

LÓGICA Y CIENCIA

Lydia Sánchez, UOC
Manuel Campos, Universitat de Barcelona

1 de diciembre de 2003

El tema del que nos vamos a ocupar en este trabajo es el de la justificación de nuestro conocimiento, y más concretamente, el tema de la justificación de nuestro conocimiento científico. Caracterizaremos a la ciencia como una actividad que tiene como finalidad proporcionarnos una representación justificada de los aspectos nómicos del mundo. Un análisis detallado de esta caracterización nos llevaría a tratar, entre otros, los temas de la representación, la justificación y la nomicidad. Nos vamos a centrar en el tema de la justificación por ser éste el aspecto del conocimiento científico que, como veremos, se relaciona directamente con la lógica.

Que la ciencia sea una actividad que conduce a representaciones justificadas de los aspectos nómicos del mundo quiere decir que a través de ella adquirimos creencias justificadas sobre esos aspectos nómicos. Las creencias son representaciones mentales del mundo que se justifican mediante el razonamiento. El razonamiento nos permite concluir información sobre el mundo (nuestras creencias) a partir de otras piezas de información (evidencia).

La lógica es la ciencia que se encarga de estudiar la argumentación. La argumentación es un proceso de obtención de conclusiones a partir de premisas siguiendo unas reglas determinadas. Las reglas de la lógica serán pues parte de las reglas seguidas por los científicos y, en general, por cualquier persona que utilice el lenguaje para razonar y obtener conclusiones a partir de la evidencia.

Nos centraremos por tanto en el tema de cómo se justifica nuestro conocimiento y examinaremos varios métodos de justificación:

1. La justificación a partir de la observación de nuestro entorno
2. El razonamiento deductivo
3. Las diferentes variedades de razonamiento inductivo:
 - Inducción por enumeración,
 - Método hipotético-deductivo,
 - Inferencia a la mejor explicación.

1. Creencia

Hemos caracterizado a la ciencia como una actividad que nos permite adquirir creencias justificadas sobre aspectos nómicos del mundo. Veamos algunas características de las creencias:

1. Las creencias son representaciones mentales. Como representaciones que son poseen un cierto contenido. El contenido de las creencias puede ser verdadero o falso dependiendo de cómo sea el mundo.
2. La función principal de las creencias es guiar la conducta del agente de forma adecuada según el contenido representado por las mismas.
3. Las creencias son actitudes psicológicas de compromiso con la verdad de unos ciertos contenidos. Este compromiso puede variar en grado.

Estas características de las creencias se deben entender dentro de un modelo más general del concepto de representación, que enfatiza la utilidad que tienen las representaciones para los seres vivos¹. La mayoría de seres vivos poseen sistemas de representación que les permiten mapear el mundo de manera que su conducta se vea guiada por este mapa interno. Esta capacidad de representación supone una ventaja evolutiva obvia². Pensemos, por ejemplo, en el caso de la percepción. El estado perceptivo que consiste en darse cuenta de la presencia de un objeto lanzado a gran velocidad hacia nosotros nos permitirá modificar nuestra conducta de manera que seamos capaces de evitar su impacto.

Hay otras maneras de adquirir información sobre la realidad que van más allá de la percepción. Muchos seres vivos tienen la capacidad de acumular información sobre el mundo en forma de creencias, opiniones, o estados representacionales similares, y de utilizar posteriormente esta información para actuar adecuadamente³. A este tipo de capacidades les llamamos capacidades doxásticas.

En tanto en cuanto que son estados representacionales, las creencias tienen propiedades semánticas. En particular, tienen contenido; es decir, cada creencia determina una condición de verdad sobre el mundo: dice del mundo que es de una manera determinada. Por ejemplo, nuestra creencia de que José María Aznar es el presidente actual del gobierno español tiene como contenido que un individuo concreto, a saber, José María Aznar, posee

¹ Recientemente diversos autores han enfatizado la necesidad de entender las representaciones mentales dentro de este modelo general. Ver, por ejemplo, Dretske, F. 1986. *Explaining Behavior: Reasons in a World of Causes*; Millikan, R. 1984. *Language, Thought, and Other Biological Categories*; Fodor, J. 1990. *A Theory of Content and Other Essays*.

² Este aspecto de las representaciones ha sido especialmente enfatizado por Ruth Millikan en *Language, Thought, and Other Biological Categories* (1984).

³ Para un estudio de las creencias en términos del concepto de información, ver el libro de Dretske, F. 1981. *Knowledge and the Flow of Information*.

ahora la propiedad de ser el presidente del gobierno español. Para que esta creencia sea verdadera el mundo ha de ser tal que el individuo mencionado ejemplifique la propiedad mencionada en este momento. Las creencias pueden ser, por tanto, verdaderas o falsas dependiendo de si la condición de verdad que determinan es satisfecha por el mundo o no. Uno puede tener, por tanto, creencias que son ciertas y tener creencias que están equivocadas. Contrariamente a lo que sucede en el caso del conocimiento, no hay una relación intrínseca entre creencia y verdad. Una persona puede creer que la tierra es plana y estar, por tanto, equivocada. Conocimiento, en cambio, implica verdad. Si sabemos que la Tierra es redonda, la Tierra, de hecho, debe ejemplificar la propiedad de ser redonda, y naturalmente no podemos saber que la Tierra es plana.

Como hemos dicho antes, aparte de propiedades semánticas, las creencias tienen también propiedades psicológicas. En primer lugar, las creencias son el resultado de diversos tipos de mecanismos psicológicos.

