

EMPIRISMO Y BUSQUEDA DE CONOCIMIENTO

Dudley Shapere

Universidad de Maryland

RESUMEN

Mediante el estudio de un sofisticado experimento científico contemporáneo, se muestra cómo y por qué el uso del término 'observación', al referirse a ese experimento, se aparta de los usos ordinario y filosófico que asocian epistémicamente observación con percepción. Se examina el papel de la "información de fondo" y se llega a conclusiones generales relativas al uso del lenguaje descriptivo en la ciencia y en el habla acerca de la ciencia. Estas conclusiones ponen al descubierto el razonamiento por el cual la ciencia va construyendo sobre lo que ha aprendido, y revela además cómo ese proceso de construcción consiste no sólo en añadir algo a nuestro conocimiento sustantivo, sino también en incrementar nuestra capacidad de aprender acerca de la naturaleza al extender nuestra capacidad de observarla de nuevas maneras. El argumento de este artículo representa, pues, un paso hacia la comprensión de cómo todo nuestro conocimiento de la naturaleza descansa en la observación.

Observaciones preliminares: el experimento del neutrino solar. En las páginas que voy a leer hoy *, discutiré algunas cuestiones centrales en filosofía de la ciencia acerca de las relaciones entre "teoría" y "observación". Tales cuestiones no pueden ser discutidas en abstracto; si hemos de entender el razonamiento científico, debemos examinar casos concretos de este razonamiento. Por ello mi discusión de esas cuestiones filosóficas se basará en un examen de un famoso experimento que se viene efectuando ininterrumpidamente desde 1967; el experimento del neutrino solar. Así que, antes de comenzar, dedicaré unos minutos a describir este experimento y el razonamiento que subyace en él.

* Conferencia pronunciada en inglés el 22 de abril de 1982 en el Departamento de Lógica de la Universidad Autónoma de Madrid.

El experimento está diseñado para contrastar nuestra teoría acerca de cómo producen su energía las estrellas. De acuerdo con esa teoría, cuyo éxito es muy notable, la energía es producida en el núcleo central de la estrella por reacciones termonucleares, la más importante de las cuales es la conversión de hidrógeno en helio; el pequeño exceso de masa de cuatro átomos de hidrógeno sobre un átomo de helio se transforma en energía de acuerdo con la conocida relación $E=mc^2$. Pero esto puede suceder de diversas maneras; para una estrella de la masa del sol, se cree que el proceso básico de conversión de hidrógeno es la serie de reacciones llamada "protón-protón", que comienza con la intersección de dos núcleos de hidrógeno (protones). En las reacciones que siguen a ésta son posibles tres cadenas alternativas, cada una de las cuales tiene una probabilidad de ocurrir que puede ser calculada. Una de ellas implica la producción del isótopo radioactivo Boro 8, que se desintegra y libera un neutrino altamente energético. Los neutrinos son muy difíciles de observar: interactúan de manera sumamente débil —esto es, muy rara vez— con otra materia. Pero un neutrino altamente energético, como los producidos en la desintegración de este isótopo de boro, es más fácil de capturar que los menos energéticos. De hecho, es posible construir aparatos capaces de detectarlos, y así se ha hecho, con lo cual resulta posible obtener información sobre los procesos que ocurren en el sol y contrastar modelos de éste y de sus procesos de producción de energía.

El "detector de neutrinos" utilizado en estos experimentos consiste en 400.000 litros (aproximadamente diez vagones-cisterna llenos) de fluido de barrido (percloroetileno), ubicados en una mina a una milla de profundidad, donde se halla protegido de otras partículas que podrían producir efectos similares a los de un neutrino capturado procedente del sol. Sólo de unos pocos neutrinos procedentes del centro del sol puede esperarse que sean capturados por un isótopo de cloro en el fluido de barrido; cuando esto sucede, se produce un átomo de argón radioactivo. El argón radioactivo se desintegra con una vida media de 35 1 días, de modo que si se lo retira del tanque a tiempo, puede registrarse su desintegración por medio de un contador de desintegración radioac-

tiva, y puede contarse el número de átomos de argón producidos esto es, el número de neutrinos capturados. Estos pueden compararse entonces con las predicciones de la teoría.

El experimento del neutrino solar, diseñado para contrastar nuestras teorías fundamentales sobre la fuente de energía que sostiene a las estrellas y a la vida, ha sido puesto continuamente en práctica desde 1967. Está reconocido como uno de los experimentos más importantes y sofisticados de las dos últimas décadas. Pero conduce a ciertos atolladeros filosóficos. Pues aunque el núcleo central del sol, el objeto de la investigación, yace sepultado bajo 400.000 millas de material opaco, caliente y denso, los astrofísicos hablan universalmente, sin embargo, del experimento como si proporcionara una "observación directa" de dicho núcleo central. ¿Qué puede significar esta manera de hablar? ¿Ignora simplemente el perplejo filósofo el alarde de ingenio de la ciencia moderna? ¿O es que los astrofísicos usan el término de un modo vago, incorrecto o confundente, en una especie de aberración sociológica que los filósofos deben tolerar gentilmente mientras se hacen cargo de que esa manera de hablar no tiene nada que ver con la "auténtica" observación? ¿O es que el filósofo y el astrofísico están interesados en problemas completamente diferentes y sin relación, siendo sus respectivos usos igualmente legítimos, desde sus respectivos puntos de vista? ¿O acaso están dichos usos en relación, pero de formas más sutiles y complejas de lo que harían suponer estas y otras alternativas?

