitir, aunque no es del todo cierto, que el lenguaje empleado por los químicos de fines del siglo XVIII cuando hablaban de la "ley de las proporciones definidas" o de la "ley de las proporciones múltiples" (que expresan la proporción en que se combinan los elementos para formar compuestos químicos) tenía un carácter más bien descriptivo, y que la teoría atómica se formuló para explicar esas leyes. Pero, de cualquier manera, la aparición de la teoría atómica parece ser un "salto" al nivel teórico, es decir a los enunciados de tercer nivel, realizado con el fin de disponer de un sistema de hipótesis teóricas de las cuales se pudiera deducir, y por consiguiente explicar, el comportamiento de los elementos y los compuestos químicos según las leyes antes mencionadas. La discusión que suele estar aquí en danza es si la noción de elemento y de combinación implicaba ya o no términos teóricos; involucra el problema de hasta qué punto la obtención de esas leyes es o no un ejemplo de investigación puramente empírica o ya suponía alguna clase de teoría.

* Importa señalar que, pese a lo afirmado, con frecuencia se emplean modelos determinísticos de la realidad sociológica en estudio, con la convicción de que poseen una aproximación suficiente respecto de la situación real. Esto los hace útiles porque, si bien no están exentos de ciertos coeficientes de error, cuando éste no es exagerado se logra con ellos realizar predicciones razonables y planear eficazmente las acciones a seguir.

Un ejemplo de investigación puramente descriptiva es la que realizó Mendel cuando, al estudiar muestras de alverjillas y otras plantas, advirtió que las proporciones de color de las flores en la segunda generación corresponden a la relación 1 a 3. Las plantas que empleó, el color de las flores, las generaciones de descendencia de esas plantas y las proporciones de colores en las flores corresponden a cuestiones de la base empírica, en la cual Mendel estaba en condiciones de describir lo que observaba por medio de enunciados empíricos básicos. Pero Mendel enunció ciertas leyes: en la primera generación todas las flores tienen igual color, en la segunda se encuentra la proporción 1 a 3 (o bien 1-2-1, si hay una característica intermedia y no hay dominancia). Se trata de leyes empíricas de la genética, que no trascienden hacia el nivel teórico.

Existe cierta tendencia entre los científicos y epistemólogos norteamericanos a suponer que el acceso al tercer nivel implica abandonar la ciencia e ingresar a la metafísica. Se pierde contacto con lo observable y, como se ingresa al nivel de la conjetura de entidades no observables, nos encontraríamos sumidos en la metafísica y no en la ciencia. Más adelante, al discutir el método hipotético deductivo, vindicaremos a los enunciados teóricos, porque el método de contrastación que permite su control desde un punto de vista científico es, en ciertas condiciones, tan aplicable a los enunciados de segundo nivel como a los de tercero. Pero para quienes tienen un temperamento fuertemente antimetafísico, la ciencia no debería avanzar más allá de los dos primeros niveles. Sin embargo, ha sido demasiado ostensible el éxito de las teorías científicas, tanto en su aspecto instrumental como explicativo, como para sostener en la actualidad la no conveniencia de utilizar términos teóricos. [Una ojeada a las más exitosas teorías contemporáneas mostraría que tanto en física como en biología, en psicología como en sociología, es frecuente el uso de términos teóricos. En cierto modo ello deriva de una suerte de tradición europea, a la que el propio Mendel no se pudo sustraer, entre otras razones porque era aficionado a la filosofía griega antigua y, en particular, un admirador del atomismo de Demócrito y Leucipo, aunque no esté claro cómo podía conciliar esa afición con su condición de monje de la Iglesia católica. Lo que realmente importa es que Mendel vislumbró, para la genética, una explicación de los enunciados de segundo nivel o leyes empíricas que él mismo había encontrado, y que indicaban estadísticamente la probabilidad de la repartición de las características en cuanto a coloración u otros tipos de cualidad de los seres vivos. Conjeturó la existencia de lo que ahora llamamos "genes" y él llamaba "factores hereditarios", presentes de a pares en los organismos, provenientes uno de ellos de la madre y el otro del padre. Supuso que en las gametas sólo estaba presente uno de los factores, el correspondiente al del padre o al de la madre, y que en la cigota ambos se reunían. De este modo construyó una teoría un tanto axiomática que daba la debida explicación de las leyes empíricas que había hallado previamente. Éste es un buen ejemplo de cómo el empleo de términos teóricos puede ser eficaz con fines no sólo explicativos sino también predictivos, pues la teoría de Mendel resultó a la postre muy útil a través de sus aplicaciones agronómicas, botánicas y biológicas.