Algunas creencias son, por ejemplo, resultado de la percepción de la realidad exterior a través de nuestros sentidos. Así, del estado perceptivo que consiste en darse cuenta de que una piedra se dirige a nosotros a gran velocidad podemos derivar la creencia de que una piedra se dirige a nosotros a gran velocidad. Por otro lado, también podemos inferir creencias a partir de otras creencias. Otra característica psicológica de las creencias consiste en que un agente puede tener diversos grados de compromiso con la verdad de las mismas. De entrada, un agente puede considerar un contenido, sin llegar a creerlo. Podemos, por ejemplo, evaluar la idea de que la vitamina C cura los resfriados, sin terminar de estar seguros de ello, sin comprometernos con la verdad de esta afirmación. Creer implica un compromiso con la verdad de un contenido, y este compromiso se muestra en la manera en la que uno se comporta. Comprometerse con la verdad de una creencia implica cambiar de actitud: a partir del momento del compromiso la conducta pasará a estar guiada, en parte, por la creencia. Por ejemplo, si pasamos a creer que la vitamina C cura los resfriados lo más probable es que modifiquemos nuestras disposiciones a la conducta de tal manera que cuando nos resfriemos estemos dispuestos a consumir pastillas con vitamina C. El compromiso con nuestras creencias no es, desde luego, una cuestión de todo o nada. Podemos establecer diversos grados de compromiso con una creencia. Por ejemplo, el compromiso que tenemos con la creencia de que el sol saldrá de nuevo mañana es muy fuerte, mientras que el compromiso que tenemos con la creencia de que el cáncer será una enfermedad curable en el próximo lustro lo es, seguramente, algo menos. Cuánto confiamos en la verdad de una creencia se muestra en hasta qué punto estamos dispuestos a actuar en base a la misma.

Naturalmente, que tengamos una creencia y que estemos comprometidos con la verdad de la misma en un grado muy alto no quiere decir que la creencia sea cierta. Que sea verdadera o no tiene que ver, como hemos dicho, con qué pasa en el mundo: es decir, con si el mundo es como la creencia afirma. El grado de compromiso que un agente tenga con una creencia depende de factores psicológicos tales como qué evidencia tenga en favor de la misma (por ejemplo, qué otras creencias tenga el agente que puedan suponer evidencia en favor de la misma). Saber que en los últimos años se ha avanzado mucho en el estudio del cáncer constituye evidencia en favor de la idea de que en un futuro no demasiado lejano será una enfermedad curable, evidencia que hace que el compromiso con esta última idea sea

considerable. El grado de compromiso que uno tenga con una creencia no es, por tanto, una propiedad semántica de la creencia, determinada por su contenido o valor de verdad, sino una propiedad psicológica.

2. Justificación

Dejando aparte la existencia de mecanismos psicológicos que nos llevan a adquirir un cierto grado de compromiso con una creencia, nos encontramos con el hecho de que la adquisición de compromiso con una creencia puede estar justificada o no. Veámoslo con un ejemplo. Supongamos que leemos nuestro horóscopo en una revista y que de entre las predicciones que encontramos una de resulta ser correcta. Como consecuencia de ello adquirimos una gran confianza en las capacidades predictivas de la astrología. Este proceso de adquisición de confianza en la astrología, causado por el éxito de la predicción, es un proceso que se ha dado en nosotros, un proceso psicológico que podríamos probablemente caracterizar con más detalle. Pero, aparte de dar una descripción más precisa de este proceso desde el punto de vista psicológico, también podemos evaluar hasta qué punto nuestro cambio de actitud está realmente justificado ¿Podemos concluir del hecho de que el horóscopo haya acertado en una predicción que la astrología permite predecir el futuro? ¿No deberíamos de tener en cuenta, por ejemplo, el porcentaje de aciertos sobre la totalidad de predicciones hechas? ¿Y no deberíamos comparar este porcentaje, por ejemplo, con los aciertos de predicciones hechas, por ejemplo, por personas con un nivel cultural similar al del autor de las predicciones originales? Claro que podemos concluir que la astrología permite predecir el futuro. Pero lo que nos interesa saber realmente no es si podemos concluirlo en el sentido de que haya un mecanismo psicológico que nos permita llegar a tal conclusión, sino más bien si nuestra conclusión es una buena conclusión, si es correcta, si estamos realmente legitimados en concluir lo que hemos concluido en base a la evidencia que tenemos (es decir, en base al éxito predictivo del horóscopo), si esa evidencia constituye un buen apoyo en favor de la verdad de nuestra conclusión.

Esta es una cuestión que no pertenece al nivel de explicación psicológico, ni al semántico (que tiene que ver, como sabemos, con el contenido y la verdad de nuestras creencias), sino a otro nivel de comprensión de la situación: el nivel epistemológico. La epistemología, o teoría del conocimiento, es la disciplina que se ocupa de estudiar la corrección o incorrección de los procesos que llevan a la adquisición de compromiso con la verdad de nuestras creencias, es decir, de la justificación o falta de justificación de las mismas.

Podemos decir provisionalmente que una creencia está justificada cuando hay razones genuinas que la apoyan. En el ejemplo anterior, aunque se ha producido la adquisición de compromiso con la verdad de una creencia, esta adquisición no está justificada. Dicho de otro modo: no nos hemos comportado de manera totalmente racional a la hora de comprometernos con la creencia de que la astrología tiene la capacidad de predecir el futuro. La evidencia en que hemos basado este compromiso es insuficiente.