La clave para entender el uso por los astrofísicos del término "observación" y otros términos relacionados cuando hablan de neutrinos procedentes del centro del sol ha de hallarse en el contraste entre la información recibida de este modo y la que se basa en la fuente alternativa de información sobre el núcleo solar, la recepción de información electromagnética (fotones). En este último caso, nuestro conocimiento de los procesos electromagnéticos y de las condiciones en el interior del sol nos dice que,

bajo las condiciones de temperatura y presión allí existentes, la distancia que puede esperarse que recorra un fotón sin interactuar con alguna otra partícula está bastante por debajo de un centímetro. Por consiguiente, un paquete de energía electromagnética producida en el núcleo central tardará del orden de 1.000.000 de años en abrirse paso hasta la superficie. Durante ese período será absorbida y re-radiada o dispersada muchas veces, y el carácter original de la radiación, y por tanto de la información que ésta transporta, será drásticamente alterado (ni siquiera será el mismo fotón). Pero una vez alcanza la superficie solar y pasa al espacio interplanetario, la radiación avanzará hacia nosotros sólo con una baja probabilidad de ser interferida y alterada. Es en este sentido en el que nuestra información electromagnética "directa" sobre el sol sólo lo es de su superficie; sólo "observamos" su superficie. Todas las conclusiones extraídas de tal información acerca de las regiones más profundas debe ser "indirecta", "inferencial".

Contrástese tal información con la recibida sobre el núcleo central merced a los neutrinos emitidos desde allí. El carácter sumamente "débil" de las interacciones de neutrinos con otra materia, y la consiguiente baja probabilidad de que sean interferidos en su recorrido de largas distancias, incluso cuando atraviesan cuerpos densos, les permite pasar sin estorbo desde el centro del sol hasta nosotros. Cualquier información que transporten permanece, por tanto, inalterada por las interacciones a lo largo del trayecto.

Lo que sugiero es que tomemos seriamente este contraste como base para interpretar la expresión "observado (observable) directamente" y otros términos afines en contextos como el discurso de los astrofísicos sobre la observación directa del centro del sol. El análisis que propongo es éste:

x es observado (observable) directamente si:

(1) se recibe (puede recibirse) información por medio de un receptor adecuado; y

(2) dicha información se transmite (puede transmitirse) sin interferencia al receptor desde la entidad x (de la que se dice que es observada (observable) y la cual es la fuente de la información).

(En esta breve exposición ignoraré el modificador “directamente”, que se discute en una versión más extensa del presente ensayo).

En dicha versión elaboro más este análisis, explicando con detalle su contenido e implicaciones, tanto para el uso del término “observación” como para el rol de la observación en la introducción y la contrastación de las ideas científicas. En particular, en lo tocante al uso del término “observación”, un estudio detallado del experimento del neutrino solar muestra que, y exactamente cómo, la especificación de lo que vale como observación está en función del estado actual del conocimiento físico, y puede cambiar con los cambios en dicho conocimiento. (Hablaré más tarde sobre qué vale como “conocimiento” en estos contextos). De manera más explícita, el conocimiento físico actual especifica lo que vale como un “receptor adecuado”, lo que vale como “información”, los tipos de información que hay, los modos en que la información de los diversos tipos es transmitida y recibida, y el carácter y los tipos de interferencia y las circunstancias en las cuales y la frecuencia con la cual ésta ocurre. Estas funciones del conocimiento previo se ponen de manifiesto examinando *primero*, lo que yo llamo, por comodidad, la “teoría de la fuente” —el dar cuenta de la descarga de información por la fuente (la entidad x , en este caso el sol); *segundo*, la “teoría de la transmisión” de esa información; y *tercero*, la “teoría del receptor” de la información. El estudio detallado rinde una explicación más general de “observación” aplicable a un amplio dominio de casos, así como algunas conclusiones que son centrales para entender la empresa de búsqueda de conocimiento. Dicha explicación general se desarrolla como sigue.

El cuerpo de la ciencia física incluye aserciones sobre la existencia de entidades y procesos que no son accesibles para los sentidos humanos— aserciones que establecen que estos sentidos (por comodidad aquí hablaré sólo de la visión) son receptivos sólo para una región limitada del espectro electromagnético. Por consiguiente, el ojo viene a ser considerado como un tipo particular de receptor electromagnético, habiendo otros tipos de receptores capaces de detectar otras regiones de este espectro. En otras palabras, la extensión del conocimiento, con el descubrimiento

del espectro electromagnético, conduce a una extensión natural de lo que ha de valer como observacional: el mismo hecho de que la información recibida por el ojo llegue a ser subsumida bajo un tipo más general de información, lleva a todos los receptores de esa información, incluyendo el ojo, a ser considerados a la par como "receptores adecuados". Pero además de las interacciones electromagnéticas, la física actual reconoce (con salvedades que hago notar en la referida versión más extensa de este artículo) otros tres tipos fundamentales: interacciones gravitacional, débil y fuerte. Y esto lleva a una ulterior generalización: un "receptor adecuado" puede entenderse en términos de los instrumentos capaces de detectar la interacción deseada, y por consiguiente, las entidades en interacción de acuerdo con las leyes de la física actual. Esta extensión del conocimiento también produce una clarificación del concepto de "información" relevante en ejemplos como el caso del neutrino: pues los cuatro tipos fundamentales de interacción llevan a que haya, en la época presente de la física (sujeta a las mencionadas salvedades), cuatro tipos fundamentales de información emitida por objetos; estos mismos cuatro tipos de interacción gobiernan también la recepción de dicha información. Y las leyes de la física actual (las leyes del tipo relevante de interacción) rigen también el sentido en el cual dicha "información" *vale como información*: esto es, cómo, y en qué medida, y en qué circunstancias, podemos usar el receptor de interacción para extraer conclusiones sobre la fuente. Las condiciones bajo las cuales pueden extraerse tales conclusiones se expresan, en cuanto a la observación, en las dos condiciones enunciadas antes referentes a cuándo puede decirse que un objeto es observado. A estos efectos, no obstante, como muestra el estudio detallado del caso del neutrino solar, el conocimiento de los cuatro tipos fundamentales de interacción es por sí mismo insuficiente para permitir extraer conclusiones sobre la fuente —para permitirnoslo, esto es, para decir que ha tenido lugar una observación. En la teoría de la fuente, debemos añadir tanto leyes generales acerca del *género* de objeto que sea la fuente (en nuestro caso, las leyes generales de la estructura estelar) como información específica sobre el objeto particular (en nuestro caso, en último término, la masa y dis-