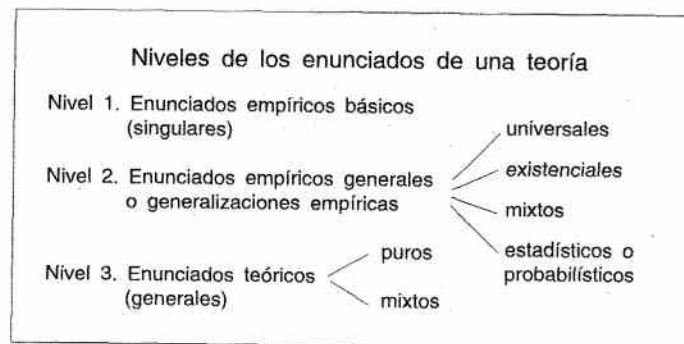
En materia de enunciados teóricos conviene discriminar entre "puros" y "mixtos". Los enunciados teóricos puros son aquellos en los que, además de los términos lógicos, sólo aparecen términos teóricos. No hay en ellos términos empíricos y

por tanto parecería que cuando se los utiliza se está hablando en un nivel puramente abstracto. Como se comprende, si se dispusiera de una teoría constituida únicamente por enunciados teóricos puros, no sería posible deducir de ellos nada que se aplicara a la experiencia o a la práctica, y no podríamos realizar explicaciones ni predicciones sobre lo que acontece en la base empírica. Esa teoría no podría ser sometida a control y sería una suerte de cuento de hadas.

Parece inevitable entonces que si se emplean hipótesis teóricas puras en la construcción de una teoría, debe utilizarse además un segundo tipo de enunciados teóricos, que llamaremos "mixtos", en los que hay a la vez términos teóricos y términos empíricos. También podrían ser denominados "enunciados puente", porque sirven de vinculación entre el ámbito puramente teórico del discurso y aquel en que nos referimos a lo observable, a lo práctico, localizado en la base empírica. Se emplea también una tercera denominación, la de "reglas de correspondencia". Es un tanto equívoca, porque sugiere que se trata de instrucciones normativas, cuando en realidad consisten en afirmaciones, hipotéticas pero afirmaciones al fin, que pueden resultar verdaderas o falsas (aunque, como veremos, comparten con los enunciados puros el problema de decidir qué significa que un enunciado con términos teóricos es verdadero o falso). Deberían llamarse más bien enunciados o hipótesis de correspondencia, según el caso.

Tomados en conjunto, los enunciados teóricos puros, las reglas de correspondencia y algunas generalizaciones empíricas pueden constituir teorías poderosas, que permiten, por medio de deducciones, realizar predicciones y por consiguiente actuar sobre la experiencia y obtener resultados prácticos. Algunos autores, entre ellos Nagel, consideran que "regla de correspondencia" debería ser utilizado únicamente para un tipo muy peculiar de enunciado o hipótesis puente, aquel que ya hemos mencionado en ocasión de hablar de la base empírica metodológica y que tiene la forma "A si y sólo si B". Recordemos que A es un enunciado puramente empírico, B contiene algún término teórico y "si y sólo si" expresa la equivalencia entre una afirmación de carácter empírico y otra de carácter teórico. No todo enunciado mixto tiene esta forma, aunque hay que admitir que los que Nagel propone llamar con exclusividad "reglas de correspondencia" tienen una importancia especial pues, como hemos analizado en el Capítulo 2, permiten ampliar la base empírica.

En este punto presentaremos una cuestión que no discutiremos en detalle por el momento: los enunciados de tercer nivel, ¿son realmente enunciados o son meros artificios instrumentales de carácter lingüístico que nos permiten vincular observaciones entre sí? Los filósofos de tendencia instrumentalista, a quienes ya hemos mencionado, optarían por la segunda alternativa. Por el contrario, los realistas creen que los términos teóricos se refieren a entidades, aunque éstas no sean observables, y nuestra primera definición de término teórico, en el capítulo anterior, adoptaba este punto de vista. Surge entonces el problema de cómo se puede probar la verdad o la falsedad de los enunciados teóricos sin acudir a observaciones o a métodos estadísticos, que siempre están basados en ellas.



¿Cómo acceder a los enunciados de segundo y tercer nivel?