¿Por qué queremos estar justificados en lo que creemos? ¿Por qué queremos actuar racionalmente? Como hemos dicho en el apartado anterior, una de las funciones principales

de las creencias es guiar la conducta. Tendremos más posibilidades de éxito en la satisfacción de nuestros deseos si actuamos de acuerdo con nuestras creencias y éstas son buenas representaciones de la realidad –es decir, si son ciertas. Pero, ¿cómo podemos estar seguros de que nuestras creencias son ciertas? La respuesta a esta pregunta es que nunca podemos estar seguros de ello.

El hecho de que una creencia esté justificada es un indicio de su corrección, de que es verdadera. De este modo, que nuestras creencias estén justificadas hace más probable que sean ciertas y que, por lo tanto, puedan ayudarnos a satisfacer nuestros deseos cuando actuamos de acuerdo con ellas. Pero la ciencia no nos puede ofrecer la certeza absoluta⁴.

La epistemología es una disciplina normativa: nos aporta criterios para determinar si una justificación es correcta; si estamos legitimados en comprometernos con una creencia dada la evidencia que tenemos en favor de la misma. En este sentido, contrasta con disciplinas puramente descriptivas, que se encargan simplemente de reflejar algún aspecto de la realidad sin darnos reglas o criterios que nos permita determinar su ‘bondad’ o corrección.

3. Evidencia y percepción

Según el modelo general que estamos exponiendo aquí sobre el origen y la función de las representaciones mentales, los organismos adquieren representaciones doxásticas como resultado de su interacción causal con el mundo con la finalidad de representar aspectos de la realidad. Estos estados doxásticos tienen la función de adaptar la conducta del organismo a la realidad representada. Según este modelo, el origen de nuestras creencias es el mundo mismo, que interactúa causalmente con nosotros y es el responsable de la fijación de lo que creemos. La interacción causal con el mundo nos proporciona evidencia empírica que es la fuente primaria de justificación de nuestro conocimiento de la realidad⁵.

Una de las fuentes principales de adquisición de nuestras creencias es, por tanto, la percepción. Percibimos lo que pasa a nuestro alrededor y como consecuencia de ello formamos opiniones (creencias) al respecto. Nuestro sistema perceptivo es un sistema generador de representaciones; nuestras percepciones son representaciones. La interacción causal entre el mundo y nuestro sistema perceptivo genera estas representaciones. La interacción causal entre estas percepciones y nuestro sistema de formación de creencias lleva a la creación de estas últimas.

⁴ Uno de los temas centrales de la filosofía moderna y contemporánea ha sido precisamente el de la certeza. Algunos autores han concluido que, puesto que la ciencia no nos puede proporcionar certeza, debemos buscarla en otro lugar, tal vez en una filosofía primera (como, por ejemplo, pretendía Descartes). Otros autores en cambio, aceptan que la ciencia no nos puede ofrecer certeza, y que debemos conformarnos con creencias justificadas, pero susceptibles de ser erróneas.

⁵ Aunque parezca razonable entender las representaciones mentales de este modo, no todos los autores lo han creído así. Hay filósofos que han argumentado en favor de modelos epistemológicos muy distintos. Por ejemplo, racionalistas y empiristas clásicos han considerado que sólo podemos conocer aquello de lo que tengamos certeza.

Uno de los problemas que se nos presenta en este modelo de generación de creencias a partir de la percepción es el de cómo pueden nuestras percepciones constituir evidencia favorable de nuestras creencias: es decir, la cuestión de cómo justifica la percepción. Está claro que hay una interacción causal entre percepción y creencia, pero si hablamos a nivel de justificación, ¿podemos decir realmente que nuestras percepciones constituyen razones para nuestras creencias?, ¿podemos aducirlas como razones en un argumento en favor de una determinada afirmación con cuya verdad estamos comprometidos?

Para que este modelo funcione es necesario que el agente posea un sistema conceptual que le permita clasificar, primeramente, el input perceptivo bajo categorías; en particular, que sea capaz de identificar entidades que son presentadas perceptivamente; por ejemplo, formas, colores, etc. Posteriormente, la formación de creencias implicará la clasificación de la experiencia perceptiva bajo categorías doxásticas de manera que se puedan construir creencias.

Este aparato clasificador tiene una base causal. El mundo afecta nuestros sentidos causalmente de manera que provoca la creación de una representación que clasifica el mundo bajo una categoría. Un ejemplo de cómo esto podría suceder es el siguiente. La presencia de un objeto rojo afecta nuestra visión de manera que formamos una percepción visual que clasifica la parte de la realidad que estamos viendo como roja. Para poder clasificarla de este modo nuestro aparato perceptivo tiene que estar dotado de la capacidad de identificar superficies rojas. El contenido de la percepción visual en este caso sería la condición de que hay una superficie roja delante del agente. La posesión por parte de un agente de un sistema conceptual de clasificación de experiencias es, por tanto, necesaria para poder adquirir evidencia sobre el mundo, y en primer lugar, evidencia de tipo perceptivo. Parece razonable pensar que en el caso del aparato sensorial encargado de la percepción, este sistema de clasificación tiene un componente innato predominante. Del mismo modo, el paso de estados perceptivos a doxásticos implica la posesión de un aparato conceptual característico. Este aparato conceptual no parece que tenga que estar ligado a la adquisición de un lenguaje sofisticado como el de los humanos, dado que está claro que muchos animales son capaces de tener estados doxásticos que involucran un aparato clasificatorio-conceptual, aunque no posean lenguajes como los nuestros.