tribución de la composición química del sol, requiriendo a su vez la determinación de ésta última conocer la edad del sol, las proporciones de productos químicos sobre la superficie solar y la teoría de la evolución estelar). Debe aportarse también una combinación de la teoría fundamental y otros conocimientos, tanto generales como específicos, para apoyar las teorías de la transmisión y del receptor de la información. En esta última, por ejemplo, debemos utilizar teorías de las reacciones nucleares, determinaciones experimentales de velocidades de reacción, física de los rayos cósmicos, la química de los gases nobles, las propiedades del fluido de barrido, información sobre el contenido radioactivo de los muros de roca de la cueva en la que está ubicado el receptor, información tecnológica referente a cómo hacer hermético el dispositivo (e información teórica tocante a por qué hay que hacerlo) y de cómo limpiarlo, información tecnológica sobre las capacidades de los contadores de desintegración radioactiva, tanto en general como referente a las características peculiares de los contadores individuales utilizados, y muchas cosas más. En los tres componentes de la "situación de observación", además, las clases de errores e inexactitudes a los cuales la información está o puede estar sometida vienen dadas también por el conocimiento actual (en nuestro caso, por ejemplo, el margen de incertidumbre en las velocidades de reacción nuclear).

De este modo, lo que hemos aprendido acerca de cómo son las cosas ha llevado a una extensión, mediante una generalización natural, de lo que *es* hacer una observación, y además se *aplican* diversos aspectos de dicho conocimiento para hacer observaciones específicas. Sería un error, por tanto, decir que *no* hay conexión entre el uso que los astrofísicos hacen en este caso del término "observación" y los usos (al menos algunos) de ese término que lo asocian con la percepción sensorial. Antes bien, la relación reside en el hecho de que el uso de los astrofísicos es una generalización de (ciertos) usos que tienen que ver con la percepción sensorial, y en el hecho de que cualquiera que sea el razonamiento que haya llevado a nuestra comprensión actual del espectro electromagnético, de las interacciones fundamentales y de los medios de recibir información contenidos en las entidades y pro-

cesos que hemos hallado en la naturaleza, ese razonamiento funciona también como *razonamiento* conducente a la generalización. Esto es, la generalización no se hace caprichosa y arbitrariamente, sino que se funda en razones.

Pero hay un punto aún más general —también de tipo racional— que subyace a la extensión que hace el científico del concepto de observación, y es este punto ulterior el que pone de manifiesto el contraste entre su “observación” y aquella por la que el filósofo se preocupa habitualmente —es decir, eso hace resaltar de qué modo el uso del astrofísico *diverge del* uso o usos que el filósofo tiene en mente, y no es meramente una generalización de ellos. El uso que hace el filósofo del término ‘observación’ ha tenido tradicionalmente un doble aspecto. De un lado, está el aspecto *perceptual*: “observación”, como insiste una multitud de análisis filosóficos, es simplemente un caso especial de percepción que habitualmente se interpreta como consistente en la adición a la última de un ingrediente extra de atención concentrada en algo. “El problema de la observación” es visto así como un caso especial del “problema de la percepción”, que tiene que ser abordado sólo a la luz de una comprensión del último. De otro lado, está el aspecto *epistémico*: el papel *evidencial* que se supone que la observación desempeña llevando al conocimiento o a la creencia bien fundamentada o sustentando creencias ya alcanzadas. Porque la tradición empirista en epistemología propuso que todo conocimiento (o creencia bien fundamentada) “descansa en la experiencia”, donde “experiencia” se interpretaba como percepción sensorial. En esa tradición, como realmente en casi todas las demás tradiciones en filosofía, estos dos papeles han sido identificados: la cuestión de la base observacional de las creencias o el conocimiento se interpretó como la cuestión de cómo podía la *percepción* dar origen al conocimiento o sustentar creencias.

En la ciencia, sin embargo, estos dos aspectos han llegado a estar separados, y *por buenas razones*. La ciencia está, después de todo, interesada por el papel de la observación como evidencia, mientras que la percepción sensorial es notoriamente poco fiable (en aspectos específicos y más bien bien conocidos; el aspecto no-específico o supuesto aspecto que conduce al escepti-

cismo filosófico es aquí completamente irrelevante). Por consiguiente, con el reconocimiento de que puede recibirse información que no es directamente accesible a los sentidos, *la ciencia ha ido excluyendo más y más la percepción tanto como es posible del desempeño de un papel en la adquisición de evidencia observacional*; esto es, confía más y más en otros receptores apropiados, pero fidedignos. Ha roto, o al menos atenuado severamente, la conexión entre los aspectos perceptual y epistémico de la "observación" y se ha concentrado en el último. Y esto es razonable sólo a la luz de los intereses primarios de la ciencia: la contrastación de hipótesis y la adquisición de conocimiento a través de la observación de la naturaleza.