Analicemos brevemente qué papel podría desempeñar a propósito del problema de obtener enunciados de segundo y tercer nivel el llamado *método inductivo*, acerca del cual hablaremos en detalle más adelante. Seguramente el lector recordará que se denomina método inductivo a aquel que permite acceder, a partir de información obtenida sobre una muestra, a información sobre una población por medio de una generalización, ya sea estricta o estadística. Es obvio que para que semejante método fuera practicable, suponiendo que garantiza la verdad de la información obtenida, deberíamos basarnos en observaciones sobre la muestra, expresadas por enunciados de primer nivel, y la generalización nos permitiría acceder al segundo nivel. Pero no habría manera de emplear un método de esta naturaleza que nos permitiera, a partir de observaciones, acceder al tercer nivel, el nivel teórico. Las teorías que sólo emplean enunciados de segundo nivel podrían, tal vez, valerse del método inductivo para acceder a sus principios o hipótesis fundamentales a partir de observaciones, pero cuando nos encontramos con teorías en las que aparecen términos teóricos, el método inductivo ya no sirve de ayuda.

Descartado el método inductivo para el acceso a los enunciados de nivel teórico, ¿cuál será el método que permite a los científicos formular hipótesis o conjeturas de ese nivel? La respuesta puede ser sorprendente y hasta decepcionante: es el mismo "método" con que a un artista se le ocurre una obra de arte, o sea, por el poder de imaginación y de creación de que dispone. Se trata de imaginar qué puede haber "detrás" de una apariencia que explique el comportamiento de ésta, así como Mendel imaginó los genes para explicar el modo en que se comportaban sus alverjillas y Dalton imaginó los átomos para explicar el comportamiento de las sustancias elementales cuando se combinan en el laboratorio. No podemos acceder a ese "detrás" por medio de la observación y por ello debemos imaginarlo y, en cierto sentido, crearlo. Pero aquí es necesario aplicar la recomendación de Popper: tener la mayor osadía para inventar hipótesis, aunque el mayor rigor después para controlarlas.

El método científico, como veremos luego en detalle, consiste en tratar de producir buenas hipótesis. La inducción puede ayudar hasta el segundo nivel, pero no en el tercero, y aquí es donde realmente se movilizan con todas sus fuerzas las facultades artísticas del científico creador. Y no solamente éstas, porque en la propuesta de hipótesis intervienen además las facultades racionales. El científico imagina una estructura que explique lo observable, pero es necesario analizar sus propiedades lógicas para garantizar, por ejemplo, que efectivamente se deduzca lo uno de la otra, pues en caso contrario no se podrá hablar de explicación. En este sentido, el científico es una curiosa combinación de artista y lógico, pero hay que situar a cada una de las facultades que le permiten serlo en su contexto específico. La creación de una hipótesis es un acto artístico, pero su puesta a prueba es un problema de lógica. Imaginar una hipótesis no es sinónimo de probarla y éste es un hecho que muchas veces olvidan ciertos filósofos.

Con frecuencia se afirma que imaginar lo que hay "detrás" de la apariencia para poder explicarla es utilizar una forma de los llamados *métodos modelísticos*. Se trata de lo siguiente: conjeturar un modelo de la realidad, o sea, una estructura acerca de cuya existencia no tenemos certeza pero que, por sus propiedades lógicas, parece corresponder, directa o indirectamente, a la estructura de lo observable. Si se quiere hablar de esta manera, diríamos que gran parte de los métodos para acceder al segundo nivel son inductivos, pero al tercer nivel se accede sólo a través de métodos modelísticos. Conviene señalar además que, como en el segundo nivel hay enunciados mixtos e incluso de muy compleja estructura, la imaginación y los métodos modelísticos pueden también ser adecuados para acceder a ellos, pues en esos casos no son de utilidad los métodos inductivos. Por ejemplo, la teoría de la evolución de Darwin, tal como la presenta el autor en la primera edición de *El origen de las especies*, no trasciende el segundo nivel de enunciados, siempre que se acepte que la noción de "especie" sea una noción empírica. La teoría se expresa en una serie de suposiciones sobre cuestiones estadísticas o regularidades en la base empírica, pero de ninguna manera parece que estos enunciados hayan sido obtenidos inductivamente por Darwin, en particular la llamada "hipótesis de la variación", según a cual de tanto en tanto aparecen variaciones en los seres vivos que en muchos casos son heredables. Darwin parece ir realmente mucho más allá de los datos disponibles por los biólogos de su época. Por consiguiente, la imaginación y la capacidad de modelizar ocupan en el método científico un terreno muchísimo más amplio que los métodos inductivos. Ello justifica, en gran medida, la actitud un tanto agresiva que adoptan algunos epistemólogos contra el método tradicional, inductivo, y cuyo arquetipo, Popper, manifiesta una intensa obsesión al respecto.

La lógica aristotélica fue considerada, durante la Edad Media, uno de los pilares fundamentales para acceder al conocimiento. En el grabado, armado de tales recursos y siguiendo el rastro que le indican los perros de la verdad y la falsedad, el estudiante se apresta a ingresar al bosque de las diversas opiniones y escuelas de pensamiento. El problema a resolver está representado por un conejo.