¿Tenemos alguna garantía de que aparatos como el perceptivo producen representaciones correctas del mundo externo? Es obvio que no tenemos una garantía absoluta de la corrección de los productos de nuestros sentidos⁶. Los sentidos nos pueden engañar, especialmente si la percepción se produce en circunstancias especiales, alejadas de las ordinarias. Los sentidos son sistemas que se han desarrollado para actuar de manera óptima en ciertas condiciones. Afortunadamente, estas son las condiciones en las que los utilizamos ordinariamente, de manera que los podemos considerar fiables aunque no infalibles. De la misma manera, el sistema que traduce percepciones en creencias es fiable pero no infalible. En este sentido podemos decir de ciertas creencias que están justificadas perceptivamente. No porque tengamos razones (otras creencias) en las que las podamos

⁶ Recordemos los argumentos clásicos de, por ejemplo, Platón y Descartes, en contra de la percepción como fuente del conocimiento. Son argumentos basados en el hecho de que los sentidos son falibles.

basarlas, sino porque se han generado de acuerdo con mecanismos fiables que en condiciones ordinarias⁷ preservan la verdad: es decir, en base a mecanismos que generan creencias que reflejan adecuadamente la realidad a partir de percepciones que también la reflejan. Por tanto, gran parte de lo que creemos proviene de la percepción de lo que nos rodea. Nuestro conocimiento del mundo, sin embargo, va más allá de lo que podemos derivar directamente de la percepción. Podemos, por ejemplo, adquirir creencias complejas desde un punto de vista lógico, como las creencias de tipo general (por ejemplo, la creencia de que todos los hombres son mortales), y podemos creer cosas sobre entidades con las que no tenemos ninguna interacción perceptiva, como las entidades teóricas postuladas por las ciencias.

¿Cómo adquirimos estas creencias? En primer lugar necesitamos poseer la capacidad de tenerlas, de formularlas; de expresar, por ejemplo, creencias generales, o creencias sobre la estructura nómica de la naturaleza. Es decir, necesitamos el aparato conceptual adecuado. Además necesitamos poseer mecanismos que nos puedan llevar a formular estas creencias no observacionales. En particular, necesitamos la capacidad de razonar, de argumentar, que nos permita llegar, por ejemplo, a creencias complejas lógicamente y a creencias con contenidos sobre aspectos complejos de la realidad a partir de los datos empíricos proporcionados por la experiencia perceptiva.

Procederemos ahora a examinar los procesos de razonamiento que nos permiten acceder a creencias complejas en base a la experiencia, y los que nos permiten derivar a partir de creencias complejas lógicamente conclusiones que se siguen de las mismas.

4. Razonamiento

Como hemos dicho, hay creencias en favor de las cuales tenemos, básicamente, evidencia perceptiva. Por tanto, hay creencias cuya justificación está basada directamente en la observación; es decir, se trata de una justificación que no involucra argumento o razones. A parte de este tipo de evidencia, habitualmente justificamos nuestras creencias mediante el razonamiento o la argumentación.

Argumentar consiste en aducir razones en favor de una cierta tesis. Las razones son afirmaciones con un cierto contenido a las que llamamos premisas. La tesis que pretendemos justificar es la conclusión del argumento. Las razones son tales que pensamos de ellas que son ciertas, y lo pensamos porque tenemos una justificación de las mismas. El argumento sirve para justificar su conclusión.

Hay palabras que son marcadores sintácticos que indican que se está realizando un argumento. Por ejemplo: “por tanto”, “en consecuencia”, “es por eso que”; “dado que”, “ya que”, “(muy) probablemente”. En muchos argumentos no todas las premisas están formuladas de manera explícita, y algunas se presuponen. En estos casos, para determinar si

⁷ Millikan en *Language, Thought, and Other Biological Categories* argumenta que estas condiciones ordinarias se han de entender como condiciones históricas.

se trata de un argumento adecuado para justificar la conclusión, debemos hacer explícitas todas las premisas.

¿Cómo apoyan las premisas a la conclusión de un argumento? Esencialmente lo pueden hacer de dos maneras:

1. Por un lado, el contenido de las premisas puede implicar el de la conclusión: es decir, la información⁸ transmitida por la conclusión puede ser tal que ya esté incluida en la información transmitida por las premisas. En este caso la verdad de las premisas garantiza la verdad de la conclusión. Decimos entonces que la conclusión es consecuencia lógica de las premisas.

2. Pero, por otro lado, no todos los argumentos correctos que hacemos son tales que sus conclusiones sean consecuencia lógica de las premisas. Pensemos en el siguiente argumento:

Todos los cuervos observados hasta ahora, y se han observado muchos en las más diversas circunstancias, han sido de color negro; por tanto, es razonable pensar que los cuervos son siempre negros.

Este argumento parece correcto, pero está claro que la conclusión no es una consecuencia lógica de las premisas. En este caso lo que hacemos es dar apoyo a la conclusión en base a las premisas sin que la información contenida en la conclusión esté contenida en las premisas: la información que todos los cuervos observados hasta ahora son negros no contiene la información que todos los cuervos son negros; en particular no contiene información sobre los cuervos que no hemos observado. Por este motivo, la verdad de las premisas no garantiza la verdad de la conclusión. Es decir, es perfectamente posible que todos los cuervos observados hasta ahora hayan sido negros pero que haya cuervos no observados que sean de otro color.

De hecho, la inclusión de nueva información en forma de nuevas premisas en el argumento anterior podría hacer que la conclusión ya no resultase válida. Consideremos qué pasaría con el argumento anterior si se encontrara un cuervo que no fuese negro. En ese caso ya no podríamos concluir que todos los cuervos son negros. Fijémonos en que este tipo de situación no se puede dar nunca en el caso de un argumento del primer tipo, ya que la información de la conclusión ya está contenida en las premisas. Si las premisas son verdaderas la conclusión también lo será.