Es verdad que queda una función crucial para la percepción sensorial en la adquisición de conocimiento científico. Porque después de todo, somos *nosotros*, seres humanos, quienes tenemos que construir el "receptor apropiado", *nosotros* quienes usaremos la interacción recibida como información. Se sigue que cualquiera que sea la información que es recibida a través del "receptor apropiado" debe ser transformada, en un segmento final del aparato, a una forma humanamente accesible. Así si la información llega por la vía de interacciones débiles, debe ser transformada en información electromagnética en longitudes de onda visuales, o en sonidos audibles, o en impresiones legibles, o cosas así. Pero debemos tener claridad con respecto a lo que está involucrado aquí: el perceptor humano no necesita estar presente cuando la información es recibida por el "receptor apropiado"; ni siquiera necesita estar presente en el momento en que la información es convertida a una forma humanamente accesible. Ha sido una asunción incuestionada de la tradición filosófica que, para que una "observación" tenga lugar, el perceptor debe estar presente cuando y donde es recibida la información, y en un estado y bajo circunstancias en las que es capaz de recibir esa información. Pero como se ha visto en el caso del neutrino solar, esta asunción no necesita ser satisfecha. Los cómputos de recepción de neutrinos (y una gran parte de su interpretación) son hechos por aparatos electrónicos y registrados por computadores. En principio, un perceptor humano no necesita ir a recoger esa información du-

rante años, la cual, no obstante, aún cuenta como evidencia observacional. Aunque ha construido el receptor con el propósito de acrecentar su propio conocimiento, el perceptor humano desempeña el papel de un mero usuario de la información recibida y registrada. Ese es el único eslabón que queda entre observación (en su papel como evidencia) y percepción sensorial, al menos en el caso del neutrino solar. (Cabría advertir que la mezcla de los aspectos perceptual y epistémico de la observación no es peculiar de los filósofos; también se encuentra en el uso ordinario, y comprensiblemente, ya que la gente corriente ordinariamente observa (adquiere evidencia) percibiendo (atentamente, excrutadoramente, o como quiera que lo haga)).

Aún pudieran algunos querer insistir en que no deberíamos referirnos a la actividad que he estado describiendo como "observación". ¿Por qué no hablar de ella como un proceso de "detección", por ejemplo, o de "obtener evidencia experimental", *más bien que* como un proceso de "observación"? Mi tentación inicial es responder como sigue: no importa qué nombre se le dé, mientras se tengan presentes las funciones que esa actividad realiza (sus funciones en la empresa de búsqueda-de-conocimiento y de contrastación-de-creencias) y sus relaciones con otras actividades y conceptos (su divergencia razonada de las asociaciones ordinarias con la percepción). Pero hay más que decir: porque una perspectiva levemente diferente sobre estos mismos puntos puede disuadir a los que recomendarían no hablar de observación de modo en el que el astrofísico (y yo) lo hemos hecho. En primer lugar, aun cuando el uso de los astrofísicos diverja del ordinario es una divergencia *razonada*, característica, a este respecto, de las divergencias que a menudo nos lleva a efectuar la ciencia en nuestras creencias. En segundo lugar, el que se trate de una divergencia no atenúa el hecho de su *relación* con lo que ordinariamente se llama "observación" (cuando se relaciona con la percepción): es en parte una generalización de ese concepto; y esa relación es, además, una relación de origen racional. Y finalmente, esta "detección" realiza las mismísimas funciones epistémicas primarias asignadas a la observación por la tradición empirista y al menos algunos aspectos del uso ordinario: funciones que consis-

ten en ser la base de contrastación de creencias y de adquisición de nuevo conocimiento acerca de la naturaleza. Y por cierto, realiza esas funciones *mejor* de lo que pudieran haber sido realizadas sin el “conocimiento de fondo” que ha acumulado la ciencia y que entra dentro de la observación científica. Hay, pues, sobrada razón para considerar que la palabra ‘observación’ es apropiada en los contextos que he estado discutiendo.

De hecho, términos como ‘detección’ y ‘evidencia experimental’, lejos de ser alternativas a ‘observación’ en contextos similares al que he estado discutiendo, están estrechamente relacionados en sus usos con el del término ‘observación’ en esos contextos. Un experimento es una situación que consta de un receptor apropiado, establecido para obtener una observación, con vistas a contrastar una hipótesis o a lograr información (al presente desconocida o más detallada) acerca de algún objeto o proceso (o quizá para descubrir algún nuevo objeto o proceso). La palabra ‘detección’ (y ‘detector’, que uso a veces como alternativa a ‘receptor’) subraya que algo está siendo “descubierto”, revelado. El aspecto de “comprobación” encontrado en algunos usos ordinarios de ‘observación’, por supuesto, es retenido y acentuado en este uso científico. No es así ninguna sorpresa que, en contextos donde las consideraciones epistémicas son primarias, tales términos se encontrarían a menudo asociados con ‘observación’.

No sostengo que el análisis que acabo de efectuar de ‘observación’ y sus afines se aplica a todos los contextos científicos. Por el contrario, hay vastas áreas de la ciencia en donde aún domina la asociación de observación y percepción. Incluso en áreas en donde no es así, la forma exacta de la desviación del uso ordinario puede ser diferente de la que acontece en el caso que he considerado aquí. (Esta es una razón principal por la cual las dos condiciones enunciadas antes para ‘x es directamente observado’ fueron formuladas tan sólo como suficientes (“Si ...”) y no como necesarias y suficientes (“si y sólo si...”).) En la física de partículas elementales, por ejemplo, las huellas que registran nuestros instrumentos no están separadas de su “fuente” por las vastas distancias que tenemos en astronomía, y la distinción de “teoría de la fuente”, “teoría de la transmisión”, y “teoría del receptor” debe

ser modificada en concordancia. Las relaciones de indeterminación de Heisenberg juegan un papel eminente, como lo hacen las propiedades teóricas de campo de las partículas interactuantes; la relación entre instrumento observador (“receptor”) y entidad observada (“fuente”) asumen características especiales debidas a consideraciones de teoría cuántica. Aunque en algún sentido fundamental tales consideraciones (hasta donde sabemos) deben ser aplicables en todos los casos, son sumamente periféricas para la comprensión del concepto de observación en casos como el experimento del neutrino solar o la recepción telescópica, espectroscópica, o fotográfica de fotones de objetos distantes. Y si bien el problema de la observación en contextos de teoría cuántica es incuestionablemente importante, involucra tantas complejidades que los rasgos esenciales del modo en que la observación científica se desvía de la percepción y está relacionada con ella, se perdería en los detalles. En el caso del experimento del neutrino solar, por otra parte, esos rasgos —tan centrales para la comprensión del razonamiento científico y el cambio científico— se destacan claramente, y realmente se puede esperar que iluminen el problema de la observación en la teoría cuántica. En el caso del experimento del neutrino solar vemos la omnipresente función que desempeña lo que puede ser llamado “información de fondo.” Debiera estar claro que esta situación de observación nunca podría haberse presentado si no hubiera estado a mano esa información de fondo, o una parte muy grande de ella. Realmente, sin ingredientes tales como la teoría de interacciones débiles, información experimental sobre proporciones de reacción, la teoría de la estructura estelar, conocimiento de las propiedades de los gases nobles, las posibilidades tecnológicas de la existencia de contadores proporcionales, etcétera, el experimento no sólo habría sido imposible de realizar; habría sido, en el sentido más literal, inconcebible. Es así como la ciencia construye sobre lo que ya conoce, incluso allí donde están comprometidas sus capacidades observacionales. *Aprende cómo* observar la naturaleza, y su capacidad de observar aumenta con el aumento del conocimiento (o decrece cuando aprende que estaba equivocada en algún trozo de la información de fondo que empleaba). En el proceso de ad-

quirir conocimiento, no sólo aprendemos algo sobre la naturaleza; también aprendemos cómo aprender sobre ella, aprendiendo (entre otras cosas) qué constituye información y cómo obtenerla —esto es; cómo observar las entidades que hemos descubierto que existen, y los procesos que hemos descubierto que ocurren en la naturaleza.

El empleo de información de fondo en la ciencia —en verdad, la necesidad de emplearla— ha sido llamado por algunos filósofos la “carga teórica” de la observación. De conformidad con la corriente principal de la discusión filosófica, han tendido a tratar este tema como la “carga teórica” de la percepción, una tendencia que ha oscurecido varios de los puntos reales involucrados en el cambio científico, y gran parte de su discusión (por ejemplo, sobre “cambios gestálticos” en la historia de la ciencia) ha sido irrelevante para esos puntos. Pero vayamos ahora más allá de esas confusiones y volvamos aún a otra, que en esta ocasión surge fuera de la expresión misma “cargado de teoría”. Porque plantear el tema en tales términos ha llevado a mucha perplejidad: ¿no nos arrastra la “carga” de la observación a inclinar el resultado del experimento? y ¿no implica tal inclinación que la comprobación científica no es objetiva, y en todo caso que lo que el científico afirma que es conocimiento es realmente sólo costumbre o prejuicio? Tales perplejidades, y el relativismo epistemológico que engendran, tratan en parte de una ambigüedad del término ‘teoría’. Porque por un lado ese término es usado (no siempre apropiadamente) para referirse a la información de fondo que entra en la concepción de una situación de observación. Pero por otro lado, también es usado a menudo en relación a lo que es incierto (como cuando alguien dice, displicentemente, “Eso es sólo una teoría”). La confusión de estos dos sentidos lleva a pensar que la información de fondo en la ciencia es incierta, y de aquí, por varios senderos familiares, a considerarla arbitraria. Pero aunque es verdad que la información de fondo en la ciencia *no es cierta* (en el sentido de que podía estar equivocada, y en el sentido de que involucra un margen de error posible), no es por esta razón *incierto* (en el sentido de ser altamente insegura o arbitraria). Porque dondequiera que sea posible en su intento de extraer nueva información,

lo que la ciencia usa como información de fondo es *la mejor* información de la que dispone —hablando someramente y de modo idealizado para nuestros presentes propósitos, pero no obstante con propiedad, información que se ha mostrado por sí misma altamente afortunada en el pasado, y respecto a la cual no existe ninguna razón específica y compelente para dudar. (Aprendemos qué es tener éxito para las creencias, y qué cuenta como una razón para la duda, y cuándo la duda es compelente en el sentido de ser lo bastante seria como para inquietarnos).