Cuando hacemos un argumento con la pretensión de justificar una conclusión lo podemos hacer pensando que la conclusión se sigue de las premisas; que se trata de su consecuencia lógica. A este tipo de argumentos les llamamos *deductivos*. Si, en cambio, pensamos que

⁸ Aquí usaremos el término “información” sin demasiada precisión, aunque en la literatura reciente se ha convertido en un término técnico usado fundamentalmente para analizar las propiedades semánticas de las representaciones. Vease Dretske 1981; Israel, D. y J. Perry. 1991. “What is Information?”

las premisas dan apoyo a la conclusión —es decir, que la verdad de las premisas hace más razonable pensar que la conclusión es verdadera— pero no pensamos que ésta sea consecuencia lógica de las premisas, decimos que el argumento es *inductivo*.

Otro modo de explicitar la diferencia entre argumentos deductivos e inductivos es decir que los primeros son explicativos: explican una conclusión a partir de las premisas de las que se sigue. Los segundos, en cambio, son ampliativos, porque la información transmitida por la conclusión amplía la contenida en las premisas.

En un argumento, la justificación de la conclusión puede fallar por dos motivos:

1. Porque las premisas no estén ellas mismas justificadas.
2. Porque no exista una conexión adecuada entre premisas y conclusión, y, por tanto, el argumento no sea correcto.

El siguiente argumento es un ejemplo de lo primero:

- (1) O bien pequeñas dosis de nicotina son mortales o bien son inofensivas.
- (2) Pequeñas dosis de nicotina no son mortales.
- (3) Por tanto, pequeñas dosis de nicotina son inofensivas.

Está claro que la primera premisa de este argumento no está justificada. No es cierto que las dos alternativas establecidas en ese enunciado sean las únicas posibles: falta considerar la opción que pequeñas dosis de nicotina sean dañinas aunque no mortales.

Veamos ahora un ejemplo de argumento inválido por falta de una conexión correcta entre premisas y conclusión:

- (1) O bien pequeñas dosis de nicotina son mortales, o bien son dañinas pero no mortales, o bien son inofensivas.
- (2) Pequeñas dosis de nicotina no son mortales.
- (3) Por tanto, pequeñas dosis de nicotina son inofensivas.

Justificamos nuestras creencias (entre ellas, las hipótesis científicas) mostrando que son la conclusión de argumentos correctos basados en premisas ya justificadas. Estos argumentos pueden ser o bien deductivos o bien inductivos. En ambos casos, para que los argumentos sean correctos se han de dar las dos condiciones antes mencionadas. Pero estos tipos de argumentos requieren criterios de corrección distintos que ahora pasamos a examinar.

5. Validez o corrección de los argumentos deductivos

Para que los argumentos deductivos sean correctos la conclusión se ha de seguir de las premisas. En particular, la conclusión se ha de obtener de las premisas según ciertas reglas: las reglas de inferencia. Estas reglas garantizan la verdad de la conclusión dada la verdad de las premisas. Argumentar deductivamente consiste por tanto en aplicar reglas de inferencia a premisas que suponemos verdaderas para así obtener una conclusión que consideraremos también verdadera. Si las reglas son correctas y están bien aplicadas, y las premisas son verdaderas, entonces la conclusión tendrá que ser verdadera necesariamente.

El conocimiento que poseemos de las reglas de inferencia es implícito. Es un conocimiento que forma parte del aparato conceptual que adquirimos cuando aprendemos a utilizar las expresiones lógicas (es decir, de su significado). Por ejemplo, como parte del conocimiento que adquirimos cuando aprendemos a utilizar la conjunción “y” sabemos que si una frase como “Nieva y hace frío” es verdadera, entonces “Hace frío” también lo será. En general, sabemos que si tenemos una frase con la forma “ p y q ”, donde “ p ” y “ q ” son frases cualesquiera, y pensamos que “ p y q ” es verdadera, entonces tanto “ p ” como “ q ” serán verdaderas. Reglas similares se corresponden al uso del resto de expresiones lógicas.

Un argumento deductivo es válido o correcto sólo si las reglas utilizadas garantizan que la conclusión es consecuencia lógica de las premisas, es decir, que la información contenida en la conclusión está contenida en las premisas. Una regla como la ejemplificada en el párrafo anterior garantiza que la conclusión es consecuencia lógica de las premisas. Consideremos, en cambio, una regla incorrecta como la siguiente, cuya aplicación no preserva la verdad: a partir de una premisa “ p ” podemos concluir “No p ”. La regla es evidentemente incorrecta porque nos permite obtener de una frase su negación. Si la frase es verdadera, la conclusión será falsa, con lo que la verdad no se preserva en el argumento: la conclusión no es consecuencia lógica de las premisas; o, por decirlo de otra manera, la información contenida en la conclusión no está contenida en las premisas. Naturalmente, una regla incorrecta como esta no forma parte del significado de la negación.

Que una deducción sea válida o correcta no quiere decir que su conclusión sea verdadera; sólo quiere decir que la conclusión se sigue de las premisas. Por ejemplo, una inferencia como la siguiente es correcta pero la conclusión es falsa:

- (1) Todos los jugadores de baloncesto son altos.
- (2) Chiquito de la Calzada es un jugador de baloncesto.
- (3) Por tanto, Chiquito de la Calzada es alto.

También puede darse el caso que haya premisas falsas, deducción válida y conclusión verdadera. Por ejemplo:

- (1) Los cerdos son animales con agallas.
- (2) Ningún animal con agallas vive en el mar.
- (3) Por tanto, los cerdos no viven en el mar.