Al llamar a toda información de fondo “incierto” —llamándola “teórica” en el *segundo* de los sentidos precedentes— se enfatiza que *todas* nuestras creencias son “dudosas” en el sentido de que *puede* surgir la duda, y de que esa duda *puede* mostrarse tan compelente como para forzar al rechazo la idea en cuestión. Pero como hemos aprendido en la ciencia (aunque quizá no, ¡ay!, en filosofía), *la mera posibilidad de que surja la duda no es por sí misma una razón para dudar*; no es por sí misma *razón ninguna* para no construir sobre aquellas creencias que se han mostrado afortunadas y libres de dudas específicas; o respecto a las cuales las dudas que existen o bien son estimaciones bien-fundadas de márgenes de error que son, al menos en algunos contextos lo bastante pequeños, para permitir una investigación útil, o en caso contrario se los juzga de algún otro modo, sobre la base de lo que conocemos, como insignificantes, no compelentes. (Y la verdad es que realmente, ¿sobre qué otra cosa podríamos construir?) Así el hecho de que lo que cuenta como “observacional” en la ciencia está “cargado” de información de fondo no implica que la observación esté “cargada” en favor de puntos de vista arbitrarios o relativos o incluso, en *cualquier sentido útil*, “inciertos”. (Ni implica que esa información de fondo no pueda ella misma llegar a ser objeto de duda específica y rechazada.) El empleo de información de fondo, lejos de ser una barrera para la adquisición de conocimiento sobre la naturaleza, es el medio por el que tales informaciones ulteriores llegan a obtenerse.

Estos puntos nos capacitan para deshacernos de aún otra consideración que pudiera conducir a algunos a cuestionar la adecuación del término ‘observación’ en contextos como éste, del es-

tudio de las regiones centrales del sol. Porque seguramente, pudiera argumentarse, lo que es llamado propiamente *observación* estaría totalmente libre de cualquier *inferencia*; lo último consiste en algo añadido a, sobreimpuesto a, lo primero. Sin embargo a lo que los astrofísicos (y yo) se han referido como “observación” en el experimento del neutrino solar involucra obviamente una gran cantidad de inferencia. Por ejemplo, en la teoría de la fuente, inferimos la composición química y su distribución en el sol por medio de cálculos complejos basados en (entre otras cosas) la edad del sol, la teoría de las reacciones nucleares, y la teoría de la evolución estelar, cada una de las cuales es ella misma a su vez el resultado de complejas inferencias. Por consiguiente, de acuerdo con este argumento, el uso de los astrofísicos está descarriado, oscureciendo una distinción epistémicamente importante sobre la que el filósofo, en su uso del término ‘observación’, está tratando de llamar la atención.

Pero en realidad es justamente lo contrario lo que es el caso: es el uso del filósofo, no el del astrofísico, el que oscurece rasgos de capital importancia de la diferencia entre lo inferencial y lo no-inferencial en la búsqueda del conocimiento. El filósofo, hipnotizado por la lógica formal, considera “inferencia” sólo en términos lógicos; y en el sentido lógico, los cálculos y deducciones involucrados en el caso del neutrino solar tienen que ser clasificados como “inferencias” —como exigiendo la importancia de la información de fondo (“premisas”, si nos atenemos al modo lógico de verlas) para hacer posibles esos cálculos y deducciones. Pero en el sentido epistémicamente importante —el sentido que es central en la búsqueda de conocimiento— se habla de inferencia más bien en conexión con razonamientos y conclusiones de los que tenemos una razón específica para creer que son dudosos; donde el conocimiento sobre el que construimos no está sujeto a duda específica, o al menos a duda específica que sea lo bastante significativa como para afectar a las necesidades de precisión en el problema a mano, no se habla del razonamiento como “inferencial”. Así, en el caso de información electromagnética recibida de la superficie del sol, *hay* razón para hablar de “inferencia” cuando tomando como punto de partida la información sobre

la superficie sacamos una conclusión relativa a las profundidades del sol; y la razón por la que hablamos de "inferencia" en esa conexión es que tenemos razones específicas para ser cautos con respecto a tales conclusiones. La línea *epistémicamente* importante entre lo no-inferencial y lo inferencial se traza en términos de la distinción entre aquello sobre lo cual tenemos razón específica para dudar (pero que no obstante aún somos capaces de usar en una cierta extensión y para ciertos propósitos epistémicos) y aquello sobre lo cual podemos construir confiadamente. Y aquí es exactamente en donde uno esperaría que se trazase la línea si estamos tratando de ampliar nuestro conocimiento sobre la base de lo que hemos aprendido. (Por supuesto, como he dicho repetidamente, aquello sobre lo que construimos confiadamente *puede* siempre *llegar a estar* sujeto a duda actual específica y competente; siempre *puede* resultar que nuestra confianza haya sido mal depositada). Pero hay aún otro problema con el argumento del filósofo consistente en que, porque la "inferencia" (en sentido *lógico*) está involucrada en lo que el astrofísico llama "observación" ésta no debería ser llamada así. Este inconveniente adicional tiene que ver con la cuestión de si hay *algún* caso epistémicamente relevante en el que pueda distinguirse un componente "observacional" que esté de algún modo absoluto libre de toda inferencia en sentido lógico; esto es, que no exija alguna creencia antecedente para ser útil en la búsqueda del conocimiento.

Este problema me trae al punto final que deseo tratar en este artículo. Considérense las tres siguientes secuencias de descripciones de marcas de varios géneros en una placa fotográfica:

borrón	punto	imagen	imagen de una estrella (o de una estrella particular)
banda borrosa	banda nítida	espectro	espectro de una estrella (o de una estrella particular)
mancha	raya	trayectoria	trayectoria de un electrón.

En cada una de estas tres secuencias, a medida que se avanza hacia la derecha, se requiere más "información de fondo". (En la versión más extensa de este artículo analizo los géneros requeridos). Ahora bien, ciertos filósofos han considerado "el problema del conocimiento" de un modo que es algo similar al siguiente: hemos de tomar como nuestro punto de partida los análogos perceptuales de estos puntos, bandas nítidas o rayas (o quizá borrones, bandas borrosas y manchas, o quizá algo todavía más, o incluso absolutamente "neutral"), y tratar de ver cómo podríamos desplazarnos a partir de ellos, sin hacer uso de "creencias de fondo", cualesquiera que éstas fuesen (trátese de aseveraciones cognitivas o de otra índole) hacia la derecha de la secuencia. Pero, en primer lugar, ese procedimiento es imposible (tanto "lógicamente" como "históricamente"): considerar que el punto es una imagen *requiere* la intervención de información o creencia anterior; los puntos y puros datos sensibles similares son algo de por sí demasiado empobrecido para servir ni siquiera de bases potenciales con vistas a la obtención de conocimiento. La relevancia para *ser información*, y para servir de base para la obtención de información ulterior, es asimismo creada por la riqueza de la interpretación, y la información científicamente *fiable* es establecida empleando, como información de fondo para establecer esa fiabilidad, anteriores creencias de las que no tenemos razón específica ni compelente para dudar.

Pero de hecho, en ciencia, no "comenzamos" (cualquiera que sea lo que esto pudiera significar) con los puntos (o borrones o puros datos sensibles) al habérnoslas con el mundo; utilizamos el vocabulario dado que sea más fuerte en el sentido que acabo de detallar. Solamente cuando surge una razón específica para dudar (por ejemplo, cuando hallamos una razón para pensar que lo que hemos tomado por una imagen de una estrella *puede* serlo de un quasar o un núcleo galáctico o un cometa) es cuando *renunciamos* a nuestra descripción en favor de lo que es, con respecto a las alternativas, el nivel más "neutral" de hablar de ello *sólo como una imagen* (de algo). Razones específicas ulteriores para dudar pueden conducirnos de nuevo a una "retirada", a llamar a la marca un punto. Y así sucesivamente, sin que haya razón cla-

ra para suponer que la duda no pueda surgir a ningún nivel de descripción, sea o no nuestro lenguaje lo bastante rico para suministrar un punto más neutral de retirada. (En particular, ningún argumento jamás aducido por filósofos ha logrado mostrar que hay o tiene que haber algún nivel absolutamente neutral respecto al cual no pueda surgir la duda). Así pues, el problema mismo del filósofo del puro dato sensible y sus parientes cercanos resulta sospechoso: no sólo es que su distinción entre lo que sea *lógicamente* inferencial y no-inferencial se aleja por completo del punto que interesa a la búsqueda del conocimiento; ahora comienza a parecer manifiesto que esa distinción no puede ser aplicada tampoco a nuestro lenguaje descriptivo para ningún otro propósito, al menos en el sentido absoluto que tiene en mente el filósofo.

Todo esto se endereza solamente a decir una vez más que son nuestras mejores creencias relevantes previas —aquellas que hayan logrado éxito y que estén libres de razones para que abriguemos una duda específica y compelente— las que utilizamos en nuestras construcciones. Sólo que ahora vemos una nueva aplicación de ese principio: porque vale también para nuestras descripciones, y nuestro vocabulario en general, al igual que vale en los contextos de creencia anteriormente discutidos. Sería un *sinsentido* describir una situación de un modo “débil” (por ejemplo, de un modo tomado de la parte izquierda de una de las secuencias de más arriba) cuando no tenemos *ninguna razón* para describirla de ese modo, y cuando todas las razones que tenemos hacen apropiada una descripción más fuerte. En el mejor de los casos podría ser sólo un rasgo de humor, como cuando Calvin Coolidge, en respuesta al alcalde de San Francisco que se jactaba de que el ferrocarril funicular que tenía ante él había sido pintado en honor a la visita del Presidente, replicó con la acostumbrada cautela de Nueva Inglaterra, “sí, al menos por un lado”. Por supuesto que Coolidge no pretendía que su observación fuese una burla; pero el hecho de que se la tome como tal debería al menos impresionar si no embarazar al crónico dubitante filosófico. (Permítaseme insistir una vez más en que tengo en mente los tipos de razones que hemos hallado que son relevantes en la empresa real de búsqueda-de-conocimiento: razones específicas, razones dirigidas a creen-

cias específicas. No estoy hablando de los tipos de razones, o de los alegados tipos de razones que se ocultan tras el escepticismo filosófico —“razones”, por supuesto, que se aplican indiscriminadamente a toda proposición cualquiera que ésta sea (y tanto a una proposición como a su negación), y que *en ciencia hemos aprendido a no considerar siquiera como razones*. Llamarlas “razones para dudar” es justo un modo equívoco de decir que, con respecto a cualquier afirmación específica, *pueden* surgir razones específicas para dudar).

El filósofo en cuestión se encuentra por tanto en una situación inversa: para él el problema estriba en cómo justificar el desplazamiento hacia la derecha en series de descripciones como las anteriormente expuestas; pero es imposible proceder de ese modo sin información de fondo, y de hecho en cualquier caso, tanto en ciencia como en la vida ordinaria, procedemos en la dirección opuesta —a excepción, por supuesto, de cuando podemos desplazar nuestra construcción hacia la derecha sobre la base de lo que hemos aprendido (esto es, sobre la base de información de fondo que, al menos en los mejores casos, hemos hallado que es merecedora de confianza). En cualquier situación, excepto cuando gastamos una broma o en casos análogos (no epistémicos), abordamos una situación-problema con la más fuerte de las descripciones justificadas y sólo retrocedemos hacia descripciones menos comprometidas y más neutrales cuando surgen razones específicas para dudar —e incluso entonces retrocedemos sólo en la medida en que sea necesario con respecto a las alternativas razonables de que se disponga.