La característica importante que debemos resaltar de los argumentos deductivos es que garantizan la verdad de la conclusión siempre que las premisas sean verdaderas y el procedimiento de obtención de la conclusión sea correcto. La justificación deductiva es la justificación de una conclusión por medio de un argumento deductivo a partir de premisas justificadas. Si el argumento es correcto (es decir, si es un argumento ejecutado siguiendo reglas correctas) podemos afirmar que la conclusión está justificada, y si las premisas son verdaderas sabemos, además, que la conclusión es verdadera.

Las justificaciones deductivas pueden, por tanto, fallar por dos motivos. O bien porque alguna de las premisas del argumento no esté justificada, o bien porque el proceso de obtención de la conclusión a partir de las premisas, es decir, la deducción, resulte inválida, por ejemplo, por el mal uso de una regla.

6. Justificación inductiva

Como podemos suponer por lo dicho hasta ahora, el razonamiento deductivo no es un tipo de razonamiento que contribuya a incrementar la información que tenemos sobre la realidad. Todo lo que la conclusión de un argumento deductivo contiene es información ya contenida en las premisas. Si ya creemos lo que dicen las premisas, deducir algo a partir de las mismas no hará que aumente nuestro conocimiento.

Si todo el conocimiento sobre el mundo que tenemos lo obtuviéramos a partir de la evidencia perceptiva y del razonamiento deductivo no podríamos ampliar nuestro conocimiento del mundo mas allá de lo que vemos. No podríamos generalizar, extrapolar, descubrir la estructura oculta de la naturaleza, postular la existencia de entidades no observables, etc. La argumentación deductiva no es suficiente para hacer ciencia. Se supone que la ciencia lleva a un aumento de nuestro conocimiento del mundo respecto de lo que podemos observar. El resultado de hacer ciencia es una representación más compleja y exacta del mundo, que la que nos proporciona la percepción. Por tanto, el razonamiento en ciencia empírica ha de estar basado fundamentalmente en argumentos inductivos. A estos argumentos se les llama también argumentos ampliativos. Pensemos, por ejemplo, en el caso de la hipótesis de que los cuervos son negros. ¿Qué tipo de argumento se puede dar en favor de esta hipótesis? Podemos intentar justificarla basándonos en casos concretos. Pero la hipótesis que se intenta justificar es una hipótesis general no restringida; es una hipótesis que habla de todos los cuervos, no sólo de los casos que se han observado. Todas las observaciones que se han hecho hasta ahora son de cuervos negros. Pero está claro que de estas observaciones no se sigue deductivamente que todos los cuervos sean de color negro. El enunciado “Los cuervos son negros” transmite una información mayor que la transmitida

por la conjunción de todos los enunciados del tipo “x es negro”, donde “x” es sustituida por un nombre del cuervo observado.

Esto no quiere decir que no se pueda intentar dar explicaciones deductivas de enunciados generales como el anterior. Se puede intentar explicar, por ejemplo, que los cuervos son negros porque tienen una cierta constitución genética de la que se sigue deductivamente que tienen que tener ese color. Lo que se habría de justificar en este caso son los principios que justifican esta proposición sobre la constitución genética de los cuervos y, en último término, la justificación de esta información tendrá que ser inductiva.

Del hecho de que los procesos de razonamiento inductivos sean ampliativos se sigue una de las características propias de este tipo de argumentos, a saber, que no pueden garantizar la verdad de sus conclusiones (contrariamente a lo que ocurre en el caso de los argumentos deductivos). En el caso de un argumento deductivo válido, si sus premisas son verdaderas, y dado que lo que dice la conclusión está contenido en las premisas, la conclusión tendrá que ser verdadera. Mientras que en el caso de los argumentos inductivos, como hay un aumento de información, que las premisas sean verdaderas no puede garantizar que la conclusión también lo sea.

7. Corrección de los argumentos inductivos

En el caso de los argumentos inductivos no podemos hablar estrictamente de corrección o incorrección, de validez o invalidez, sino que más bien lo que ocurre es que la fuerza del argumento varía dependiendo de diversos factores, y así tenemos desde argumentos claramente incorrectos, carentes de fundamentación, a buenos argumentos inductivos.

Las reglas que determinan la bondad o incorrección de este tipo de argumentos no son tan obvias como las de los argumentos deductivos, por mucho que sean reglas que tenemos tan interiorizadas como las que rigen la argumentación deductiva. Son reglas que dependen no sólo de cuáles sean las expresiones lógicas involucradas en las premisas y la conclusión del argumento, sino también de factores no formales.

Por ejemplo, el apoyo inductivo que recibe una conclusión que es una generalización sobre casos particulares depende no sólo del hecho de que las premisas expliciten los hechos particulares y la conclusión sea su generalización, sino también, de factores tales como:

1. El número de casos particulares considerados. Así, no parece correcto inferir a partir de la observación de un par de cuervos negros que todos los cuervos son negros.
2. La forma como se han seleccionado estos casos particulares. No parece correcto inferir que todos los cuervos son negros a partir de la observación de cuervos seleccionados dentro de una misma familia de cuervos negros.
- 3.Cuál sea la propiedad sobre la que se generaliza. No parece razonable inferir que tomar infusiones de hierbas facilita la digestión a partir del hecho de que tomar una infusión de

manzanilla después de comer nos suele ayudar con la digestión. La propiedad relevante en este caso sería tomar infusiones de manzanilla, y no tomar infusiones de hierbas en general.

4. El conocimiento de factores relevantes pero no especificados en las premisas. No parece razonable inferir que beber zumo de naranja cuando se está resfriado hace que el resfriado se cure a partir del hecho de que siempre que hemos bebido zumo de naranja estando resfriados hemos terminado por curarnos. Al fin y al cabo, los resfriados se curan generalmente en pocos días tanto si se bebe zumo de naranja como si no.