De esta discusión se extrae una importante lección moral. Hay problemas concernientes a la empresa de búsqueda-de-conocimiento que guardan ciertas afinidades con preocupaciones filosóficas tradicionales. Por ejemplo, un importante problema de la teoría del *conocimiento tal y como lo poseemos* es tratar de comprender el carácter general (en la medida en que hay un carácter general) del razonamiento por cuya virtud ha extendido la ciencia nuestro conocimiento a regiones del espectro electromagnético más allá de lo visible (o, más generalmente, de lo sensorial) y a interacciones cerca de lo electromagnético. Al enfrentarnos con es-

te problema, deberíamos preocuparnos de tomar en consideración —en común con buena parte de la filosofía tradicional— las lecciones que podríamos obtener acerca de la naturaleza del razonamiento en la búsqueda del conocimiento; de tomar en consideración nuestra capacidad de buscar el conocimiento de un modo objetivo e incluso de llegar ocasionalmente a alcanzarlo; y deberíamos preocuparnos de disipar las confusiones conceptuales que conducen al malentendimiento de esa empresa o a la negación de su posibilidad; y de otras cosas por igual. El problema se parecería incluso al planteado por los filósofos que acabamos de discutir: una vez se comienza con la senso-percepción, ¿cómo extender nuestro conocimiento más allá de ella? La diferencia está en que en este problema, tal y como yo lo concibo (y queda confirmado por el examen del neutrino solar y otros casos en ciencia), comenzamos con senso-percepción en la que ya se han infundido creencias, unas dudosas y otras que poseen el estatuto del conocimiento; e intentamos determinar cómo procede la empresa de búsqueda-de-conocimiento, y no cómo procedería en una situación imaginaria en la que no contaríamos con nada de qué fiarnos —una situación en la cual la búsqueda de conocimiento sería en todo caso una imposibilidad. El estudio llevado a cabo en este artículo, aunque se limite a un aspecto del desarrollo del concepto de observación, no solamente es un ejemplo del enfoque que he esbozado, sino un argumento en su favor.

Las consideraciones que acabo de hacer con respecto al vocabulario con el que abordamos los problemas —a saber, que el vocabulario que utilizamos es el más fuerte cuyo uso esté justificado— se aplican con la misma razón al término, alegadamente “metacientífico”, ‘observación’ que, por ejemplo, al término “científico” ‘trayectoria de un electrón’: si la información de fondo relevante satisface las condiciones de fiabilidad en la medida en que tenemos alguna razón para creerlo, decimos en consecuencia que hemos efectuado una observación (o al menos que la habríamos efectuado si la interacción del receptor predicha hubiera tenido lugar), y que esa observación lo es de una entidad, el núcleo central del sol (o de procesos que ocurren en él), en lugar de decir, guardando una cautela escéptica desprovista de razón, que

hemos observado solamente absorciones de neutrinos en nuestro aparato, o —quizá más estrictamente— la decadencia del argón radiactivo, o —más estrictamente aún— sólo los registros individuales del contador de proporciones, o —quizá en la alternativa más estricta de todas— sólo los datos sensibles (por ejemplo, chasquidos) en la conciencia de un perceptor.

Los problemas planteados al comienzo de este artículo quedan, pues, resueltos. El uso del término 'observación' por los astrofísicos no es idiosincrásico ni deja de guardar relación con ciertos aspectos de los usos ordinario y filosófico. Por el contrario, es una extensión de tales usos, en parte una generalización y en parte un apartamiento de ellos, que se basa en razones y ha sido diseñado para desempeñar la mayor parte de la función epistémica de la observación. El filósofo del tipo del que se atiene exclusivamente al "dato sensible" ("*sense-datum*") está tratando (al menos) de un problema, su "problema del conocimiento", que difiere de una manera crucial del de los astrofísicos; pero el problema del mencionado filósofo despierta ciertas sospechas, y en cualquier caso carece de relevancia para la empresa de búsqueda-de-conocimiento tal y como nos comprometemos en ella, pues concibe dicha empresa de un modo directamente opuesto al modo en que en realidad es llevada a cabo, tanto en la vida cotidiana como en ciencia. Ni se limita mi crítica a los filósofos del "dato sensible"; toda formulación del problema del conocimiento que confunda el problema de la observación con el problema de la percepción o que no acierte a reconocer la necesaria función del conocimiento de fondo en el proceso de adquisición y de búsqueda de conocimiento —toda formulación de dicho problema, en otras palabras, que se aleje del modo "naturalizado" en que he estado tratándolo— será una concepción errónea que no acertará a captar importantes aspectos de la empresa científica.

Pero al tratar de las cuestiones suscitadas al principio del presente artículo, hemos ido mucho más allá de ellas. Porque hemos alcanzado a ver que la ciencia construye, y cómo construye, sobre lo que ha aprendido, y que ese proceso de construcción consiste no solamente en añadir algo a nuestro conocimiento sustantivo, sino también en aumentar nuestra capacidad de aprender

acerca de la naturaleza extendiendo nuestra capacidad de observarla de modos nuevos. Estas conclusiones constituyen un importante paso para que nos percatemos de cómo, después de todo, nuestro conocimiento descansa en la observación: una doctrina que es, como espero haber mostrado, un descendiente racional del empirismo tradicional, que generaliza aquello que el empirismo tradicional consideró ser la base del conocimiento a la vez que se separa de dicha base, pero obedeciendo, tanto al hacer una cosa como la otra, a buenas razones; una doctrina que, al mismo tiempo que satisface las más hondas motivaciones del empirismo tradicional —dar razón de la objetividad y racionalidad de la empresa de búsqueda-de-conocimiento y adquisición-de-conocimiento en términos de nuestras interacciones con la naturaleza— logra también, a diferencia del empirismo tradicional, ser fiel a esa empresa tal y como hemos aprendido a concebirla y a comprometernos en su realización.

Versión castellana de
Hubert Marraud y Guillermo Solana