Esta lista de reglas no pretende ser exhaustiva. Sólo pretende dar una idea de que las reglas de la inferencia inductiva no sólo dependen de factores formales. Además, algunas de las reglas que hemos mencionado se aplican sólo en el caso de una forma de razonamiento inductivo concreta: la inducción por enumeración. Pero no todos los argumentos inductivos tienen esta forma. Veamos ahora ejemplos de formas alternativas de razonar inductivamente.

8. Inducción enumerativa y método hipotético-deductivo

La justificación de tipo inductivo o ampliativo no está siempre basada en argumentos enumerativos como los que hemos visto hasta ahora, los cuales parten de premisas que explicitan hechos particulares y generalizan sobre estos hechos en forma de conclusión general. A esta forma de inducción la llamamos *inducción enumerativa*. No podemos reducir la argumentación inductiva al método de generalización enumerativa.

Tenemos, también, por ejemplo, como una forma de argumentación inductiva, lo que se conoce como método hipotético-deductivo. Este método, tradicionalmente considerado como el utilizado de manera predominante en las ciencias empíricas, está basado en la idea de que el científico lo que hace es formular hipótesis generales a partir de datos particulares, y después contrasta estas hipótesis en base a comprobar el valor de verdad de las predicciones hechas a partir de las mismas. El científico adquiere un compromiso más fuerte con la verdad de una cierta hipótesis que ha inducido a partir de datos observacionales haciendo predicciones a partir de la misma y comprobando que estas se cumplen. Cada predicción exitosa constituye nueva evidencia empírica en favor de la hipótesis en consideración. La formulación de la hipótesis se puede realizar, por ejemplo, en base a una simple inducción enumerativa, y la formulación de predicciones se hace deductivamente a partir de las hipótesis conjeturadas y otras tesis ya aceptadas.

Puede ocurrir que la hipótesis sometida a consideración no sea una afirmación aislada. En muchos casos lo que se somete a contrastación es un modelo complejo, constituido por un conjunto de hipótesis, a partir de las cuales se pueden inferir predicciones deductivamente. Así, por ejemplo, Kepler indujo las órbitas de los planetas a partir de los datos observacionales que había acumulado Tycho Brahe sobre la posición de los planetas en el firmamento. A partir de estas órbitas Kepler infirió deductivamente predicciones cuyo éxito le sirvió para confirmar sus hipótesis sobre las órbitas. Es decir, los datos observacionales, tanto los iniciales de Brahe, como los predichos por Kepler, constituyeron la evidencia

sobre la que Kepler se basó para comprometerse con la creencia de que las órbitas de los planetas eran las que él había propuesto. Estos datos observables son las razones que le justificaron en su creencia en el modelo propuesto. Se debe enfatizar que en el caso del método hipotético-deductivo las predicciones que se hacen se siguen deductivamente de las hipótesis sometidas a contrastación más, posiblemente premisas adicionales ya justificadas.

9. Inferencia a la mejor explicación

Otra variedad de argumentación inductiva, que a veces se interpreta como la forma más general, es la que se conoce como *inferencia a la mejor explicación* o *abducción*. Lo que hacemos cuando argumentamos por abducción se puede ver de la siguiente manera: nos basamos en una serie de datos, ya sean hechos particulares, generales o leyes, e intentamos dar una explicación de los mismos en base a tesis más informativas. Es decir, construimos modelos explicativos en base a las premisas que aceptamos. Para cualquier conjunto de datos iniciales siempre hay diversos modelos explicativos posibles. Abducir es elegir entre todas estas explicaciones la mejor, en base a una serie de criterios. La abducción es una forma de razonamiento inductivo. Los datos constituyen las premisas del argumento. La mejor explicación de estos datos es la conclusión. Los datos sirven de evidencia a favor de la explicación, que es más informativa. El modelo explicativo escogido se obtiene inductivamente siguiendo un conjunto de criterios.

¿Cuáles con estos criterios que utilizamos para elegir una explicación como la mejor? Son diversos, y no siempre compatibles. Hemos visto unos cuantos cuando considerábamos la cuestión de la corrección de los argumentos inductivos enumerativos. Como ya dijimos entonces, no se trata de reglas como las que utilizamos en el caso de las inferencias deductivas, cuyas condiciones de aplicación son siempre claras y nunca entran en conflicto con otras reglas. Estos son algunos de los criterios:

1. Debemos favorecer modelos explicativos basados en evidencia lo mas abundante posible, que se haya elegido de manera no sesgada, y que realmente dé apoyo inductivo a los modelos. Hemos visto antes una versión de este criterio cuando evaluábamos la corrección de los argumentos por inducción enumerativa.

2. Si tenemos un modelo explicativo a partir del cual hemos derivado predicciones que han resultado fallidas, nuestra confianza en el modelo debe bajar sustancialmente. De hecho, si la predicción se sigue exclusivamente del modelo, el que sea fallida quiere decir que algún elemento del modelo es incorrecto. Si por ejemplo, del modelo de Kepler del sistema solar se hubiera seguido una posición incorrecta para alguno de los planetas, eso hubiera significado que algún elemento del modelo era falso. Normalmente, sin embargo, las predicciones se siguen de los modelos más premisas adicionales, y una predicción fallida indica que, o bien algún elemento del modelo, o bien alguna premisa adicional es incorrecto.

3. Debemos favorecer modelos explicativos con el mayor poder de predicción posible; en particular, modelos a partir de los cuales podamos realizar predicciones sorprendentes que

resulten correctas, o predicciones correctas que correspondan a ámbitos de la realidad muy diversos (en particular ámbitos diferentes de los que nos han servido de base para formular los modelos). Además, estas predicciones han de ser lo más precisas posibles. Así, por ejemplo, de oír ruidos en casa durante varias noches seguidas podemos inferir que probablemente la próxima noche los volveremos a oír, lo cual no constituye una predicción demasiado sorprendente. Pero también podemos inferir que si lo que causa esos ruidos es la presencia de un ratón, entonces encontraremos restos de materia orgánica producidos por el mismo. Esta última predicción resulta menos obviamente esperable en base a los datos empíricos sobre los que nos estamos basando (los ruidos que oímos). Por tanto, que la predicción se dé constituirá evidencia a favor de la hipótesis de la existencia de un ratón en casa.

4. En el caso de modelos que involucren entidades no directamente observables (entidades teóricas), tiene que existir una conexión entre las leyes teóricas y las predicciones, de manera que el éxito de estas constituya evidencia real en favor del modelo en su totalidad. En general, es fácil inventarse explicaciones. Lo que nos interesa son explicaciones que involucren entidades teóricas cuya existencia tenga consecuencias claras a nivel observable (por ejemplo, no nos interesan modelos poblados de espíritus mágicos, fuerzas ocultas, etc.).

5. Debemos favorecer modelos compatibles con el conocimiento ya establecido, de manera que las nuevas leyes sean compatibles con las ya conocidas explicando hechos nuevos. Nuestro conocimiento del mundo es en gran medida acumulativo. Nos basamos en creencias de cuya corrección tenemos pocas dudas. Que los nuevos modelos explicativos sean compatibles con el conocimiento establecido nos los hace más aceptables.

6. A igualdad de capacidad predictiva, debemos favorecer modelos simples por encima de modelos complicados.

Como hemos dicho, algunos de estos criterios pueden entrar en conflicto. Por ejemplo, el modelo con más poder predictivo puede no ser el más compatible con el conocimiento establecido. Cuál sea el criterio que ha de prevalecer en situaciones como ésta es una cuestión pragmática, que dependerá del contexto.

La inducción enumerativa se puede entender como una variedad de inferencia a la mejor explicación. Se trataría, en este caso, de buscar una explicación, la mejor de entre las muchas posibles explicaciones de los casos particulares observados. Así, que los cuervos observados hasta ahora sean negros es compatible no sólo con la idea de que todos los cuervos son negros, sino también por ejemplo con la idea que, por casualidad hasta ahora sólo hemos encontrado cuervos negros. La explicación que finalmente elegimos es la que mejor satisface reglas como las que acabamos de mencionar que sea compatible con los datos. El método hipotético-deductivo puede entenderse de la misma manera. Naturalmente, el paso argumentativo que va de la evidencia al modelo explicativo supone un aumento de información. Esto es así porque la explicación elegida no es nunca la única posible, y la aceptación de la misma implica el compromiso con una pieza de información sobre el mundo con la cual no se estaba comprometido antes. Que haya un aumento informativo entre datos y modelo explicativo hace, como ya sabemos, que no haya, en

contraste con lo que pasa en el caso del razonamiento deductivo, garantía de que el modelo explicativo inferido sea correcto, por mucho que los datos especificados en las premisas sean ciertos. Nunca, en el caso del razonamiento inductivo, hay garantía de que la hipótesis propuesta sea verdadera, ni tan sólo, como hemos visto, en el caso de la inducción por enumeración.

Como ya hemos dicho, lo que importa es que estos procesos ampliativos de razonamiento que podemos agrupar bajo la etiqueta de “abducción” son centrales en ciencia y, más en general, en la tarea cotidiana de representarnos el mundo. Son, esencialmente, lo que nos permite aumentar nuestro conocimiento sobre la realidad yendo más allá de lo puramente observable: es decir, lo que nos permite construir modelos teóricos, contrastarlos con los datos que tenemos, y compararlos con otros modelos. Cualquier actividad que utilice estos métodos será una tarea con resultados corregibles. Naturalmente, este es el caso de la ciencia empírica.

8. Bibliografía

Bird, A., *Philosophy of Science*, UCL Press, London 1998.

Deaño, A., *Introducción a la lógica formal*, Alianza Editorial, Madrid, 1974.

Dretske, F., *Knowledge and the Flow of Information*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1981.

Dretske, F., *Explaining Behavior: Reasons in a World of Causes*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1986.

Fodor, J., *A Theory of Content and Other Essays*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1990.

Giere, R., *Understanding Scientific Reasoning*, Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1979.

Hempel, C., *Filosofía de la ciencia natural*, Alianza Editorial, Madrid 1973.

Hume, D., *Investigación sobre el conocimiento humano*, Alianza Editorial, Madrid 1984.

Israel, D., y J. Perry. “What is Information?” In P.P. Hanson, ed., *Information, Language, and Cognition*, 1-19. Vancouver: University of British Columbia Press, 1991.

Koertge, N., *Curs de filosofia de la ciència*, Edicions de la Magrana, Barcelona 1990.

Laudan, L., *La ciencia y el relativismo*, Alianza Editorial, Madrid.

Millikan, R. *Language, Thought and Other Biological Categories: New Foundations for Realism*, Cambridge, Mass.: MIT Press, 1984.

Pizarro, F., *Aprender a razonar*, Alhambra Longman, Madrid 1995.

Quine, W., “Epistemology Naturalized”, en *Ontological Relativity and Other Essays*, Columbia University Press, New York, 1969.